

**ANÁLISIS DE PRONÓSTICOS DE PRECIOS MEDIANTE SERIES
TEMPORALES APLICADOS AL CASO DE LA BOLSA DE VALORES
COLOMBIANA**

**LUIS EDWIN AGUIRRE ARIZA
DANNY CASTAÑEDA RUEDA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO
PEREIRA
2010**

**ANÁLISIS DE PRONÓSTICOS DE PRECIOS MEDIANTE SERIES
TEMPORALES APLICADOS AL CASO DE LA BOLSA DE VALORES
COLOMBIANA**

**LUIS EDWIN AGUIRRE ARIZA
DANNY CASTAÑEDA RUEDA**

**Trabajo para optar al título de
Ingeniero Industrial**

**Director
EDUARDO ARTURO CRUZ TREJOS
Magíster**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PEREIRA
2010**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, ____ de _____ de 20 ____

Al creador de todas las cosas por darnos la capacidad necesaria para conquistar nuestras metas, a mi madre, mi esposa, mi hija y mi hermana por su ayuda incondicional y apoyo durante mi carrera.

Edwin

A mi familia, por el apoyo constante e incondicional para salir adelante en todo el proceso académico; y también a mis compañeros y amigos, por ser una parte vital para concluir la carrera, y por estar a mi lado con todo el corazón.

Danny

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

El Magíster Eduardo Arturo Cruz Trejos, por su paciencia en la tutoría durante el transcurso de éste proyecto, y por guiarnos mediante sus enseñanzas y consejos con los cuales nos hemos direccionado y enfocado para concluirlo.

La profesora Maria Elena Bernal por su excelente colaboración, al poner a nuestra disposición los equipos y herramientas de la universidad, específicamente los de la facultad para desarrollar éste proyecto e innumerables trabajos durante la carrera.

El decano de la facultad Wilson Arenas Valencia por su gestión, su disposición en ayudarnos tanto a nosotros como a toda la comunidad estudiantil de la facultad y su amabilidad a la hora de recibir las diversas inquietudes y peticiones académicas.

La sociedad comisionista de bolsa Acciones y Valores S.A., por su colaboración y ayuda indispensable con sus informes de investigaciones económicas, ya que nos abrieron la puerta y suministraron la información del campo accionario y de los datos relacionados a la bolsa de valores.

Los diferentes docentes que nos instruyeron y brindaron sus conocimientos y valiosas experiencias para enfrentarnos al mundo profesional de la mejor manera posible tanto personal, académica y laboralmente.

El ingeniero y comisionista de bolsa Carlos Alberto Sánchez Mejía, y a Alianza Valores S.A. por su colaboración al abrirnos las puertas para conocer de manera práctica el mundo bursátil, y alentarnos a seguir por el enfoque que hemos tomado.

Todos nuestros compañeros universitarios y amigos, por aportarnos sus experiencias, brindarnos sus compañías y ayudas en todo éste período de aprendizaje.

Y finalmente a nuestras familias por todo su apoyo, cariño y formación para que llegemos a ser hoy en día, los profesionales y personas capacitadas para afrontar la vida de una manera digna y valerosa ante las dificultades que se nos presentan a diario.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. SITUACIÓN PROBLEMA.....	16
1.2.1. Formulación del problema.....	16
1.2.2. Sistematización del problema	17
1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos	18
1.4. DELIMITACIÓN.....	19
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2. MARCO REFERENCIAL.....	22
2.1. ESTADO DEL ARTE - ANTECEDENTES.....	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL	23
2.3. MARCO LEGAL	25
2.3.1. Bolsa de Valores de Colombia S.A.	26
2.3.2. Gobierno colombiano.	26
2.3.3. Superintendencia Financiera.	26
2.3.4. Banco de la República.	27
2.4. MARCO SITUACIONAL.....	27
3. MERCADO DE CAPITALES Y ACCIONARIO.....	28
3.1. EL MERCADO MONETARIO	30
3.2. EL MERCADO DE DIVISAS.....	30
3.3. EL MERCADO DE CAPITALES	31
3.3.1. Renta fija.....	32
3.3.2. Derivados.....	33
3.3.3. Acciones	34
4. ANÁLISIS Y CONFORMACIÓN DE PORTAFOLIOS.....	36
5. ANÁLISIS FUNDAMENTAL.....	40
5.1. EBITDA	41
5.2. EVA	41
5.3. Indicadores.....	42
5.3.1. Acciones en ganga.....	42
5.3.2. Acciones con buen valor	43
5.3.3. Perros del Dow	44
5.3.4. Líderes que Brillan	44
5.3.5. Q Tobin.....	45

5.3.6.	Capitalización diaria	45
5.3.7.	IBA	45
6.	ANÁLISIS TÉCNICO	47
6.1.	TEORÍA DEL DOW	47
6.2.	CHARTISMO.....	49
6.2.1.	Gráfico de líneas o lineal.....	49
6.2.2.	Gráfico de barras	50
6.2.3.	Gráfico de velas o candlestick	51
6.2.4.	Gráfico de punto y figura.....	52
6.2.5.	Figuras y Patrones de los gráficos	52
6.3.	MODELOS MATEMÁTICOS	57
6.3.1.	Promedios móviles.....	57
6.3.2.	Indicadores	59
6.3.3.	Otros	62
7.	SERIES TEMPORALES.....	66
7.1.	COMPONENTES BÁSICOS	66
7.1.1.	Tendencia.....	67
7.1.2.	Variaciones cíclicas.....	68
7.1.3.	Variaciones estacionales.....	68
7.1.4.	Variaciones accidentales o residuales	68
7.2.	PROCESOS ESTOCÁSTICOS.....	68
7.2.1.	Procesos estacionarios	70
7.2.2.	Procesos de ruido blanco.....	71
7.2.3.	Procesos integrados	71
7.2.4.	Procesos autorregresivos	72
7.2.5.	Procesos de media móvil.....	74
8.	MÉTODO O ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS, CRITERIOS DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	76
8.1.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	77
8.1.1.	Tipo de investigación	77
8.1.2.	Fases de la investigación.....	77
8.1.3.	Población y muestra.....	78
8.1.4.	Variables de la investigación operacionalizadas	78
9.	FILTRO DE KALMAN	81
9.1.	LA ESTRUCTURA DEL MODELO ESTADO-ESPACIO	82
9.2.	LAS ECUACIONES DEL FILTRO KALMAN.....	85
9.3.	EL FILTRO DE KALMAN Y LA ESTIMACIÓN DE UN ESCALAR	90
10.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO.....	93
10.1.	ANÁLISIS FUNDAMENTAL.....	93
10.2.	ANÁLISIS TÉCNICO	95
10.3.	FILTRO DE KALMAN	97
11.	PRONÓSTICOS Y RESULTADOS	103
12.	CONCLUSIONES	110

13.	RECOMENDACIONES.....	111
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	112
15.	ANEXOS.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del sector financiero.....	28
Figura 2. Ejemplo de curva rentabilidad vs. riesgo de un portafolio	39
Figura 3. Gráfico de líneas	50
Figura 4. Gráfico de barras.....	50
Figura 5. Gráfico de velas	51
Figura 6. Gráfico de punto y figura	52
Figura 7. Gráfico de soporte y resistencia	53
Figura 8. Gráfico de espacio o hueco.....	54
Figura 9. Gráfico de hombro-cabeza-hombro.....	54
Figura 10. Gráfico de doble techo y doble suelo	55
Figura 11. Gráfico de banderas y estandartes.....	55
Figura 12. Gráfico de suelos redondeados o soperas	56
Figura 13. Gráfico de triángulos	57
Figura 14. Gráfico de líneas de abanico.....	62
Figura 15. Gráfico de ángulos Fibonacci	63
Figura 16. Gráfico de retrocesos Fibonacci.....	64
Figura 17. Gráfico de arcos Fibonacci.....	64
Figura 18. Gráfico de ondas de Elliott	65
Figura 19. Componentes de una serie temporal	67
Figura 20. Serie de datos de la acción de ECOPETROL. S.A.	95
Figura 21. Serie de datos de la acción y el volumen de ECOPETROL S.A.....	96
Figura 22. Indicadores Promedio Móvil de la serie de datos de la acción	96
Figura 23. Oscilador de MACD y su Promedio Móvil de la serie	97
Figura 24. Visión completa del filtro de Kalman.....	99
Figura 25. Fases del trabajo	100
Figura 26. Pronósticos MCO y Kalman	103
Figura 27. Errores de pronóstico	103
Figura 28. Error de pronóstico de MCO e histograma	104
Figura 29. Error de pronóstico de Kalman e histograma	104
Figura 30. Covarianzas del error pronosticadas	105
Figura 31. Covarianzas del error actualizadas	106
Figura 32. Series luego de la aplicación del algoritmo	106
Figura 33. Ganancias de Kalman	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de acciones	35
Tabla 2. Variables independientes	79
Tabla 3. Variables dependientes.....	80
Tabla 4. Variables interventoras.....	80
Tabla 5. Análisis de mínimos cuadrados en dos fases	108

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Precio diario AO ECOPETROL S.A. (COP)	117
Anexo B. Precio diario TRM (COP)	120
Anexo C. Precio diario WTI (USD)	123
Anexo D. Índice de bursatilidad accionario.....	126
Anexo E. Índice de bursatilidad accionario.....	128

RESUMEN

La necesidad de estabilidad y seguridad no es ajena a las bolsas de valores, es por eso que mediante éste trabajo se pretende analizar a través de un modelo de pronóstico la efectividad de la predicción de los precios de las acciones para la toma de decisiones de los inversores en el mercado accionario colombiano, mediante el uso de herramientas como series temporales y el algoritmo del filtro de Kalman; comenzando con la selección de la acción o acciones, se recopiló y se estructuró el historial necesario para realizar el pronóstico a partir de el uso de varias herramientas como lo son el análisis fundamental, el análisis técnico y entre ellas el filtro de Kalman. Al final, se obtiene como resultado un mayor acierto en la predicción a comparación de diversos métodos más sencillos y populares entre los inversionistas no especializados en la predicción, sin embargo, el uso de éste método de análisis demanda mayor dedicación, observación y tiempo para obtener mejores resultados.

ABSTRACT

The need for stability and security is no stranger to the stock exchange, that is why through this work we pretend to analyze through a forecast model the effectiveness of the prediction of stock prices for the decisions making of investors in the Colombian stock market, using tools such as time series and the Kalman filter algorithm; starting with the selection of the stock or stocks, we collected and structured the history necessary to make the forecast from the use of various tools such as fundamental analysis, technical analysis and including the Kalman filter. In the end, getting the result that is more success in predicting compared to various methods more simple and popular among investors not specialized in the prediction, however, the use of this method of analysis demand greater dedication, observation and time for getting better results.

INTRODUCCIÓN

La incertidumbre, la previsión y la prevención, son factores que representan la necesidad del hombre de conocer todo a su alrededor, poder ser el dueño de su destino, y que mejor manera de controlar lo que vendrá, los escenarios que se presentarán y todo lo que pueda ocurrir, mediante el entendimiento de la naturaleza que lo rodea.

Siendo una de sus preocupaciones recientes la del estado de sus recursos financieros, han surgido a través de la historia varios personajes que han realizado estudios extensos en econometría y han efectuado la integración de las aplicaciones de otras áreas del conocimiento en esta rama; sin embargo, cada sistema tiene su particularidad para la interacción de sus componentes y la evolución del estado del sistema, es por esto que se dará un enfoque al caso colombiano mediante el análisis del comportamiento de algunos elementos dentro del mercado accionario.

La finalidad del enfoque de éste trabajo es facilitar y difundir las herramientas para una mejor comprensión acerca del mercado de acciones y las ventajas que se presentan al invertir en empresas emisoras, específicamente las nacionales. Mediante el uso de la información disponible al público nacional se pretende establecer una metodología apropiada para la toma de decisiones en caso de incertidumbre, que permita administrar de manera óptima un portafolio de inversiones que se aleje de la tradicional renta fija dando mayor importancia a las acciones que implican mayor bursatilidad y contribuyendo al desarrollo del mercado accionario.

A través de la revisión de algunos conceptos necesarios para la adecuación al lector en general al tema tratado y el objetivo en éste trabajo, se comienza con los aspectos macros como lo son los mercados de capitales y accionarios diferenciando y haciendo claridad a los elementos disponibles para realizar el estudio y especificar el que se usará en el trabajo; también los métodos de clasificación, valoración y selección de estos instrumentos, para luego comenzar con el manejo más especializado de los datos, mediante series temporales y otros aspectos que son necesarios para el desarrollo de los pronósticos mediante el algoritmo seleccionado, el filtro de Kalman.

Para el desarrollo y el transcurso del trabajo, se fueron presentando diversos inconvenientes de carácter instrumental, bibliográfico, logístico y en parte académico, al ser un área no muy profundizada dentro del plan de estudios propuesto por la facultad; inconvenientes que se fueron sorteando con la ayuda de docentes de la carrera así como de otras facultades, profesionales inmersos en el

ámbito bursátil, y de otras personas; para de esta manera, partir de los resultados obtenidos, las experiencias y conocimientos acumulados como un proyecto de vida, para un futuro desempeño y enfoque al mundo laboral.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Estudiar el comportamiento del precio de una acción en función del tiempo empleando para ello el algoritmo de Kalman, para pronosticar la tendencia reflejada a futuro para el corto plazo; contribuyendo así con el crecimiento de renta variable dentro del mercado bursátil colombiano.

1.2. SITUACIÓN PROBLEMA

Los constantes cambios dentro de la economía mundial y más específicamente dentro de la economía nacional, hacen de las inversiones dentro del mercado bursátil un negocio cada vez más riesgoso; un pequeño cambio en alguna de las variables que influyen en las negociaciones, se traduce en una posible pérdida para los entes que se encuentren participando dentro del mercado, probablemente conduciendo al fracaso financiero dentro de los rigurosos estándares de hoy.

Debido a esto, la importancia de una correcta predicción de los precios dentro de éste mercado, es el motor que impulsa la investigación de métodos más acertados y ajustados a la realidad.

1.2.1. Formulación del problema

La participación del mercado de valores, específicamente el de renta variable, en la economía de Colombia resulta poca en comparación con otros países de América Latina; en donde el porcentaje total de la renta variable dentro del monto transado durante el 2005 es de 1,7 %.¹ Esto brinda una visión de la verdadera

¹ CONSEJO DIRECTIVO BVC. BVC y bolsas latinoamericanas, Sep. 2006 (pdf en línea). [http://www.bvc.com.co/gobierno/homeFiles/BVC y bolsas latinoamericanas.pdf](http://www.bvc.com.co/gobierno/homeFiles/BVC_y_bolsas_latinoamericanas.pdf) (citado el: 06 de Junio de 2009)

situación del mercado accionario en el país y la inclinación por el mercado de renta fija, y más aún por el de deuda pública; ubicando a Colombia de esta manera detrás de países como Brasil, México y Chile en materia de capitalización bursátil y montos negociados.

La importancia de un óptimo papel de esta rama de la economía se traduce en un mayor patrimonio de las empresas que al acceder a la negociación de sus acciones logran con esto una mejora en sus los índices de capital.² Impulsando de esta manera el desarrollo tanto de la economía del país como toda su estructura accionaria y a su vez en el ámbito general incluyendo más empleos, más industrias, mayor comercio; estimulando el mejoramiento de las condiciones de vida dentro del país y el bienestar de su población. Debido a esto, se presenta el siguiente interrogante:

- ¿Existe actualmente algún método de predicción confiable dentro del ámbito de los mercados de capitales, que mejore las oportunidades de invertir en acciones y que resulte óptimo en costo, eficiencia y resultados?

1.2.2. Sistematización del problema

Del planteamiento de éste problema, se desglosan diversos cuestionamientos acerca de la investigación a realizar, los cuales se enuncian a continuación.

- ¿Cuáles son los tipos de activos financieros que se presentan en los mercados de valores?
- ¿Qué parte de estos activos financieros entran en juego en la Bolsa de Valores de Colombia?
- ¿Existen herramientas asequibles que brinden la confiabilidad necesaria para una mayor participación en las inversiones?
- ¿Es cuantificable y predecible el riesgo de invertir en activos de renta variable?
- ¿Es constante la presencia de las empresas dentro de los estándares de alta bursatilidad en Colombia?

² CONSEJO DIRECTIVO BVC, Op. Cit.

- ¿Es posible seguir el comportamiento tanto de los precios, como del riesgo de las acciones de estas empresas?
- ¿Es factible la adecuación de algoritmos desarrollados en otros campos del conocimiento, como es el caso del filtro de Kalman y las series temporales, para la predicción de precios?
- ¿El uso del filtro de Kalman y las series temporales resulta óptimo para el escenario de un portafolio conformado por acciones de la bolsa de valores de Colombia?

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Identificar y evaluar un modelo basado en las series temporales que facilite la toma de decisiones para la inversión en acciones de la Bolsa de Valores de Colombia utilizando el algoritmo del filtro de Kalman.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar una guía sobre las diferentes inversiones en activos financieros de renta variable en los mercados bursátiles.
- Elaborar una metodología de simulación para pronosticar la evolución de los precios y el riesgo de las acciones colombianas que conforman el portafolio de inversión.
- Evaluar el algoritmo del filtro de Kalman y las series temporales ajustado a la negociación de acciones en el mercado colombiano.
- Monitorear día a día el movimiento de las acciones de alta bursatilidad en la bolsa, para la determinación de estándares que permitan comparar los resultados obtenidos en la simulación desarrollada, frente a los datos

presentados en el mercado de acciones de Colombia.

1.4. DELIMITACIÓN

El proyecto se realizará enfocado en el mercado accionario de Colombia, abarcando de esta manera, la Bolsa de Valores de Colombia S.A., la Superintendencia Financiera de Colombia, el Banco de la República y las demás principales entidades relacionadas directamente en el campo de los activos de renta variable en el país; con el fin de analizar el comportamiento de los precios históricos de un grupo reducido de empresas partícipes de tal mercado, precios presentados antes y durante el proceso de desarrollo del trabajo.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente la economía mundial lleva un ritmo muy competitivo y muy exigente en sus resultados, estableciendo márgenes cada vez más estrechos por los cuales deben de encaminarse las empresas; el incremento de nuevas formas de evaluar el desempeño de las empresas con diversos indicadores financieros y de gestión, hacen que la labor de mantenerse a flote dentro del sector, sea más difícil.

En consecuencia, se torna vital la necesidad de generar utilidades con un menor grado de riesgo, y por ende surgir con mayor respaldo económico dentro del mercado, apoyados por ese soporte financiero tan solicitado a la hora en que los socios de las empresas decidan prolongar la vida de la empresa o tomar las medidas correctivas que cambien el rumbo de sus inversiones. Es allí donde juega un papel muy importante la expansión del mercado de valores, dando ejemplo de esto se encuentra la venta de acciones de tres grandes empresas del país, ECOPETROL S.A., ISAGEN S.A. y el GRUPO AVAL S.A., las cuales sacaron a disposición del público en general, un porcentaje de estas para incrementar su patrimonio (ampliar su capital) y llevar a cabo un crecimiento o alguna inversión con el fin de una mayor competitividad.

La incertidumbre manejada actualmente en los diversos mercados de valores del mundo es una constante que los inversionistas quisieran evitar, la idea de perder grandes cantidades de dinero en segundos puede llevar a una baja participación de los recursos financieros de una nación, incluyendo la cultura que se venga

manejando en cuanto a estabilidad se refiere (lo arriesgados que son a la hora de tomar decisiones, apuestas, inversiones); en consecuencia son múltiples las variables que afectan las decisiones de los inversionistas, llegando a ser muy diversas en cuanto a la relación del campo en que se desenvuelven estas.

Desde un simple rumor, hasta acontecimientos que marcan la historia de una empresa e inclusive la de un país, son capaces de dar un giro inesperado a los precios que se manejan, en el momento en que esta información afecta el criterio de decisión de las personas, como hacía mención uno de los más grandes científicos de nuestra época, Stephen Hawking:

Recientes profetas catastrofistas han ido más lejos fijando fechas concretas para el fin del mundo. Tales profecías fueron causa de que bajasen las bolsas de valores, aunque me sorprende la razón de que el fin del mundo impulse a alguien a cambiar sus acciones por metálico. Presumiblemente no es posible llevarse ni unas ni otro al abandonar esta existencia.³

Lo que queda por hacer, debido a las limitaciones de comprensión de las reglas que rigen el entorno, ya sea físico, económico, psicológico o demás áreas, partiendo de que todo pensamiento es una reacción química a estímulos recibidos o almacenados; es interpretar y encajar lo observable en modelos que se ajusten a nuestros deseos y/o necesidades dentro del mundo bursátil

Dada la situación actual de los métodos de predicción, que se pueden apreciar tanto en las aplicaciones científicas como las que se hacen presentes dentro de la vida cotidiana, pasando desapercibidos. Bien vale mencionar dentro de estos, los videojuegos, las simulaciones de una serie de eventos diversos de los cuales no se posee mucho control, ejemplo de esto es el comportamiento de los personajes, y su inteligencia artificial. Sin profundizar mucho sobre dichas aplicaciones, se encuentra el pronóstico del tiempo que a falta de modelos más precisos, no es posible dar un detallado y correcto estado del tiempo en un punto determinado, siendo necesario el monitoreo continuo del estado del sistema conformado por corrientes de agua, temperaturas y demás elementos que influyen en el cambio climático, y solo así dar un pronóstico máximo de un par de días.

Éste grado de incertidumbre es similar al que se maneja dentro de las bolsas de valores de todo el mundo incluyendo a la de Colombia, en donde los métodos de

³ STEPHEN HAWKING. El futuro del universo. Conferencia pronunciada por Stephen Hawking en la Universidad de Cambridge, en enero de 1991 (pdf en línea).
<http://runapacha.iespana.es/paginas/19ciencia/pdf/ciencia003.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

predicción no ofrecen la precisión deseable, y los precios que se encuentran en constante monitoreo, algunas veces tienen un comportamiento muy errático. Por consiguiente, queda especular sobre las alzas y bajas del mercado, los escenarios favorables que puedan presentarse, y analizar las ventajas que se encuentren disponibles para aprovecharlas.

Inclusive con las actuales crisis por la que vienen atravesando los países acerca del petróleo y los cultivos concernientes a los biocombustibles como alternativa tanto desde una perspectiva ambiental como de una perspectiva monetaria, cayendo así en un círculo vicioso en donde es difícil detener ese desencadenamiento de sucesos en los que la demanda de los combustibles hacen del precio de estos una variable creciente junto a otras elementos no tan relacionados a simple vista como son los alimentos y demás, ya que su precio se encuentra fuertemente ligado a los costos del transporte;

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. ESTADO DEL ARTE - ANTECEDENTES

Desde la publicación por parte del señor Rudolph E. Kalman de su algoritmo, se han llevado a cabo la aplicación de éste filtro para diversos campos de la ciencia; sistemas de navegación, aeronáutica, seguimiento de objetos, oceanografía, hidrología, sistemas de control, sistemas de automatización, y entre otras, la más concerniente al documento, la econometría.

A escala un poco global, el uso del filtro para la mejora de variables en la econometría, se ha extendido al estudio de elementos como proyecciones de tasas de interés, caso de *The application of the Kalman filter to the Fisher equation: Italian and German term structure of interest rates*⁴; o ya un poco más general la tesis doctoral *Aplicaciones econométricas del filtro de Kalman y algunas variaciones numéricas: el filtro de Chandrasekhar*⁵. Ya en un marco más cercano, los estudios realizados en Colombia han incursionado en temas como la economía subterránea en Colombia⁶, la predicción de betas y VaR de portafolios de acciones⁷, la estimación de la tasa de interés natural en Colombia⁸, la construcción de un modelo para las series del PIB trimestral⁹; por mencionar algunos.

⁴ PANSERI, Claudia, URGÁ, Giovanni, CRISTINI, Annalisa. *The application of the Kalman filter to the Fisher equation: Italian and German term structure of interest rates*, May 1999 (pdf en línea). http://fmwww.bc.edu/cef99/papers/panseri_uv.pdf (citado el: 06 de Junio de 2009)

⁵ SOTOCA LÓPEZ, Sonia. *Aplicaciones econométricas del filtro de Kalman y algunas variaciones numéricas: el filtro de Chandrasekhar*. Madrid, 1992, 238 p. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Departamento de Fundamentos del Análisis Económico II (Economía Cuantitativa)

⁶ ARANGO A, Carlos A., MISAS A., Martha, LÓPEZ E., Enrique. *Economía subterránea en Colombia 1976-2003: una medición a partir de la demanda de efectivo* (pdf en línea). <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra335.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

⁷ GIRALDO GÓMEZ, Norman. *Predicción de betas y VaR de portafolios de acciones mediante el filtro de Kalman y los modelos de Garch* (pdf en línea). http://cuadernosadministracion.javeriana.edu.co/pdfs/5_29_Prediction de betas.pdf (citado el: 06 de Junio de 2009)

⁸ ECHAVARRÍA SOTO, Juan José et al. *La tasa de interés natural en Colombia*, (pdf en línea). <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra412.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

⁹ GALVIS, Claudia Marcela y NIETO SÁNCHEZ, Fabio Humberto. *Construcción de un modelo para las series del PIB trimestral usando filtros de Kalman*. Bogotá, 1991. Trabajo de investigación pregrado. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

La investigación y los trabajos realizados por parte de los integrantes de la facultad de ingeniería industrial (pregrado y postgrado) y otras dependencias de la universidad, han incursionado acerca de la bolsa de valores y algunas herramientas para mejorar el rendimiento de los instrumentos financieros, abarcando algunas como la metaheurística de búsqueda tabú¹⁰, el algoritmo de recocido simulado¹¹, modelos ARIMA y el algoritmo genético para la negociación de acciones¹² o la optimización del portafolio de inversión¹³, sin llegar a abordar el tema con el enfoque y las herramientas que se plantean utilizar para el caso colombiano.

Contando además con grupos de investigación que abordan el tema con un enfoque más que todo por el área eléctrica y de navegación como es el caso del proyecto Libélula¹⁴, siendo un apoyo para el desarrollo del trabajo y la solución de los diferentes inconvenientes que se nos puedan presentar.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Se presentarán las definiciones de algunos conceptos que servirán de reseña para la simplificación del entendimiento del documento, además de tener un pequeño glosario a manera de introducción para posteriores consultas.

Acción: Es un título que le permite a cualquier persona (natural o jurídica), ser propietario de una parte de la empresa emisora del título, convirtiéndolo en accionista de la misma y dándole participación en las utilidades que la compañía

¹⁰ MOSCOSO RAMÍREZ, Angie Vanesa. Optimización de activos financieros a través de la metaheurística de búsqueda tabú aplicada en la negociación de acciones. Pereira, 2005, 337 p. Trabajo de grado (Magíster en Administración Económica y Financiera). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial.

¹¹ MORENO ARICAPA, Albeiro. Negociación de acciones en la bolsa de valores de Colombia utilizando el algoritmo de recocido simulado. Pereira, 2005, 186 p. Trabajo de grado (Magíster en Administración Económica y Financiera). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial.

¹² CARDONA BOTERO, Alberto y SERNA BEDOYA, Adriana María. Algoritmo Genético para negociación de acciones. Pereira, 2006, 112 p. Trabajo de investigación (Magíster en Administración Económica y Financiera). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial.

¹³ E. A. Cruz T., J. H. Restrepo C., y J. J. Sánchez. Portafolio de inversión en acciones optimizado. En Revista Scientia et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira. p 175-180. Año XI - Número 27 - Abril de 2005

¹⁴ Proyecto de automatización del vuelo de un helicóptero aeromodelo, realizado por estudiantes y profesores de la Universidad Tecnológica de Pereira.

genere. Además se obtienen beneficios por la valorización del precio de la acción en las Bolsas y le otorga derechos políticos y económicos en las asambleas de accionistas.¹⁵

Ampliación de capital: Aumento del capital social de una empresa mediante la emisión de nuevas acciones en el mercado.¹⁶

Asamblea de accionistas: Reunión de los accionistas de una empresa convocada en la forma establecida por los estatutos de la sociedad. Tiene como fines principales la verificación de los resultados, lecturas de informes financieros, discusión y votación de los mismos, elección de directores, distribución de utilidades y la formación de reservas.¹⁷

Bolsa de valores: Establecimiento privado autorizado por el Gobierno Nacional donde se reúnen los miembros que la conforman con el fin de realizar las operaciones de compraventa de títulos valores, por cuenta de sus clientes.¹⁸

Bursatilidad: Medida del grado de liquidez que tiene una acción en la Bolsa de Valores.¹⁹

Capital: Es la suma de todos los recursos, bienes y valores movilizados para la constitución y puesta en marcha de una empresa. Es su razón económica.²⁰

Capitalización bursátil: Es el valor dado a una empresa en bolsa. Se calcula multiplicando la cotización por el número de acciones que componen el capital de dicha empresa. La capitalización de los valores cotizados en la bolsa es la que se obtiene sumando todas las cotizaciones de dichos valores en un momento dado. Éste índice se emplea para comparar mercados bursátiles.²¹

Filtro de Kalman: Es un algoritmo desarrollado por Rudolf E. Kalman que sirve para poder estimar el estado de un sistema dinámico lineal, al igual que el estimador de Luenberger, pero sirve además cuando el sistema está sometido a ruido blanco aditivo.²²

¹⁵ BVC S.A. Diccionario de finanzas (en línea).

<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Glosario> (citado el: 06 de Junio de 2009)

¹⁶ *Ibíd.*

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ *Ibíd.*

²⁰ *Ibíd.*

²¹ *Ibíd.*

²² WIKIPEDIA. Filtro de Kalman (en línea). http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_de_Kalman (citado el: 06 de Junio de 2009)

Inversionista: Persona natural o jurídica que realiza inversiones, que son una forma de darle uso productivo a sus recursos de manera eficiente con el fin de obtener más dinero.²³

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 en el espacio, de los recursos de capital (aquellos de mediano y largo plazo destinados a financiar la inversión, por oposición a los recursos de corto plazo que constituyen el objeto del mercado monetario), los riesgos, el control y la información asociados con el proceso de transferencia del ahorro a la inversión.²⁴

Portafolio de inversión: Es una combinación de activos financieros poseídos por una misma persona, ya sea natural o jurídica, con el fin de obtener rendimientos y ganancias por pago de dividendos e intereses y no, un beneficio por la compra y venta de los títulos.²⁵

Volumen transado: Cantidad de acciones compradas y vendidas en un día, ya sean de una compañía determinada o de todo un mercado.²⁶

2.3. MARCO LEGAL

Dentro del mundo accionario, se establecen normas para el cumplimiento de unos lineamientos mínimos, con el fin de regular y de mantener la justa transacción en esta rama de la economía colombiana; se realizará un breve repaso por las entidades y sus regulaciones que se tendrán en consideración dentro de la investigación²⁷, todas estas enmarcadas dentro de la constitución política de Colombia.

²³ BVC S.A., Op. Cit.

²⁴ Ibid.

²⁵ Ibid.

²⁶ SUPERFINANCIERA. Glosario (en línea).

<http://www.superfinanciera.gov.co/GuiasInformativas/glosario-v.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

²⁷ BVC S.A. Leyes (en línea).

<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Regulacion/Mercado+de+Valores/Leyes?action=dummy> (citado el: 06 de Junio de 2009)

2.3.1. Bolsa de Valores de Colombia S.A.

La Bolsa como entidad al frente de los mercados de capitales del país con miras a estar a la vanguardia con respecto al manejo y cumplimiento de las bolsas con sus sujetos partícipes del mercado, ha establecido el seguimiento del código de buen gobierno para un desarrollo ideal y acorde con su objeto social; además de establecer sus propios estatutos, reglamentos, y manuales del accionista, asimismo el de ética y conducta con el fin de abarcar el mayor número de escenarios que se puedan presentar y las diferentes situaciones que ameriten una regulación y el establecer unos límites de acción, incluyendo de esta manera los diferentes mercados y sistemas de información que administra.

2.3.2. Gobierno colombiano.

El Ministerio de Hacienda y Crédito Público, cumpliendo con su función de regulador estatal del andamiaje legal y de desarrollo económico, además del Congreso de la República y el Presidente de la República como suprema autoridad administrativa; han establecido una serie de “normas” con las cuales se deben de enmarcar las actividades presentadas en el campo de los mercados de capitales dentro del país, es entonces que se hacen presentes los diversos decretos ya elaborados.

2.3.3. Superintendencia Financiera.

Las funciones que le competen a la Superintendencia de Valores, como órgano administrativo nacional supervisor del sistema financiero colombiano, se reduce a estimular, organizar y regular el mercado público de valores mediante una serie de resoluciones y circulares que abarcan los principios, el manejo de la información, obligaciones y deberes entre otros temas, con los cuales están regidas tanto las sociedades comisionistas de valores como la bolsa de valores y emisores de valores.

2.3.4. Banco de la República.

Las variaciones implícitas en el mercado concernientes en materia cambiaria, se encuentran reguladas por el Banco de la República, así mismo el entorno de manejo de divisas, su negociación y el sistema de compensación y liquidación de estas, mediante los diversos mecanismos, procedimientos y requisitos que intervienen al momento de manejar divisas dentro del mercado cambiario.

2.4. MARCO SITUACIONAL

Esta investigación se llevará a cabo en Colombia, a través de su Bolsa de Valores; entidad privada que abarca los mercados accionario, cambiario, de derivados y de renta fija; integrándose en una sola luego de estar dividida anteriormente hasta el año 2001 en tres instituciones principales, las bolsas de Bogotá, Medellín y Occidente²⁸. Enfocando el trabajo dentro del mercado accionario y seleccionando de éste, una o varias acciones para su estudio durante el periodo comprendido entre el año 2007 y 2009; así mismo, abarcando las variables que se consideren pertinentes para el trabajo.

²⁸ BVC S.A. Conózcanos (en línea).
<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/AcercaBVC/conozcanos?action=dummy>
(citado el: 06 de Junio de 2009)

3. MERCADO DE CAPITALES Y ACCIONARIO

En Colombia, el sistema financiero se encuentra estructurado mediante diversos mercados que se pueden clasificar en cuatro grupos importantes de acuerdo al enfoque del trabajo o al tipo de activos que estos negocian; el mercado monetario, el mercado de capitales, el mercado de divisas y otros mercados financieros en donde se encuentran contemplados los movimientos y manejos que se tienen de los diferentes capitales presentes.²⁹



Figura 1. Diagrama del sector financiero. Fuente CMC – Centro para el Desarrollo del Mercado de Capitales

El desarrollo de nuevas tecnologías y de nuevos productos, ha permitido que los intercambios entre personas no sólo se realicen en un lugar determinado, ni que los elementos que desean intercambiar estén físicamente en ese lugar. Actualmente, se puede definir un mercado como el espacio, la situación o el contexto en el cual se lleva a cabo el intercambio, la venta y la compra de bienes, servicios o mercancías por parte de los compradores que demandan dichos elementos y tienen la posibilidad de comprarlos, y unos vendedores que ofrecen estos mismos.

En los mercados, los compradores reflejan sus deseos en la demanda, buscando

²⁹ CMC. Estructura del mercado de capitales colombiano (en línea). http://www.mercadoycapitales.com/mercado/mercado_capitales.php (citado el: 06 de Junio de 2009)

lograr la mayor utilidad posible, mientras que los vendedores buscan obtener ganancias al ofrecer productos que los consumidores o compradores estén buscando; es decir, que estén demandando. Esta demanda y oferta de mercancías actúan como fuerzas que, al interactuar, permiten determinar los precios con que se intercambian los bienes.

El mercado de capitales tiene la particularidad de permitir que se realicen transacciones sin que el comprador y el vendedor estén presentes, por lo cual ambos deben contar con herramientas que les permitan ver la legalidad de dichas actividades comerciales, además de contar con la asesoría adecuada para la toma de decisiones a la hora de comprar o vender, en las negociaciones de la bolsa de valores es donde más se debe tener presente el uso de estas herramientas, pues esto constituye la base fundamental de una buena negociación, dadas las exigencias del medio en que se llevan a cabo estas actividades.³⁰

Las personas que forman parte de éste mundo de negocios hacen uso de varios tipos de ayudas, como lo son los indicadores, las noticias, los comentarios a veces especulativos y todo aquello que les permita ver la ventaja que buscan a la hora de negociar, sin lugar a duda esto tiene grandes implicaciones en el mercado de capitales. El cual generalmente se refiere al mercado en el que se hacen transacciones con fondos; es decir, dineros que se encuentran generalmente invertidos a largo plazo. En estos mercados también se incluyen a las entidades o instituciones que conceden y piden préstamos.

La información cumple un papel fundamental en los mercados de capitales, pues gracias a ella los vendedores y los consumidores saben qué se está demandando, en qué cantidad y a qué precios, gracias a lo cual pueden decidir qué y cuánto ofrecer, así como qué comprar y en qué cantidad hacerlo, o, si así lo consideran, pueden tomar algún otro tipo de decisión.

Resulta necesario conocer quiénes y que elementos juegan un papel relevante dentro de los mercados objetos del estudio, el mercado accionario colombiano. La influencia de los demás mercados que componen el sistema financiero dentro del mercado accionario, es una cadena de sucesos que no es tan obvia a simple vista, es por lo cual debemos conocer en cierta medida por lo menos los aspectos generales de estos.

³⁰ ZAMBRANO VALENCIA, Anyeli. El mercado de capitales, Oct. 2004 (en línea).
<http://www.gestiopolis.com/recursos3/docs/fin/mktcapcol.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

3.1. EL MERCADO MONETARIO

Conocido también como mercado de dinero, contempla el manejo de los activos de renta fija de bajo riesgo y alta liquidez, emitidos por los intermediarios financieros, el gobierno y las entidades tanto públicas como privadas, a un periodo de corto plazo comprendido entre un día y 12 meses, o máximo 18 meses.

Estos activos son negociados generalmente al por mayor, y los principales manejados dentro del contexto nacional son los títulos valores (TES, CDT, Papeles comerciales), los préstamos interbancarios (plazos de un día generalmente) y de títulos (títulos por dinero o títulos por títulos); estos últimos, los préstamos de títulos utilizan principalmente tres operaciones del mercado, las transferencias temporales de valores conocidas también como préstamo de títulos, los repos y las simultáneas, todas estas tres operaciones manejan plazos muy cortos comprendidos en 1, 7 y 15 días.³¹

El bajo riesgo de estos mercados está determinado por la solvencia de los emisores, prestatarios institucionales como bancos comerciales o bien grandes empresas públicas y privadas de reconocida solvencia y que acuden a financiarse a corto a estos mercados. La alta liquidez esta determinada por la existencia de amplios mercados secundarios que garantizan la fácil y rápida negociación de los títulos y que es consustancial con estos mercados.

El hecho de ser un mercado de mayoristas no quiere decir que todas las operaciones que se hacen a corto plazo tienen la consideración de pertenecer al mercado monetario, sino solamente aquellas realizadas en mercados altamente especializados de carácter mayorista.

3.2. EL MERCADO DE DIVISAS

En éste mercado se llevan a cabo el intercambio, la compra y/o la venta de un grupo de monedas extranjeras utilizadas para facilitar el comercio internacional y las transacciones entre diversos países; siendo necesaria para esta adquisición de divisas unos mecanismos o herramientas para afianzar estos movimientos de monedas internacionalmente comerciales, algunos ejemplos más comunes son

³¹ BANCO DE LA REPÚBLICA. El mercado monetario en Colombia, Jun. 2006 (pdf en línea). www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/revista_bco_notas/2006/jun_06.pdf (citado el: 06 de Junio de 2009)

por medio telefónico y/o móvil, a través de redes informáticas o de plataformas de negociación y, claro está, personalmente.³²

Las variedades de los tipos de mercados se determinan por el plazo en que se encuentran estipuladas las entregas de la moneda; el mercado de contado en el cual se manejan compras para entrega a dos días, y el mercado a plazo fijándose la entrega a términos de 30, 60, 90 y 180 días normalmente. En estas transacciones participan, a manera general, los bancos, las multinacionales, los bancos centrales y las empresas no financieras que abarca por mencionar algunos actores, a las empresas exportadoras e importadoras, a los inmigrantes y turistas.

La importancia de éste mercado se ve reflejada en las variaciones de la economía de los países, resultando afectada a causa de que gran parte de las reservas internacionales se encuentran invertidas en divisas. Y sumando esto a la fluctuación de la moneda del dólar (llamado a veces moneda conductora), parte fundamental en el mercado de divisas como interventora entre monedas no tan mundialmente comerciables; hacen de que el cambio entre monedas sea una adquisición de poder de compra en una moneda extranjera, algo errática.

3.3. EL MERCADO DE CAPITALES

Comprendiendo el tipo bancario o intermediado y el no bancario o de instrumentos, el mercado de capitales es el responsable de la transición del ahorro a la inversión mediante instrumentos idóneos para que el sector público y privado realicen transacciones de títulos dispuestos a mediano y largo plazo. Dentro de esta dinámica se pueden encontrar intermediarios que hacen de facilitadores para las transferencias involucrando oferentes, demandantes, riesgo, información, capitales y títulos.³³

El primer segmento del mercado de capitales, el tipo bancario o intermediado, se fundamenta en las intervenciones de instituciones (bancos, corporaciones financieras, etc.) para esta transición entre el ahorro y la inversión mediante la transferencia o el empleo de estos recursos en generar nuevos títulos, financiar diversos proyectos, cubrir necesidades financieras o generar una mejor solvencia para respaldar sus diferentes actividades o razón social.

³² BIBLIOTECA VIRTUAL DEL BANCO DE LA REPÚBLICA. Mercado de divisas (en línea). <http://www.lablaa.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/econo41.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

³³ CMC, Op. Cit.

Éste mercado es necesario para el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas con el fin de realizar inversiones, ejecutar proyectos, usarlo como salvavidas financiero, entre otras razones; ya que estas muchas veces no cuentan con el capital necesario para destinarlo en cubrir esas necesidades. Está compuesto a grandes rasgos por intermediarios como corporaciones de ahorro y vivienda, bancos comerciales, corporaciones financieras y compañías de financiamiento comercial, además de los diferentes ahorradores e inversionistas.

La otra cara del mercado de capitales, el denominado no bancario o de instrumentos, basa su funcionamiento en el uso de diversos instrumentos para realizar la transición del ahorro a la inversión de una manera más directa y sin intermediarios trascendentales (principalmente los bancos comerciales), que afecten de manera drástica la dinámica y restrinjan con mayores trámites dicha transición. Principalmente, los derivados, la renta fija y las acciones hacen presencia dentro de esta clasificación del mercado, siendo el objetivo principal el estudio de las acciones que no tiene un rendimiento periódico predeterminado.

3.3.1. Renta fija

La renta fija son diversos elementos como bonos, obligaciones, letras, que han sido emitidos por parte de empresas o el estado con la finalidad de obtener efectivo o liquidez con la condición de regresar el valor de un interés periódico previamente estipulado adicionalmente al valor inicial del instrumento al momento de su vencimiento.³⁴

Al desenvolverse en un entorno propicio para los movimientos de estos instrumentos, las inversiones se realizan en el Mercado Electrónico Colombiano (MEC) diseñado inicialmente por el Ministerio de Hacienda, las Superintendencias Bancaria y de Valores y representantes de Asobancaria, Asofiduciarias, Fasecolda, Asofondos, entidades públicas, comisionistas de bolsa, el Depósito de Valores Deceval, el Banco de la República y la Tesorería General de la Nación. Participando dentro de él actores como lo son las entidades vigiladas por las superintendencias de valores y bancaria, además de algunos organismos públicos que mediante una vía legal estén designados para esta función; y las firmas comisionistas de bolsa actuando algunas veces como negociador para personas naturales, jurídicas y demás inversionistas.

³⁴ PROFESIONALES DE BOLSA. Renta fija (en línea).

<http://www.profesionalesdebolsa.com/interna.php?idsec=51> (citado el: 06 de Junio de 2009)

Las deudas adquiridas se representan por medio de títulos valores, los cuales a través del MEC, se negocian con el fin de recuperar inversiones o aumentar la liquidez vendiendo su participación en el mercado; el MEC que inició operaciones en Octubre 29 de 2001, tiene como finalidad ser la plataforma principal de negociación centralizando las operaciones y los actores profesionales del medio, enfocado para diversos mercados incluyendo el de renta fija, teniendo como particularidad que la estructura de la renta fija es similar a la de un préstamo bancario, denominando a los inversores de estos títulos valores obligacionistas.

Con motivo de satisfacer las necesidades de los inversores, se encuentran disponibles una gran variedad de opciones con las cuales se puede ajustar a los requerimientos con respecto a créditos, rendimientos y horizontes; unos de los instrumentos dentro de esta rama del mercado de capitales no bancario, son los bonos, bonos de solidaridad para la paz, las aceptaciones (de letras de cambio), y los más conocidos por el público en general, los certificados de depósito a término (CDT), entre otros.

3.3.2. Derivados

El mercado de derivados es el resultado de la búsqueda de una disminución en el riesgo manejado en las diversas transacciones realizadas en los mercados financieros, sobre tipos de cambio, tasas de interés, acciones, índices bursátiles y commodities³⁵, entre otros. Dado el tipo de mercado en donde se estén negociando los derivados, se clasificarán en derivados no estandarizados, los que son transados en el mercado mostrador (OTC) caracterizándose por ser contratos bilaterales, en donde se especifican completa y solamente entre ambas partes las condiciones; y derivados estandarizados se negocian de acuerdo a condiciones previamente establecidas a través de mercados organizados, y según el mercado donde se transen se determina la fecha de vencimiento de cada contrato, el tipo de producto y las especificaciones del subyacente; siendo el precio el único elemento determinado por el mercado.³⁶

Apoyados por el respaldo que brinda un mercado líquido, dentro de los diferentes

³⁵ Activos que representan materias primas, básicamente es negociar con materias primas en vez de divisas o demás títulos valores.

³⁶ CÁRDENAS SANTA MARÍA, Patricia. El mercado de derivados en Colombia. Una mejor administración del riesgo, 07 de Oct. 2005 (pdf en línea).
http://www.asobancaria.com/upload/docs/docPub2791_2.pdf (citado el: 06 de Junio de 2009)

derivados que se manejan, los más utilizados a nivel internacional son los futuros que son básicamente contratos entre dos partes acerca de un activo subyacente acordando venderlo en una fecha y a un precio específicos; los forwards siendo similares a los futuros se diferencian de éstos en que las condiciones del contrato son pactadas bilateralmente fuera del mercado; las opciones que son fundamentalmente operaciones donde se concede el derecho mas no la obligación de comprar o vender, existiendo dos clases de opciones, las de venta (put) y las de compra (call); y los swaps donde dos partes se comprometen previamente a realizar un intercambio en una fecha definida, de flujo de dinero sobre un monto nominal.

3.3.3. Acciones

Las diversas opciones que se encuentran en el mercado accionario, hace de éste un sistema complejo donde el comportamiento del mercado y de los diferentes precios manejados en estos sean muy variables y hasta cierto punto impredecibles, es de ahí que obtiene el nombre de renta variable las inversiones que su rentabilidad no está dada por una tasa fija, donde el rendimiento depende directamente del comportamiento de los mercados. Dentro de los portafolios que se encuentran en el mercado de renta variable están diversos tipos de acciones, diferenciadas por la clase de derechos tanto políticos como económicos que confieren al accionista. Los principales tipos de acciones manejadas en el mercado colombiano son las acciones ordinarias (AO), las preferenciales sin derecho a voto o también conocidas como acciones con derecho preferencial (ADP), y las privilegiadas (AP).³⁷

³⁷ BVC S.A. Mercado de acciones (en línea).
<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/acciones?action=dummy> (citado el: 06 de Junio de 2009)

CLASE DE ACCIÓN	DEFINICIÓN	DERECHOS QUE CONFIERE	VENTAJAS
Ordinaria	Acción que tiene la característica de conceder a su titular derechos económicos y políticos provenientes de la participación en el capital de la entidad emisora.	Derechos económicos que están relacionados con la posibilidad de percibir dividendos de acuerdo con las utilidades que genere la empresa y los derechos políticos que permiten a su titular tener derecho a voto en la asamblea general de accionistas.	Permiten vincular nuevos accionistas, ampliar el flotante y así financiar los planes de desarrollo de la entidad.
Preferencial sin derecho a voto	Acción que da a su poseedor prioridad en el pago de dividendos y/o en caso de disolución de la empresa, el reembolso del capital. Estas Acciones no podrán representar más del 50 % del capital suscrito.	Da derecho económico a percibir utilidades, pero no da derechos políticos, es decir que no da derecho a voto en las Asambleas de los accionistas, excepto cuando se especifica este derecho o cuando ocurren eventos especiales como la no declaración de dividendos preferenciales.	Ayudan a capitalizar la compañía sin perder el control de la empresa. Se cuenta con esta alternativa, en la que los nuevos accionistas no tendrán la intención de interferir en el manejo de la sociedad y en contraprestación obtendrán por su inversión un dividendo mínimo definido por la empresa que emita.
Acción privilegiada	Esta clase de acciones otorga a su titular, además de los derechos consagrados para las acciones ordinarias, los siguientes privilegios: <ul style="list-style-type: none"> ■ Un derecho preferencial para su reembolso en caso de liquidación hasta la concurrencia de su valor nominal. 	Conceden los mismos derechos que las acciones ordinarias, sin embargo, en cuanto a los derechos económicos conceden beneficios adicionales para hacerlas comercialmente más atractivas	Se crearon con el propósito de hacerlas más atractivas que las acciones ordinarias y así satisfacer, en parte, el anhelo de todo inversionista de tener seguridad económica para su inversión; estas acciones conceden, exclusivamente, beneficios económicos.

Tabla 1. Tipos de acciones. Fuente BVC – Bolsa de Valores de Colombia S.A.

Los diferentes actores que participan en el mercado accionario son las empresas que emiten los títulos al ponerlos a disposición de compra en el mercado primario, para luego ser negociados en el mercado secundario por los otros interventores del mercado. Los accionistas, inversionistas o clientes, que son las personas que invierten o ya han invertido su dinero con el fin de obtener dividendos y/o ganancias por la adquisición de estos títulos; las firmas comisionistas de bolsa entidades encargadas de actuar como intermediarios entre los emisores de las acciones y los inversionistas, y los comisionistas, profesionales especializados en la compra y venta de las acciones y de asesorar al inversionista para elegir una opción de acuerdo a como realizar sus inversiones; los corredores de bolsa (brokers), básicamente tienen la misma función que un corredor pero a diferencia de éste, el corredor actúa de manera independiente comprando y vendiendo en su propio nombre; sin olvidar a la entidad principal encargada del funcionamiento de éste mercado, la Bolsa de Valores de Colombia, y las entidades que en conjunto con la BVC regulan el correcto transcurso de las operaciones realizadas.

4. ANÁLISIS Y CONFORMACIÓN DE PORTAFOLIOS

Debido a que las personas tienen miedo a lo desconocido y a lo inesperado, el manejo del riesgo dentro de su vida cotidiana ha resultado tema de investigación y más aún cuando se trata de sus finanzas. Es en esta instancia donde juega un papel importante la diversificación de los portafolios o carteras de inversión en los cuales se encuentra presente un nivel de riesgo de los activos manejados, teniendo como principal exponente a Harry Markowitz, que en 1952 publicó su teoría de selección de carteras.

Esta teoría se basa en que el inversor, se encuentra influenciado por dos aspectos del mercado inherentes a los activos del portafolio, la posibilidad de pérdida o riesgo de la inversión y la rentabilidad que le puedan generar éstos con respecto al monto inicial invertido. Anteriormente se tenía como supuesto que ante un mayor número de activos que conforman el portafolio, era menor el riesgo que se manejaba en la cartera, debido a que mientras que las pérdidas de unos activos afectaban el rendimiento total, las ganancias de los otros activos compensaban las pérdidas, y de esta manera, la variación disminuye en menor medida que si se tuviera menor número de activos.³⁸

Pero con su publicación, Markowitz demostró que diversificando un portafolio con respecto a la correlación entre las acciones, siendo baja esta correlación, se verá menos afectado el rendimiento de éste. Posteriormente James Tobin en 1958, aportó al área de los portafolios el modelo de la demanda de dinero, que se enfoca en que el dinero es una reserva de valor, pero no se profundizará en éste enfoque dada la naturaleza del trabajo. Los elementos más relevantes para considerar en esta diversificación y en el cual se basará parte del estudio de los precios de las acciones de éste trabajo son la rentabilidad esperada de la cartera conformada, el riesgo, la varianza.

Dependiendo de si el portafolio se encuentra conformado por activos de renta fija o variable, y si en éste se encuentra uno o más activos, los rendimientos y demás componentes se encontrarán ligados a estos elementos, en donde el riesgo de un portafolio conformado por varios activos es menor a la suma de los riesgos de los activos tomados en cuenta cada uno por aparte.

Para el caso de aplicar la teoría del equilibrio de capitales, que es una extensión

³⁸ COBO QUINTERO, Álvaro José. La selección de carteras: desde Markowitz. Bogotá, Colombia (pdf en línea). <http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Decisiones/curso/carteras.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

de la teoría de carteras de Markowitz, se contempla la posibilidad de no invertir todo en activos que manejan riesgo sino también parte del monto a invertir en activos sin riesgo; tomando en cuenta que se conformará un portafolio de renta variable (con acciones ordinarias), y para el caso del estudio realizado se centrarán los esfuerzos en el precio de una acción, se mencionarán ambos aspectos del portafolio, cuando se tiene un solo activo o cuando se tienen más activos conformando la cartera.

El rendimiento de un activo para un solo período es:

$$R_i = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Donde, R_i es la rentabilidad del activo i , P_t es el precio del mercado del activo en el período t y P_{t-1} es el precio en el período inmediatamente anterior.

El rendimiento promedio de cada activo es:

$$E(R_i) = \frac{\sum_{t=1}^T R_t}{T}$$

Donde R_i es el rendimiento del activo i en un período dado t y T es el número de períodos que se analizan.

El riesgo de cada activo, medido como la desviación típica de la rentabilidad; está dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_t - E(R_i))^2}{T - 1}}$$

La covarianza entre los diferentes activos, calculada a través de la regresión simple (tomando cada par de activos) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$COV_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T [R_{i_t} - E(R_i)][R_{j_t} - E(R_j)]}{T}$$

La rentabilidad esperada del portafolio P se obtiene así:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N A_i E(R_i)$$

Donde A_i es el porcentaje de inversión en cada activo del portafolio y N el número de activos que participan en el portafolio.

El riesgo de un portafolio P con múltiples alternativas de inversión se logra a través del cálculo de su desviación típica:

$$\sigma_P = \sqrt{\sum_{i=1}^N A_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N A_i A_j \sigma_{ij}}$$

Donde σ_P es el riesgo del portafolio.

La optimización del portafolio de acciones a través de la programación cuadrática se expresa así:

Función Objetivo: Minimizar el riesgo del portafolio

$$\sqrt{\sum_{i=1}^N A_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N A_i A_j \sigma_{ij}}$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^N A_i = 100\%$$

$$\sum_{i=1}^N A_i E(R_i) = B_j$$

$$A_i \geq 0$$

El total de las inversiones deben ser iguales al 100% del capital disponible, en cada iteración j se establece un nivel de rentabilidad deseado y factible B y el valor porcentual de las inversiones no puede ser negativo. Lo anterior permite construir una infinita gama de combinación de portafolios que son óptimos pero en cada uno de ellos se maneja un nivel de riesgo y rentabilidad diferentes. Hasta éste

momento es decisión del inversor determinar en qué punto de la frontera de portafolios óptimos (a qué tipo de portafolio le quiere apuntar) de acuerdo a su perfil como inversionista, si a un portafolio de alta rentabilidad o uno de mínimo riesgo.

La frontera eficiente es el conjunto de portafolios optimizados dentro de un rango considerado entre un portafolio maximizando la rentabilidad y uno maximizando el riesgo, de ahí en adelante se construyen infinidad de portafolios, se toman variaciones comprendidas entre los dos extremos presentados anteriormente: Máxima rentabilidad hasta el mínimo riesgo, con un nivel de rendimiento determinado, se optimiza el riesgo.³⁹

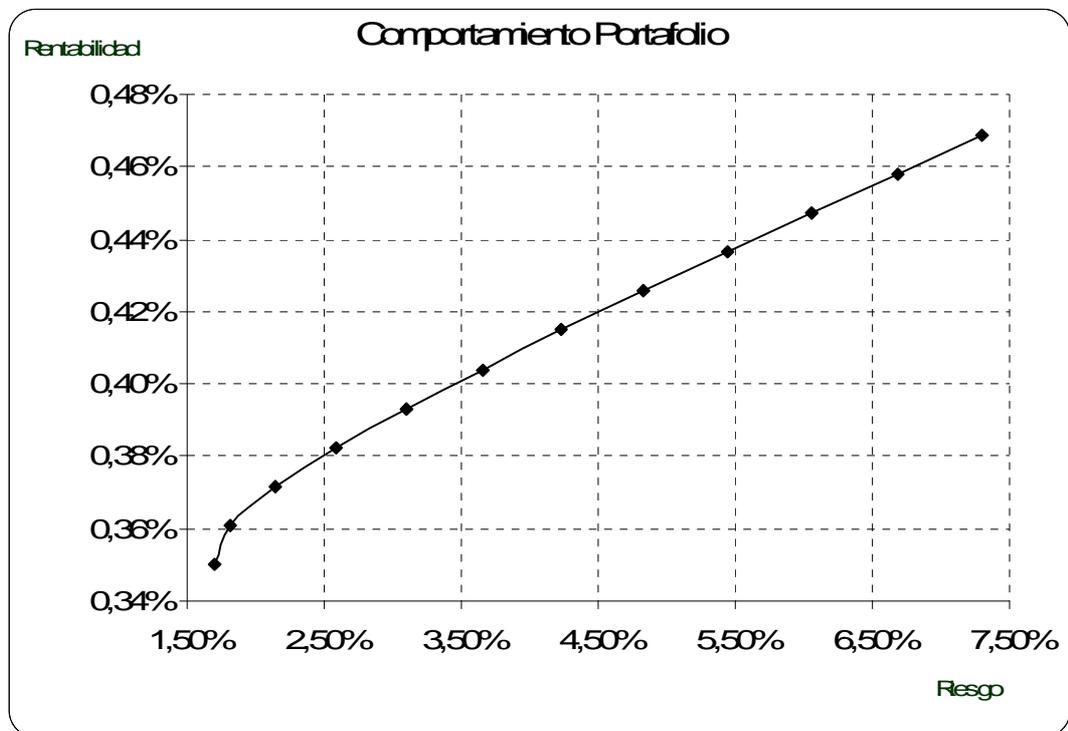


Figura 2. Ejemplo de curva rentabilidad vs. riesgo de un portafolio. Fuente autores

La diversificación es más efectiva cuando los activos se encuentran dentro de diferentes sectores, los cuales minimizan el riesgo del portafolio categorizado como no sistemático.

³⁹ E. A. Cruz T., J. H. Restrepo C., y J. J. Sanchez. Selección de portafolios de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia. *En Revista Scientia et Technica*, Universidad Tecnológica de Pereira. pp 299-304. Año XIII - Número 35 - Agosto de 2007

5. ANÁLISIS FUNDAMENTAL

Para la selección de los activos, es importante poder estar al tanto de la situación financiera, cuentas, balances de la empresa que ha emitido las acciones u otros activos para el público en general; siguiendo con la finalidad de establecer los criterios de decisión con respecto al futuro de la empresa o del sector manejando de esta manera el riesgo no sistemático, a la vez de que se quiere determinar el valor teórico o real de una empresa. Éste riesgo no sistemático, es el que abarca muchas veces información que no se encuentra disponible o que no es fácilmente de consultar, en su mayoría información de la empresa debido a lo reservados con su funcionamiento interno y estrategias.

Dentro de éste riesgo y también dentro de éste tipo de análisis que se realiza con el fin de establecer el mejor escenario para las transacciones de activos de renta variable, se toman en cuenta diversos factores que implican distintos niveles a considerar; inicialmente se estudian las variables por el campo que abarca y que afectan con respecto al activo ya sea directa o indirectamente.

El análisis macroeconómico ya sea internacional y/o nacional contempla los aspectos que intervienen en el desempeño de las empresas, las políticas económicas-monetarias implementadas por los gobiernos, la tasa de desempleo, los comportamientos de sectores de los que depende la dinámica de la empresa, la oferta y la demanda, el PIB y su distribución en los diversos sectores, entre otros; el análisis sectorial, enfocado a la sensibilidad del sector con respecto a la variación de la economía, a las tendencias y competencias, teniendo un peso importante el acceso para esta información a los consultores, organismos y asociaciones empresariales; y el análisis institucional o de la empresa siendo el más detallado buscando con éste encontrar el valor a mediano o largo plazo de la empresa o más específicamente el valor intrínseco de la empresa, es decir, el valor teórico de la acción o título valor emitido por esta, de acuerdo a los elementos económico-financieros en los que se fundamenta.

Dentro de estos diferentes niveles de análisis, cabe resaltar algunos conceptos importantes que sirven como base para realizar un análisis fundamental de una manera elemental, como lo es el EBITDA, el EVA, y diversos indicadores, razones o ratios con los cuales se puede tomar las decisiones respectivas de acuerdo a límites y/o estándares propuestos para la inversión/transacción, o para realizar una comparación entre diversas opciones del mercado.

5.1. EBITDA

El EBITDA deriva su nombre de las siglas en inglés de Earnings Before Interests, Taxes, Depreciation and Amortization, que en español sería básicamente las ganancias o utilidades antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización. La importancia de éste indicador de rendimiento, es debido a que se obtiene desde el estado de resultados de la empresa pudiéndose utilizar para realizar un análisis horizontal con el fin de determinar mediante una visión más real, la mejor empresa en generar una utilidad operativa, es decir, si una empresa es buena generando caja reduciendo los efectos de diversas circunstancias que pueden afectar el criterio del inversor al observar el estado de una empresa en rojo.⁴⁰

Ingresos operacionales
-Gastos operacionales
=Utilidad operativa
+Depreciaciones
+Amortizaciones
+Provisiones de activos
=EBITDA

O en resumidas cuentas el EBITDA se puede expresar de la siguiente manera:
Ventas – Costo de Ventas –Gastos operativos + Depreciación +Amortización

5.2. EVA

El EVA o Economic Value Added, es a grandes rasgos una herramienta para determinar la riqueza que genera una empresa de acuerdo al riesgo con la que esta opera. Involucrando el costo del capital, se dice que cuando el EVA arroja un resultado positivo se encuentra la empresa generando valor, y cuando éste es negativo se está destruyendo valor.

La manera de obtenerlo es mediante la diferencia entre la utilidad operacional después de impuestos y el costo por el uso de los activos.

EVA = Activos netos * (RAN - WACC) o también
EVA = UODI – (Valor del activo * WACC)

⁴⁰ SABOGAL BERNAL, Edinson. Para que nos sirve el Ebitda (en línea).
<http://www.gerencie.com/para-que-nos-sirve-el-ebitda.html> (citado el: 06 de Junio de 2009)

En donde UODI es la utilidad operativa después de impuestos, los activos netos es el mismo valor del activo, el RAN es el cociente entre la UODI y los activos netos de operación, WACC es el costo promedio ponderado de capital. En resumen, éste indicador se traduce en “la diferencia entre la utilidad operativa que una empresa obtiene y la que mínima que debería obtener”.⁴¹

5.3. Indicadores

Una de las herramientas de las que se valen para realizar una evaluación rápida son los indicadores en donde se involucran diversos elementos reflejando algún aspecto o característica importante para realizar las inversiones necesarias o las decisiones que más le convenga al evaluador; de una manera sencilla tanto de acceso de la información para construirlo como para obtener su resultado.

En el aspecto financiero y más específicamente el bursátil, hay muchos indicadores con los cuales se puede hacer los diversos análisis, se hará mención a algunos que se utilizarán o que pueden ser útiles a la hora de realizar la selección de las empresas a conformar la cartera.⁴²

5.3.1. Acciones en ganga

Si las utilidades de la empresa son mayores que cero, se calcula mediante la siguiente relación:

$$\frac{AC - PC}{AccC} > PPP$$

En donde AC y PC son activos y pasivos corrientes respectivamente, AccC las acciones en circulación; éste indicador se evalúa con respecto a la diferencia que

⁴¹ CORREA GARCÍA, Jaime Andrés. Informe EVA (presentación en línea). <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=18664> (citado el: 06 de junio de 2009)

⁴² APUNTES DE CLASE de Eduardo Arturo Cruz Trejos, profesor del curso de Seminario I “Optimización financiera” de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, 09 de Octubre de 2006.

se aprecia entre los dos valores.

5.3.2. Acciones con buen valor

Las acciones con buen valor, son indicadores acerca de la situación de la empresa con respecto al valor de las acciones o de las utilidades en el momento de realizar el análisis; el rendimiento de las acciones y los beneficios que estos otorgan son la base de éste pequeño grupo de indicadores.

- Índice de liquidez alto

Se basa en evaluar la razón corriente y si según esto, los activos corrientes doblan a los pasivos corrientes; teniendo la empresa la liquidez y solidez suficiente para responder por el doble de las deudas u obligaciones a corto plazo.

$$R.Corrrente > 2 \quad , \quad \frac{A.Corrrente}{P.Corrrente} > 2$$

- Relación precio-ganancia

Éste indicador resulta de la proporción entre lo que vale en el mercado la acción (Precio Promedio Ponderado – PPP) y los beneficios monetarios que esta representa al haber invertido en ellas (Utilidad Por Acción - UPA), dando una pequeña idea de en cuantos períodos se puede recuperar la inversión realizada.

$$RPG = \frac{PPP}{UPA}$$

- Ganancias en crecimiento

Las ganancias en crecimiento es el seguimiento la evolución de las utilidades en periodos consecutivos, mostrando a pequeña escala la dinámica de las ganancias reflejadas por la empresa.

$$\frac{U_t - U_{t-1}}{U_{t-1}} > \frac{U_{t-1} - U_{t-2}}{U_{t-2}}$$

5.3.3. Perros del Dow

Siendo éste uno de los más complejos de los que se presentan en éste capítulo, los perros del Dow vinculan la utilidad por acción con el precio promedio ponderado, a través de dos periodos consecutivos.

$$\frac{UPA_t - UPA_{t-1}}{UPA_{t-1}} \text{ vs. } \frac{PPP_t - PPP_{t-1}}{PPP_{t-1}}$$

Según el resultado de esta relación, serán la información brindada de la empresa y la estrategia a seguir, basándose en la teoría de que los mercados tienden a equilibrarse en un mediano y/o largo plazo (incluyendo a las acciones). Reflejándose en que los valores que se mejor se comportarán en un periodo serán los que peor se comportaron en el periodo pasado y viceversa.⁴³

$\Delta UPA > \Delta PPP$ Es un indicio de que la acción se encuentra subvalorada.

$\Delta UPA = \Delta PPP$ Es un indicio de que la acción se encuentra a un precio justo.

$\Delta UPA < \Delta PPP$ Es un indicio de que la acción se encuentra sobrevalorada.

5.3.4. Líderes que Brillan

Mediante una relación entre los dividendos de períodos consecutivos, se busca estudiar el comportamiento de la empresa y su crecimiento de los pagos de dividendos a medida que transcurre el tiempo, reflejando esta variación mediante porcentajes de incrementos o decrementos de los dividendos.

$$\frac{D_t - D_{t-1}}{D_{t-1}} > \frac{D_{t-1} - D_{t-2}}{D_{t-2}}$$

⁴³ Javier. Los perros del Ibex 2006, 31 de Dic. 2006 (en línea), <http://www.trackrecord.es/2006/12/los-perros-del-ibex-2006.html> (citado el: 06 de Junio de 2009)

5.3.5. Q Tobin

Introducido por James Tobin en 1969, éste indicador relaciona el precio de la acción en el mercado con su valor patrimonial, brindando una idea acerca de la valoración de la acción si esta subvalorada si esta relación es menor que uno o sobrevalorada si es mayor; con la finalidad de buscar las acciones más subvaloradas para obtener un mayor beneficio al adquirirlas.

$$\frac{PPP}{P.Pat} < 1$$

5.3.6. Capitalización diaria

Capitalización diaria o también conocido como el índice de liquidez accionaria, determina la actividad y transado de las acciones en la sesión del día, reflejando la relación entre las acciones transadas con respecto a las acciones en circulación.

$$Cap.Diaria = \frac{N^{\circ} Acc.Tran}{N^{\circ} Acc.Circ}$$

5.3.7. IBA

El Índice de Bursatilidad Accionario (IBA), generado por la superintendencia de valores con el fin de dar a conocimiento de una manera sencilla a los actores del mercado, la facilidad con que una acción se negocia siendo un indicador de la liquidez que esta acción maneja. Normalmente se clasifican en alta (IV), media (III), baja (II) o mínima (I) con base principalmente en el número de operaciones, volumen y la frecuencia en que se transan valorándolas entre un rango que va desde 0,000 y 10,000 donde el máximo valor de bursatilidad es el 10,000. Excluyendo de esta apreciación el precio de las acciones, se toma en cuenta para el cálculo del IBA mensual el promedio móvil de los cuatro meses anteriores

incluido el mes del cálculo⁴⁴ para determinar el grado de facilidad de la acción para comprarla y/o venderla en el mercado secundario.

⁴⁴ Colombia, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Resolución numero 0638 de 1998 (Superintendencia de Valores, Septiembre 29, 1998). Disponible en: <http://www.superfinanciera.gov.co/Normativa/valores/re063898.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

6. ANÁLISIS TÉCNICO

El análisis técnico es un apoyo realmente poderoso cuando se tienen las herramientas y el conocimiento necesario para interpretar los resultados observando principalmente el precio y el volumen del instrumento financiero; mediante el uso de indicadores y el estudio de los gráficos también conocido como chartismo, el inversionista puede determinar las tendencias o el comportamiento del mercado y de los precios de los cuales el está interesado, disminuyendo considerablemente el riesgo y por lo tanto incrementando las probabilidades de acertar a la hora de tomar una decisión y ver los resultados reflejados en las ganancias.

Aunque hay quienes creen que la efectividad de éste tipo de análisis se ve muy limitada, a comparación de los resultados obtenidos mediante las decisiones tomadas por otros medios, el análisis técnico posee la ventaja de trabajar con base al comportamiento de las acciones en el mercado sin ser directamente influenciado por otros factores económicos y financieros, resultando de esta manera, que esto es más sencillo al tomar una decisión o entrar a realizar operaciones sin el vasto conocimiento financiero de la empresa en cuestión.⁴⁵

Pudiendo llegar a tener un enfoque más inmediatista que el análisis fundamental, éste tiene sus bases en la teoría del Dow, pasando a través de elementos gráficos, matemáticos y estadísticos, sin olvidarse de una buena dosis de especulación y las “corazonadas”.

6.1. TEORÍA DEL DOW

Siendo su creador el periodista Charles H. Dow, que a través de sus estudios e interpretaciones del mercado y la intervención de algunos estudiosos del mercado de valores para puntualizar estas ideas ya formuladas, dieron finalmente origen a la teoría del Dow. Aportando entre otras cosas la primera piedra para constituir lo que hoy en día es el diario económico más importante o uno de los más importantes del mundo el Wall Street Journal, además de dos índices sectoriales tan conocidos como lo son el Dow Jones Industrial Average y el Dow Jones

⁴⁵ MUCHAPASTA. Análisis técnico (en línea) http://www.muchapasta.com/forex/Analisis_tecnico.php
(Citado el: 06 de Junio de 2009)

Transport Average.⁴⁶

Esta se puede resumir en seis puntos fundamentales:

- *Los índices o medias lo descuentan todo.* Partiendo de que toda la información, las especulaciones y los cambios que ocurren en el mercado, se ve reflejado al final en los índices y los precios de las acciones a través del mercado.
- *Los mercados se mueven por tendencias o movimientos.* Adoptando el comportamiento alcista o bajista, confirmadas estas tendencias por los mínimos y máximos moviéndose cada vez más altos o más bajos según sea el caso. Además se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo a su duración: primarias cuando se presentan en un tiempo de largo plazo (6 meses o más), secundarias para un tiempo de mediano plazo (3 semanas a 3 meses) y terciarias para el corto plazo (menores a 3 semanas); conocidas también como marea, olas y ondas respectivamente.
- *Principio de confirmación.* Las tendencias que se presentan se deben de confirmar por al menos dos medias o índices que corroboren la presencia de una tendencia en el mercado o el cambio de esta, el movimiento o comportamiento de una sola no resulta confiable.
- *Volumen concordante.* Las variaciones del volumen siguen el comportamiento de las tendencias en donde un movimiento alcista representa variaciones de aumento en el volumen cuando se encuentra en una tendencia el mercado y se comporte siguiendo la tendencia, y presentará una disminución cuando se encuentre el mercado en una tendencia y se comience a comportar de manera contraria a la tendencia.
- *Una tendencia se mantiene vigente hasta que otra opuesta la reemplace.* Considerándose que cuando el mercado ha definido una tendencia, esta no cambia hasta que no la reemplace otra diferente, teniendo en cuenta para esto el principio de confirmación como fundamental para definir el cambio de tendencia.
- *Las tendencias primarias cuentan con tres fases:* tanto para la tendencia alcista como bajista, existen tres fases que componen estos movimientos primarios. Para el caso de tendencia a la alza, las fases son la de acumulación, la de seguidores de tendencia y la fase de participación del

⁴⁶ ARANA MORRONDO, Ricardo. Charles H. Dow (1851–1902) (en línea).
<http://www.eumed.net/cursecon/economistas/Dow.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

publico en general y distribución; en la tendencia a la baja, las fases son de distribución, la de participación pública y la fase de pánico.

6.2. CHARTISMO

El estudio o análisis de los gráficos, conocido como chartismo derivado de chart⁴⁷ en inglés, es una parte importante del análisis técnico en donde se toman como base los gráficos resultantes de tomar el precio a través de unos periodos de tiempo, determinados por la conveniencia del analista con base a las operaciones a realizar; a diferencia del análisis fundamental, el análisis técnico se centra más en el precio o cotización, y no en el valor intrínseco de la empresa. Para realizar estos análisis se encuentran varios tipos de gráficos a disposición del inversor, cada uno con sus características particulares.

6.2.1. Gráfico de líneas o lineal

Éste gráfico se basa generalmente en un dato, las cotizaciones en la bolsa determinados por puntos en el gráfico unidos mediante líneas; aunque también se puede utilizar la variante de graficar en la parte inferior o superior el volumen transado. Para algunos éste tipo de gráfico resulta incompleto debido a que para periodos que no son casi inmediatos, no refleja completamente el comportamiento del mercado, solamente los valores de cierre o promedios.

⁴⁷ Gráfico, tabla o exposición de información de manera visual.



Figura 3. Gráfico de líneas. Fuente Yahoo! Finance

6.2.2. Gráfico de barras

Se puede decir en parte, que el gráfico de barras es un gráfico de líneas mejorado, ya que incorpora además del precio de cierre (a la derecha de la barra), el precio máximo y mínimo que alcanzó el instrumento estudiado. Una variante es complementar el gráfico añadiendo el elemento de precio de apertura presentado en el periodo a la izquierda de la barra.



Figura 4. Gráfico de barras. Fuente Yahoo! Finance

6.2.3. Gráfico de velas o candlestick

También conocido como las velas japonesas por sus orígenes entre los siglos XVII y XVIII para la predicción del precio del arroz, es un gráfico más intuitivo que el de las barras, debido a su representación y a la facilidad con que se detectan diversas figuras o tendencias bastante confiables que reflejan el comportamiento que adoptará el mercado.⁴⁸

Éste se construye de manera similar al gráfico de barras mediante el registro de los precios máximos y mínimos durante el periodo que sirven para conformar las llamadas sombras, las líneas que sobresalen del cuerpo de la vela, y también mediante el registro de los precios de apertura y cierre que conforman la parte superior e inferior del cuerpo de la vela; para una completa interpretación de éste tipo de gráfico es necesario tener en cuenta la tonalidad o color de la vela, ya que esta determina en que lugar se encuentran los datos de apertura y cierre, si la vela es clara indica que el precio de apertura es la base de la vela que corresponde normalmente a un comportamiento alcista y si es oscura la base determina el precio de cierre normalmente para un comportamiento bajista.



Figura 5. Gráfico de velas. Fuente Yahoo! Finance

⁴⁸ ELACCIONISTA. Gráficos Candlestick (velas japonesas) (en línea).
<http://www.elaccionista.com/tecnico/candlestick.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

6.2.4. Gráfico de punto y figura

Manejando elementos peculiares para representar los movimientos del mercado sin depender tanto, el gráfico de barras se caracteriza por el uso de una equis (x) para determinar las subidas y un círculo o rectángulo (o , □) para determinar las bajadas del precio, ambos dispuestos en columnas. Cada uno de estos símbolos utilizados en éste tipo de gráficos son conocidos como cajas, las cuales determinan un cierto rango del precio (a veces el 3%) disminuyendo así las pequeñas variaciones que distraerían al inversor de un comportamiento más pronunciado y definiendo el punto en que se debe agregar una nueva caja o columna. Las columnas generalmente se presentan o se crean a partir de cada cambio de tendencia o figura.⁴⁹

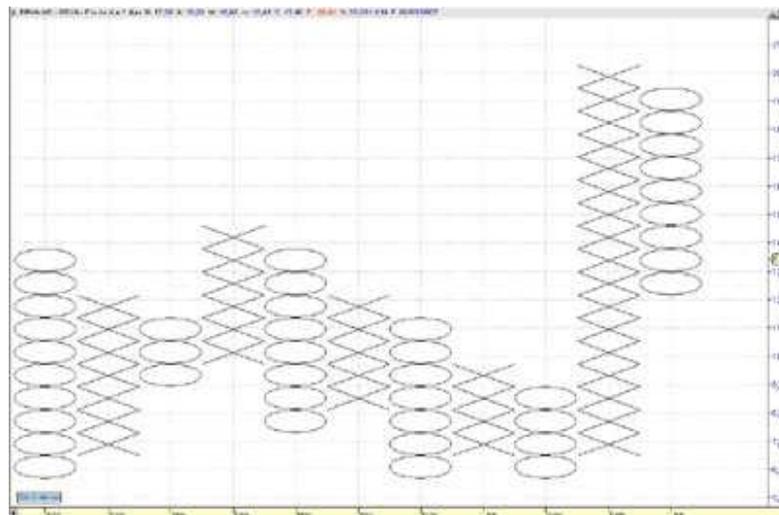


Figura 6. Gráfico de punto y figura. Fuente FinancialPedia

6.2.5. Figuras y Patrones de los gráficos

Dentro del chartismo y cada uno de los gráficos que se manejan para éste tipo de análisis, se han determinado formas y comportamientos que anteceden a tendencias, a sus cambios o confirmaciones. Figuras que se han podido identificar

⁴⁹ FOREX PREMIUM. Gráficos de puntos y figuras (en línea).
http://www.forexpremium.com/cursos/g_puntos.html (citado el: 06 de Junio de 2009)

y relacionar con movimientos y estados del mercado, se asocian con elementos fáciles de recordar y de asociar. Para cada tipo de gráfico se tienen elementos particulares; debido a esto se tomarán en cuenta los más generales, puesto que para el caso de los gráficos de velas, son muy diversos las figuras que se tienen identificadas.

Entre las más comunes de estos patrones se encuentran⁵⁰:

- *Soportes y resistencias*. Siendo más que una figura, es uno de los conceptos fundamentales en el chartismo, en donde los precios no bajan más de un límite determinado por una línea recta (soporte) o no suben más (resistencia), determinando una barrera para el cambio del precio.

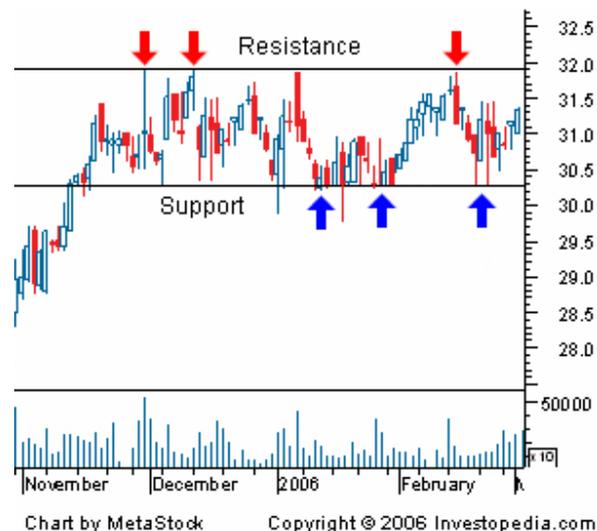


Figura 7. Gráfico de soporte y resistencia. Fuente Investopedia

- *Espacios o huecos*. Dentro de las series de cotizaciones, se encuentran saltos que interrumpen un poco la continuidad de la gráfica, cambios drásticos de las cotizaciones del precio debido a varios factores como pueden ser noticias o presiones del mercado, por mencionar algunas.

⁵⁰ INVESTOPEDIA ULC. Technical Analysis: Chart Patterns (en línea).
<http://www.investopedia.com/university/technical/techanalysis8.asp> (citado el: 06 de Junio de 2009)

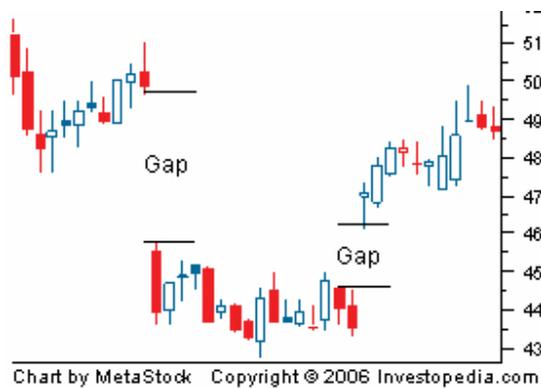


Figura 8. Gráfico de espacio o hueco. Fuente Investopedia

- *Hombro-cabeza-hombro*. Éste tipo de formación se puede identificar por la aparición de tres picos donde el central (cabeza) es más pronunciado que los otros dos (hombros), dando paso a identificar un límite dado por la figura indicando el fin de esta por el rompimiento de ese nivel; se puede presentar para cada caso de indicios de alzas o caídas, la formación de la figura invertida o normal respectivamente.



Figura 9. Gráfico de hombro-cabeza-hombro. Fuente Investopedia

- *Doble techo y doble suelo*. Los dobles techos o suelos consisten en picos similares separados por una variación inversa a estos picos y luego del segundo pico otra variación volviéndose una tendencia, que en el caso del doble suelo la tendencia sería al alza y para el doble techo a la baja; es posible también que se presenten casos de triples suelos o techos.

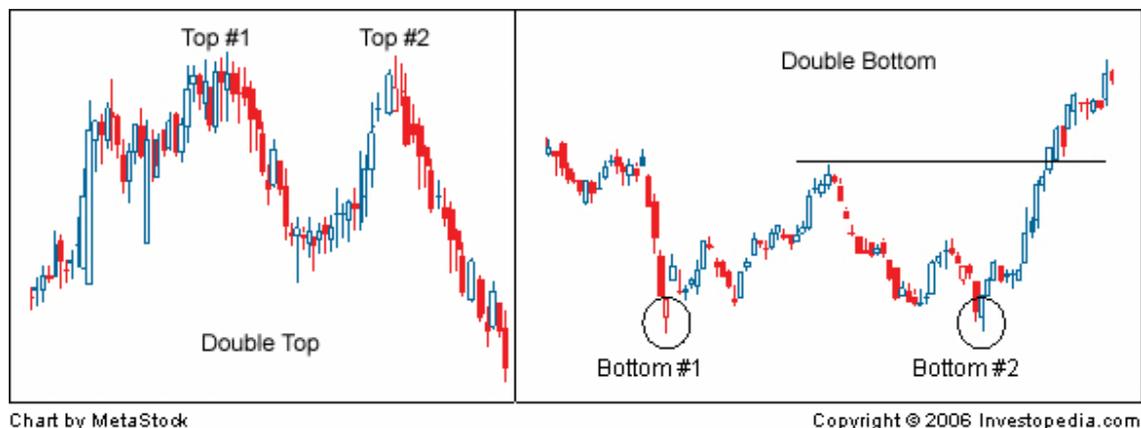


Figura 10. Gráfico de doble techo y doble suelo. Fuente Investopedia

- *Banderas y estandartes.* Básicamente se forman mediante dos líneas que limitan el movimiento de los precios para cortos periodos de tiempo, actuando como soportes y resistencias, que para el caso de los estandartes o pendones el precio tiende a converger a un punto hasta que se rompe la tendencia generalmente con un movimiento similar al anterior de la figura, y para el caso de las banderas que son muy parecidas a los estandartes pero con la diferencia de la disposición de los límites que no convergen llegando a ser paralelos.



Figura 11. Gráfico de banderas y estandartes. Fuente Investopedia

- *Suelos redondeados o soperas.* Como su nombre lo indica, es una formación en el comportamiento del mercado principalmente para el largo plazo en donde una línea curva determina el límite para el precio que ha venido bajando hasta llegar a un mínimo para recuperarse al alza.

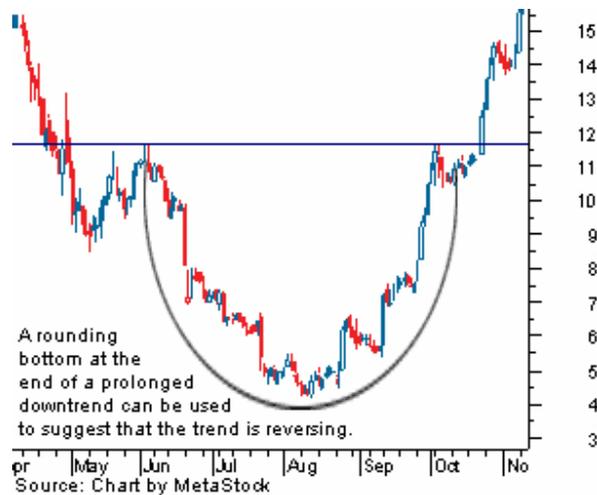


Figura 12. Gráfico de suelos redondeados o soperas. Fuente Investopedia

- *Triángulos*. De forma similar a los estandartes pero con la diferencia que se manejan para periodos de medio plazo, los triángulos pueden ser de varias clases: simétricos, ascendentes o descendentes; los simétricos son dos límites en donde convergen a un punto, como el caso del estandarte, pero la tendencia a seguir luego que se supere alguno de los dos límites es incierta, los de tipo ascendentes y descendentes siguen el mismo principio a diferencia de que poseen un límite que hace la vez de resistencia y soporte, respectivamente, y la ruptura de estos límites se da con una tendencia a la alza para el caso del tipo ascendente y a la baja para el descendente .

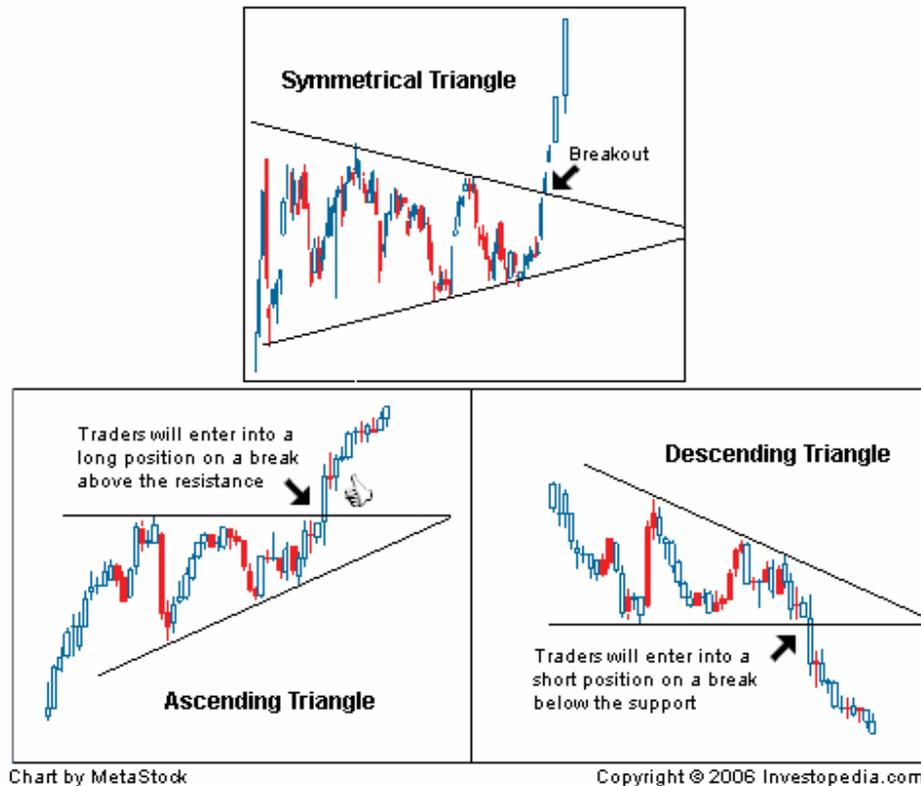


Figura 13. Gráfico de triángulos. Fuente Investopedia

6.3. MODELOS MATEMÁTICOS

Enfocándose más al análisis técnico en sí, los modelos matemáticos abarcan algo más que la simple observación, mediante el empleo de fórmulas, algoritmos o un análisis más profundo de los gráficos.

6.3.1. Promedios móviles

Los promedios móviles son unas de las herramientas más utilizadas para la predicción del comportamiento de los precios de las acciones u otros activos financieros, mediante el uso de uno o varios de estos indicadores, ya sea

independientemente o en conjunto teniendo en cuenta los cruces que se presentan entre distintos promedios, entre ellos los determinados para cortos, medianos y largos plazos, implicando unos posibles cambios o confirmaciones para la toma de decisiones e inclusive algunas veces usados como soportes/resistencias.

Basados también en que se toma un periodo de tiempo para definir el alcance de los promedios, esta en el criterio del analista el decidir éste periodo para su conveniencia según las políticas que tenga planteadas; entre los más comunes se encuentran los periodos de 5, 10, 20, 50, 100, 200 días⁵¹.

- *Promedio móvil simple*: conocido también como el SMA (Simple Moving Average) el promedio móvil simple se obtiene mediante la selección de un periodo, sumando los últimos datos y dividiéndolos entre el periodo seleccionado, asignándoles a cada uno de los precios el mismo peso o relevancia.

$$\hat{y}_t = \frac{\sum_{i=t-n}^{t-1} y_i}{n} \text{ Donde para comenzar a aplicar el promedio } t \geq n$$

- *Promedio móvil exponencial*: éste promedio a diferencia del móvil simple, le da mayor peso a las observaciones recientes sin descartar del todo las observaciones pasadas, esta asignación de peso de manera exponencial se debe al coeficiente de suavizado α . A éste promedio también se le denomina EMA (Exponential Moving Average).

$\hat{y}_t = y_t \alpha + \hat{y}_{t-1} (1 - \alpha)$ Donde $\alpha = \frac{2}{n+1}$, n es el periodo seleccionado al igual que en el promedio móvil simple. El cálculo de éste promedio mediante esta metodología está condicionado a los periodos $t > n+1$; en el caso cuando $t = n+1$, el \hat{y}_{t-1} se obtiene mediante un promedio simple de los n datos

debido a la falta de EMAs previos, $\hat{y}_{t-1} = \frac{\sum_{j=1}^n y_j}{n}$

- *Promedio móvil ponderado*: al igual que el exponencial, éste promedio asigna una mayor importancia a los datos más recientes pero de una manera más

⁵¹ RIVERA, David. Promedios móviles y sus aplicaciones en negociar de materia (en línea). <http://www.content4reprint.com/view/spanish-22134.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

lineal brindando la posibilidad de asignar a conveniencia los pesos respectivos de cada uno de los datos utilizados para el cálculo, dando 1 como resultado de la suma de todos los pesos, se conoce también como LWMA (Linear Weighted Moving Average).

$$\hat{y}_t = \frac{\sum_{i=t-n}^{t-1} w_i y_i}{n}$$
 Expresado así de una manera más generalizada para la asignación de los pesos a conveniencia donde $\sum_{i=t-n}^{t-1} w_i = 1$, o de una manera más lineal de la siguiente forma
$$\hat{y}_t = \sum_{i=t-n}^{t-1} \frac{i}{\sum_{j=t-n}^{t-1} j} y_i$$

6.3.2. Indicadores

Aunque los promedios móviles hacen parte de los indicadores en el análisis técnico, se tomaron aparte debido a su extendido uso; el uso de los diversos indicadores se limita al conocimiento y criterio de los analistas⁵².

- **MACD:** Convergencia/divergencia del promedio móvil (Moving Average Convergence Divergence) se calcula mediante la diferencia entre los promedios móviles exponenciales de 12 días y 26 días, además de una línea señal representada por el promedio móvil exponencial de 9 días del MACD; la convergencia/ divergencia se representa mediante la diferencia entre el MACD y la línea señal. Aunque algunos reemplazan los EMAs por SMAs para el cálculo de éste indicador.

$$MACD = EMA_{12} - EMA_{26}$$

$$\text{Línea señal} = EMA_9(MACD)$$

- **RSI:** Índice de fuerza relativa (Relative Strength Index) es un indicador que se basa en la relación entre los promedios de alzas y bajas del precio, indicando la proporción de ganancias o pérdidas representado en un porcentaje; el

⁵² X-TRADE BROKERS DOM MAKLESKI, S.A. Indicadores técnicos (en línea). <http://www.xtb.es/strona.php?p=98> (citado el: 06 de Junio de 2009)

número de periodos recomendados por su autor, J. Welles Wilder, es de los últimos 14 para un óptimo resultado del indicador.

La forma generalizada para obtener el RSI es:

$$RSI=100-100/(1+\Sigma\text{ganancias}/\Sigma\text{pérdidas})$$

- *MFI*: El Money Flow Index o índice de flujo de dinero, que a diferencia del indicador RSI, éste incluye el volumen negociado para alimentar el indicador.

$$MFI=100-100/(1+\text{Money ratio})$$

Donde el indicador Money ratio es: Σ flujo positivo de dinero/ Σ flujo negativo de dinero

Tanto el flujo positivo como el negativo se determinan por el alza o baja respectivamente del precio típico por el volumen, donde el precio típico es el resultado del promedio del precio máximo, el precio mínimo y el precio de cierre.

- *ROC*: Rate Of Change o la tarifa del precio del cambio se obtiene mediante la división de los precios de cierre actuales entre los precios de cierre de un periodo anterior, los más comunes utilizados son 12 y 25 días.

$$ROC = \frac{y_t}{y_{t-n}}$$

- *Oscilador estocástico*: Representado principalmente como dos líneas %K y %D, conocidas como rápido y lento respectivamente; se calcula mediante una relación del precio de cierre con los máximos y mínimos de la sesión o periodo de tiempo, arrojando como resultado un porcentaje.

$$\%K_r=100x(P_c-P_b)/(P_a-P_b) \quad , \quad \%D_r=MA(\%K_r)$$

Donde P_b es el precio más bajo del periodo de n días, que normalmente es 14; P_a es el precio más alto del periodo de n días, y P_c el precio de cierre actual. El MA (Moving Average) comúnmente se determina con los últimos 3. Denominando a éste indicador inicial estocástico rápido, que es muy sensible a los cambios del precio, por lo cual sale a relucir el indicador estocástico lento, siendo menos susceptible a estos cambios al tomar como la línea %K_l el MA₃(%K_r).

$$\%K_i = \%D_r \quad (\text{si el } \%D_r \text{ haya sido calculado con 3}), \quad \%D_i = \text{MA}(\%K_i)$$

- *Vol*: Es el volumen transado en el periodo, usado como un histograma o barras verticales normalmente junto a la gráfica del precio, para establecer la relación entre los dos comportamientos.
- *W%R Williams*: Lleva el nombre por su creador Larry Williams, resultando muy parecido al indicador estocástico pero de una manera invertida arrojando un porcentaje negativo.

$$W\%R = -100 \times (P_a - P_c) / (P_a - P_b)$$

- *Momentum*: Uno de los más básicos, se determina a través de la diferencia entre el precio de cierre de hoy con el precio de cierre de n periodos, para en cierta manera medir la velocidad de cambio de los precios.
- *Bandas de Bollinger*: Las bandas son básicamente una línea central resultado de un SMA (de 20 periodos es uno de los recomendados) acompañada de un límite superior y otro inferior determinadas por la línea central más/menos dos desviaciones estándar, respectivamente.

$$\text{Línea central} = \text{SMA}_{20}$$

$$\text{Banda superior/inferior} = \text{SMA}_{20} \pm 2\sigma_{20}$$

- *Parabolic SAR*: Parabolic Stop And Reversal o SAR Parabólico, se calcula para tendencias y para cada una independientemente. Usando un factor de aceleración junto al valor actual de pronóstico y el valor extremo de la tendencia (máximo si es una tendencia al alza o mínimo si es una tendencia a la baja), se obtiene el valor para el siguiente periodo. El factor de aceleración inicia para cada tendencia en 0,02 y aumenta 0,02 cada vez que un valor extremo se ha alcanzado hasta un máximo de 0,2.

$$SAR_{t+1} = SAR_t + F_a (P_e - SAR_t)$$

Teniendo dos casos especiales para el cálculo de éste indicador: El primero se presenta cuando el valor SAR_{t+1} se encuentra cerca o más allá del rango de los valores del precio P_t o P_{t-1} dentro de la tendencia, es entonces cuando el indicador toma el valor de ese precio límite; y el segundo es el caso en el cual el valor SAR_{t+1} se encuentra cerca o más allá del rango del valor P_{t+1} dando como resultado el cambio inmediato de tendencia y, por lo tanto, renovar el cálculo del indicador con la tendencia invertida.

Presentando así entre otras opciones de indicadores, unos de los más usados dentro de la gran gama que hay disponibles para el uso de los analistas.

6.3.3. Otros

- *Líneas de abanico*

Tomando como referencia una tendencia, mediante esta herramienta se dibujan líneas en forma de abanico desde el punto donde se origina el movimiento (mínimo o máximo) hasta los otros puntos extremos de la tendencia, uniendo en la primera línea varios de estos puntos; al momento del cruce de una línea por el precio se establecerá un nuevo punto para dibujar la siguiente línea apenas se alcance un nuevo extremo, de manera que se puedan diferenciar un poco entre una corrección y un cambio de tendencia mediante la tercera línea que se denomina crítica⁵³.

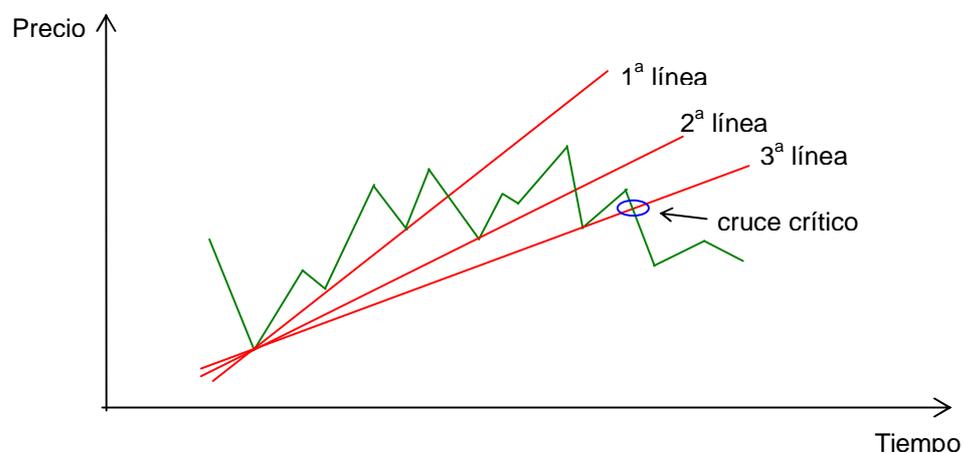


Figura 14. Gráfico de líneas de abanico. Fuente autores

- *Fibonacci*

Las series y/o proporciones presentadas el matemático Fibonacci, sirven como guía para los comportamientos de los precios, mediante diversos métodos de aplicación trabajando con los porcentajes de las proporciones, 0% - 23,6% - 38,2%

⁵³ NEWPYME S.L. Líneas de abanico (en línea) <http://www.abanfin.com/modules.php?tit= analisis-tecnico-formaciones-chartistas-xiii&name=Manuales&fid=gg0caau> (citado el: 06 de Junio de 2009)

- 50% - 61,8% - 100% - 161,8% - 261,8% - 423,6%.

Entre ellas haciendo parte de la técnica de líneas de abanico, conocido como líneas de abanico Fibonacci o ángulos Fibonacci, empezando desde un mínimo significativo hasta un máximo significativo se traza una línea que representa la base del 100% para construir las siguientes líneas, que servirán como soporte/resistencia según sea el caso; los retrocesos de Fibonacci aplicados como los movimientos que frenan el avance de una tendencia, determinando de la misma manera que la metodología de los ángulos para obtener las bases para dibujar cada retroceso señalando las líneas de soporte o resistencia escalonadas; y los arcos de Fibonacci realizando una línea uniendo dos puntos significativos de una tendencia, se toma como centro el segundo punto y se procede a dibujar unos círculos concéntricos que cortan la línea de la tendencia dibujada en los porcentajes de Fibonacci⁵⁴.

También es posible aplicar a combinación de estos métodos para obtener unos resultados más acertados.



Figura 15. Gráfico de ángulos Fibonacci. Fuente Muchapasta

⁵⁴ MUCHAPASTA. Teoría Fibonacci (en línea) [http://www.muchapasta.com/forex/forex,Indicadores marketiva 2.php](http://www.muchapasta.com/forex/forex,Indicadores%20marketiva%20.php) (citado el: 06 de Junio de 2009)



Figura 16. Gráfico de retrocesos Fibonacci. Fuente Muchapasta



Figura 17. Gráfico de arcos Fibonacci. Fuente Muchapasta

- *Ondas de Elliott*

En las ondas de Elliott o teoría de Elliott se emplea un análisis continuo para corregir o ratificar las ondas, en donde el mercado tiene unas tendencias con unos movimientos de corrección en donde la tendencia predominante se ve afectada por una tendencia contraria por un corto lapso de tiempo. En 1939 con la introducción de su teoría, Elliott propuso que los mercados eran influenciados en gran medida por el estado de ánimo o la psicología de las masas dando como

resultado un movimiento alcista determinado por un ciclo compuesto por una onda impulsiva y una fase correctiva⁵⁵.

El ciclo se descompone aun más en 5 pasos de la primera fase (1, 2, 3, 4, 5) y en 3 pasos de la segunda (a, b, c), en donde los pasos 1, 3 y 5 de la primera onda impulsiva son alcistas, las 2 y 4 son movimientos correctivos a la tendencia a la alza; la segunda onda siendo contraria, o sea a la baja, tiene tan solo un paso correctivo, el b, y los otros dos son bajistas a y c.

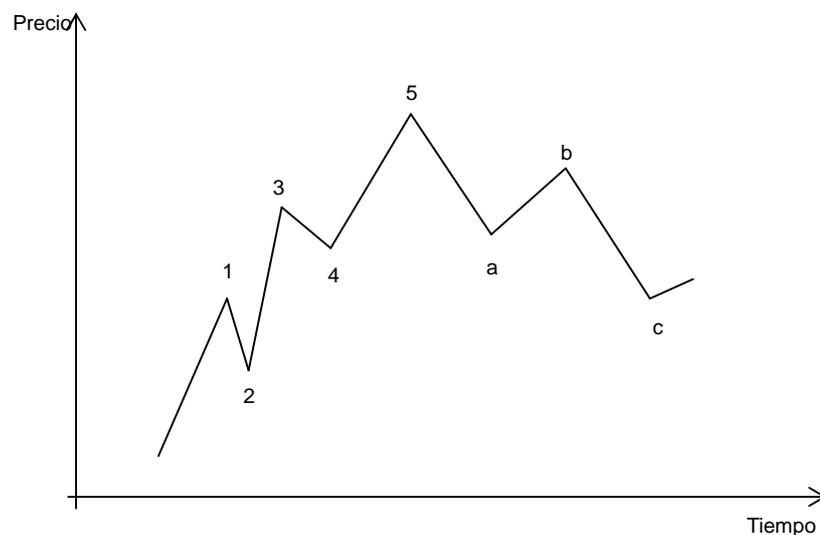


Figura 18. Gráfico de ondas de Elliott. Fuente autores

Según la escala manejada, dentro de un paso del ciclo, se puede encontrar unas nuevas ondas de Elliott, teniendo en cuenta las bases para identificar bien el modelo o comportamiento surgiendo una clasificación según su grado que va en orden descendente de la siguiente manera: gran superciclo, superciclo, ciclo, primario, intermedio, menor, minuto, minuette y subminuette. Y sin embargo luego del enfoque dado inicialmente de obrar sobre tendencias alcistas, las ondas de Elliott también se pueden aplicar en algunos casos para un movimiento de tendencia a la baja, en donde la primera fase impulsiva sería a la baja y la correctiva a la alza.

⁵⁵ ENCICLOPEDIA DEL INVERSOR. Onda de Elliott (en línea)
<http://www.encyclopediadelinversor.com/diccionario---orden-alfabetico/o/onda-de-elliott.html>
(citado el: 06 de Junio de 2009)

7. SERIES TEMPORALES

Para estudiar un fenómeno o una variable, por ejemplo el precio de una acción, debe conocerse la naturaleza de esta; como se cuantifica, cada cuanto varía su valor, el por qué varía, entre otros elementos más a tener en cuenta. Parte importante de estudiar una variable es comprenderla y poder usar esa información para propósitos de predicción, comprensión o decisión.

La construcción de series temporales es la base para éste estudio, siendo estas series determinadas como un conjunto de datos generados de manera periódica, es decir, vinculadas al tiempo en intervalos sucesivos y uniformes, implicando de esta manera un estado de homogeneidad en los datos para su estudio. Los modelos que solamente utilizan la historia recopilada de la variable como única información, basándose en la hipótesis central de que las condiciones futuras serán análogas a las pasadas se denominan univariantes, siendo estos apropiados para periodos de corto plazo; en el caso de mediano y largo plazo es más conveniente emplear modelos de regresión dinámica o modelos de función de transferencia que relacionan otras variables que afectan a la que es objeto del estudio.⁵⁶

7.1. COMPONENTES BÁSICOS

Dada la construcción de una serie temporal mediante la recopilación de datos de manera sucesiva a intervalos uniformes o claramente definidos, se puede denotar como X_t la variable de estudio, en donde todo el conjunto de datos obtenidos estarán dados por $X_t = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ siendo n el número de observaciones. Estas observaciones en algunos casos se conforman mediante varias componentes que alteran la verdadera naturaleza del fenómeno dificultando la comprensión de éste.

Algunos elementos básicos de las series temporales son la tendencia y las variaciones de tipo cíclica, estacional y accidental o residual, en donde aplicando la notación inicial, se describe una serie temporal como el conjunto de componentes de una variable dada por la relación: $X_t = Y_t + Z_t + T_t + W_t$ en la forma más generalizada (el modelo aditivo); teniendo en cuenta que no siempre se

⁵⁶ PENA SÁNCHEZ DE RIVERA, Daniel. Estadística. Modelos y métodos V2. 2 ed. España: Alianza editorial s.a., 1997. p 549.

presentaran todos los elementos como parte de la serie temporal. Siendo Y_t la tendencia, Z_t la variación cíclica, T_t la variación estacional y W_t la variación residual. La interacción de estas cuatro componentes genera la serie temporal. La forma en que se combinen puede ser muy variada, pero tradicionalmente se ha optado por dos modelos distintos⁵⁷.

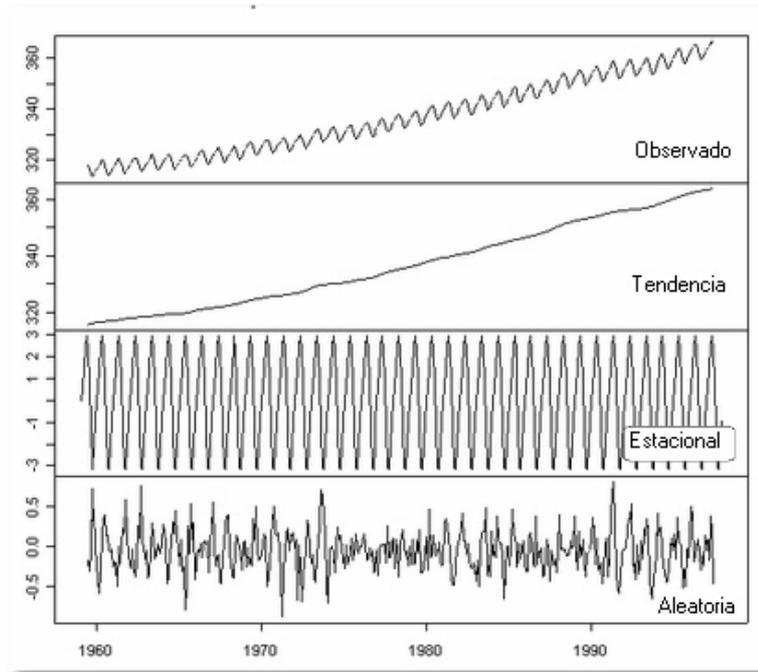


Figura 19. Componentes de una serie temporal. Fuente Análisis de series temporales por Luis M. Molinero

7.1.1. Tendencia

La tendencia siendo el elemento más común que se busca aislar en el campo del mercado bursátil, se establece como aquel comportamiento que gobierna en términos generales o según los plazos (comúnmente el largo) en que se esté analizando la variable. Para obtener una idea más clara del comportamiento de esta es necesario un buen número de observaciones para su estudio; entre las tendencias más conocidas se encuentra la lineal, exponencial, potencial, entre

⁵⁷ SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, Jesús. Introducción a la estadística empresarial. Edición electrónica en <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/index.htm>. 2004. Cap IV. p 5-6.

otras, aunque bien pudiera no tener una tendencia al principio claramente definida.

7.1.2. Variaciones cíclicas

Se pueden establecer como movimientos de la variable según fases o etapas recurrentes como por ejemplo de la economía en donde el auge luego puede ser acompañado de una recesión, más que todo a largo plazo y no tan frecuentes y uniformes como las estacionales. Siendo de esta manera difíciles de detectar en unas observaciones pequeñas dependiendo del ciclo de la variable si es que se aplica éste concepto a la naturaleza de esta.

7.1.3. Variaciones estacionales

Así como en la naturaleza se presentan las estaciones climáticas, dentro de otros fenómenos se pueden observar periodos en que se repiten el mismo comportamiento o uno muy similar, al cual se puede adjudicar las variaciones. Pueden ser de fuentes diversas o tan solo ser sucesos repetitivos que disparen éste comportamiento con lo que se pueden tener lapsos de tiempo de diversas magnitudes.

7.1.4. Variaciones accidentales o residuales

Este tipo de variaciones se deben a sucesos inesperados, que no se pronostiquen o no tienen una regularidad como para encajar en las anteriores variaciones descritas. Da tal modo que no tengan influencia permanente en la variable como casos de fenómenos naturales, factores sociales, etc.

7.2. PROCESOS ESTOCÁSTICOS

El modelo matemático para una serie temporal es el concepto de proceso

estocástico. Dado un índice que determina la secuencia de las observaciones, las variables aleatorias resultado de la toma de datos y cada una con su función de probabilidad, determina un proceso estocástico; el índice puede clasificarse en dos grupos, en discreto y continuo.

Se supone que el valor observado de la serie z en el instante t es una extracción al azar de una variable aleatoria definida en dicho instante. Se podrá decir que se conoce la estructura probabilística de un proceso estocástico cuando se conozca la distribución conjunta de las n variables aleatorias $\{z_t\}$. La determinación práctica de la distribución conjunta del proceso requiere observar un gran número de realizaciones. Esta estimación se simplifica mucho cuando se puede suponer que la distribución conjunta es normal multivariante, ya que, entonces, quedará determinada por el vector de medias y la matriz de varianzas y covarianzas entre las variables.

Se llamará función de medias del proceso a una función del tiempo que proporciona las medias de las distribuciones marginales z_t para cada instante, siendo estable en la media cuando la función de medias es constante:

$$\mu_t = E(z_t)$$

La función de varianzas del proceso proporciona las varianzas en cada instante temporal:

$$\sigma_t^2 = Var(z_t)$$

Siendo estable en la varianza si esta permanece constante en el tiempo, con los casos particulares donde el proceso puede ser estable en la media y no en la varianza y al revés.

La estructura de dependencia lineal entre las variables aleatorias del proceso se representa por las funciones de covarianza y correlación. Se llamará función de autocovarianzas del proceso a la función que describe las covarianzas en dos instantes cualesquiera:

$$Cov(t, t + j) = Cov(z_t, z_{t+j}) = E[(z_t - \mu_t)(z_{t+j} - \mu_{t+j})]$$

Y función de autocorrelación a la estandarización de la función de covarianzas

$$\rho_{(t,t+j)} = \frac{Cov(t, t + j)}{\sigma_t \sigma_{t+j}}$$

En general estas dos funciones dependen de dos parámetros (t,j), siendo t el instante inicial y j el intervalo entre observaciones. Una condición de estabilidad que aparece en muchos fenómenos dinámicos, es que la dependencia entre dos observaciones sólo depende del intervalo entre ellas y no del origen considerado. Entonces se puede escribir:

$$Cov(t_1, t_{1+k}) = Cov(t_2, t_{2+k}) = \gamma_k \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Y las autocovarianzas dependen exclusivamente de la distancia entre las variables. En este caso la relación entre z_t y z_{t-k} , es siempre igual a la relación entre z_t y z_{t+k} .

Si se estudia a lo largo del tiempo la evolución del ozono en la atmósfera o el precio de una acción, el proceso estocástico existe conceptualmente (admitiendo que cada dato es un valor particular de todos los que podrían haberse observado en dicho instante y que definen la distribución de la variable z_t) pero sólo dispondremos de un valor de cada variable en cada instante. Para poder estimar las características “transversales” del proceso (medias, varianzas, etc.) a partir de su evolución “longitudinal” es necesario suponer que las propiedades “transversales” (distribución de las variables en cada instante) son estables a lo largo del tiempo. Esto conduce al concepto de estacionalidad⁵⁸.

7.2.1. Procesos estacionarios

Un caso especial de las series temporales se trata de que el proceso observado, mantenga de manera estable los componentes de la media, la varianza y las covarianzas; se dice que un proceso estocástico (serie temporal) es estacionario en sentido débil si existen y son estables la media, la varianza y las covarianzas, es decir, si para todo t:

$$\mu_t = \mu = cte$$

$$\sigma_t^2 = \sigma^2 = cte$$

$$Cov(t, t+k) = Cov(t, t-k) = \gamma_k \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Para un proceso estacionario la función de autocorrelación se calcula mediante

⁵⁸ PENA, Op. Cit., p 550-553.

$$\zeta = \gamma_k / \gamma_0$$

Teniendo en cuenta que $\gamma_0 = \sigma^2$, y se verifica $\zeta_{-k} = \zeta_k$.

Se denomina función de autocorrelación simple (fas) o correlograma a la representación de los coeficientes de autocorrelación en función del retardo, llegando al caso donde la dependencia entre observaciones tiende a cero al aumentar el retardo denominado ergódico. La ergodicidad es necesaria para poder estimar las características del proceso a partir de una única realización ya que si el proceso no es ergódico al aumentar el tamaño muestral no se adquiere información adicional, por ser todas las observaciones muy dependientes entre sí, y no serpa posible obtener estimadores consistentes de los parámetros. En adelante supondremos siempre procesos estacionarios ergódicos⁵⁹.

7.2.2. Procesos de ruido blanco

Clasificado en parte como un proceso estacionario, el proceso de ruido es el determinado por:

$$E[z_t] = 0$$

$$Var(z_t) = \sigma^2$$

$$Cov(z_t, z_{t-k}) = 0 \quad k = \pm 1, \pm 2, \dots$$

En estos procesos conocer los valores pasados no proporciona ninguna información sobre el futuro ya que el proceso “no tiene memoria”. Si se supone que en un proceso de ruido todas las variables tienen distribución normal, la incorrelación garantiza la independencia y llamaremos al proceso resultante proceso de ruido blanco⁶⁰.

7.2.3. Procesos integrados

La gran mayoría de los procesos que se observan no son estacionarios y su nivel

⁵⁹ PENA, Op. Cit., p 553-554.

⁶⁰ Ibid., p 555.

medio varia con el tiempo. Sin embargo, es frecuente que el proceso se convierta en estacionario al diferenciarlo. Se llamará proceso primera diferencia del $\{z_t\}$, $t=1, \dots, n$ a un nuevo proceso $\{\omega_t\}$ obtenido mediante:

$$\omega_t = z_t - z_{t-1}$$

Análogamente, se llamará proceso “segunda diferencia” del original a:

$$Y_t = \omega_t - \omega_{t-1} = z_t - 2z_{t-1} + z_{t-2}$$

Se dice que un proceso es integrado de orden h cuando al diferenciarlo h veces se obtiene un proceso estacionario. Se observa que procesos que sean la suma de una tendencia polinómica y un proceso estacionario serán integrados. Por ejemplo, el proceso:

$$z_t = a + bt + u_t$$

Donde u_t es estacionario, es integrado de orden uno o $I(1)$. En efecto, diferenciando:

$$\omega_t = z_t - z_{t-1} = a + bt + u_t - (a + b(t-1) + u_{(t-1)}) = b + u_t - u_{t-1} = b + \alpha_t$$

Como b es constante y α_t es estacionario, por ser la diferencia de dos procesos estacionarios, el proceso ω_t será también estacionario, y z_t , definido por la ecuación anterior de esta, es integrado de orden uno. En general, los procesos generados como suma de una tendencia polinómica de orden h :

$$\mu_t = a + bt + ct^2 + \dots + dt^h$$

Más un proceso estacionario cualquiera, u_t , serán integrados de orden h ⁶¹.

7.2.4. Procesos autorregresivos

Una clase muy importante de procesos estacionarios son los procesos autorregresivos, que resultan de imponer una dependencia lineal entre las variables del proceso, similar a la de una ecuación de regresión.

⁶¹ PENA, Op. Cit., p 555-556.

Se dice que un proceso z_t es autorregresivo de orden p si:

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t$$

Donde $\tilde{z}_t = z_t - \mu$ y a_t es un proceso de ruido blanco independiente de z_{t-h} , para todo $h \geq 1$.

Para facilitar el manejo de estos procesos se define el operador de retardo, B , por:

$$Bz_t = z_{t-1}$$

$$B^k z_t = B \dots B z_t = z_{t-k}$$

Al aplicar este operador a una constante, ésta no se modifica ($B^k \mu = \mu$). Con esta notación, la ecuación de un AR(p) es:

$$\tilde{z}_t = (\phi_1 B + \dots + \phi_p B^p) \tilde{z}_t + a_t$$

Es decir:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \tilde{z}_t = a_t$$

Y llamando $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ a un polinomio de grado p en el operador de retardo, cuyo primer término es la unidad:

$$\phi_p(B) \tilde{z}_t = a_t$$

Que es la expresión general de un proceso autorregresivo. Se llamará ecuación característica del proceso a la ecuación:

$$\phi_p(B) = 0$$

Considerada como función de B , esta ecuación tendrá p raíces $G_1^{-1}, \dots, G_p^{-1}$, en general distintas, y podemos escribir:

$$\phi_p(B) = \prod_{i=1}^p (1 - G_i B)$$

Siento el proceso estacionario para el caso de $|G_i| < 1$, para todo i ⁶².

7.2.5. Procesos de media móvil

Un proceso MA(q) tiene la representación general

$$\tilde{z}_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) a_t$$

Que suele escribirse:

$$\tilde{z}_t = \theta_q(B^q) a_t$$

El proceso será invertible si las raíces de $\theta(B) = 0$ son, en módulo, mayores que la unidad.

Multiplicando la representación general de un proceso MA(q) por \tilde{z}_{t-k} y tomando esperanzas se obtienen las autocovarianzas

$$\begin{aligned} \gamma_0 &= (1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma^2 \\ \gamma_k &= (-\theta_k + \theta_1 \theta_{k+1} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q) \sigma^2 & k = 1, \dots, q \\ \gamma_k &= 0 & k > q \end{aligned}$$

Resultando que un proceso MA(q) tiene exactamente los q primeros coeficientes de la función de autocorrelación simple distintos a cero. Para calcular la función de autocorrelación parcial de un MA(q) se expresa el proceso como un AR(∞):

$$\theta_q^{-1}(B) \tilde{z}_t = a_t$$

Y llamando:

⁶² PENA, Op. Cit., p 557-567.

$$\theta_q^{-1}(B) = \pi(B) = 1 - \pi_1 B - \dots - \pi_k B^k - \dots$$

Donde los coeficientes de $\pi(B)$ se obtienen imponiendo que $\pi(B)\theta_q(B) = 1$. Se supone que las raíces de $\theta_q(B) = 0$ están fuera del círculo unidad para que la serie $\pi(B)$ sea convergente. Entonces

$$\tilde{z}_t = \sum_{i=1}^{\infty} \pi_i \tilde{z}_{t-i} + a_t$$

Y la fap será no nula para todo retardo, como ocurre con la fas de un proceso AR. Puede demostrarse en virtud de la dualidad entre procesos AR y MA que la fap de un MA(q) tiene la estructura de la fas de un AR(q)⁶³.

⁶³ PENA, Op. Cit., p 569-574.

8. MÉTODO O ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS, CRITERIOS DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Dentro del estudio a realizar se presentan varios interrogantes pero dentro de estos se encuentra uno que pesa más para la solución y para hallar la respuesta a la hipótesis que se plantea alrededor de éste.

H_a: La aplicación del filtro de Kalman y series temporales con el enfoque en la predicción de precios mejora considerablemente las oportunidades de realizar acertadas inversiones y transacciones con un grado menor de riesgo y posibilidad de pérdida, además de una tasa mayor de rentabilidad que los métodos actuales presentados de análisis técnico para el corto plazo.

H₀: No se mejora considerablemente las oportunidades de realizar acertadas inversiones y transacciones con un grado menor de riesgo y posibilidad de pérdida, además de una tasa mayor de rentabilidad que los métodos actuales presentados de análisis técnico para el corto plazo, mediante la aplicación del filtro de Kalman y series temporales con el enfoque en la predicción de precios.

Inicialmente se han identificado los elementos que tendrán relevancia dentro del análisis y se han clasificado según su relación e importancia con el tema centro de estudio, se hace la aclaración de que las variables son datos propios de Colombia a excepción de los índices de bolsas internacionales.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Precio de las acciones (precio de mercado).
- Volumen Transado.

VARIABLES DEPENDIENTES:

- Riesgo del portafolio conformado.
- Rentabilidad esperada del portafolio conformado.
- Posibilidad de pérdida del portafolio conformado.
- Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia, IGBC.

VARIABLES INTERVENTORAS:

- Índice de precio del petróleo, WTI.
- Tasa representativa del mercado, TRM.

8.1. DISEÑO METODOLÓGICO.

8.1.1. Tipo de investigación

La investigación a realizar se encuentra demarcada por la investigación aplicada, debido a que se centra en adecuar conocimientos adquiridos al empleo de los avances de una manera práctica y aplicable. La cual comprende diversos tipos debido a la naturaleza de las actividades y de la investigación en si; descriptivos principalmente, exploratoria, correlacionales, transversal y horizontal, de campo y de laboratorio combinadas.

8.1.2. Fases de la investigación

Debido a la naturaleza del trabajo a realizar, se identifican unas posibles etapas, en las cuales, se llevarán a cabo las distintas actividades para complementar y perfeccionar los conocimientos necesarios, llevar a cabo el diseño de las herramientas de toma de decisiones y efectuar un balance entre los objetivos propuestos y el resultado del trabajo realizado.

- Recopilación de la información de cada variable (información secundaria), y de información necesaria para el proyecto: se obtendrán los datos necesarios con una frecuencia diaria de cada una de las variables dependientes e independientes para el trabajo a realizar, consultando bases de datos públicas y recopilando información de manera frecuente y actualizada.
- Estructuración y clasificación de la información para su procesamiento: se organiza los datos de las variables de manera continua y se le dará forma al conjunto de datos en un paquete de software como es una hoja de cálculo de Microsoft Excel para poder procesarlos y llevar a cabo el estudio necesario.
- Avance en el desarrollo de la metodología para la toma de decisiones: se identificarán los pasos necesarios a llevar a cabo en un análisis de inversión, mediante el trabajo realizado para obtener elementos, criterios y/o indicadores que permitan realizar una decisión en las inversiones seleccionadas.
- Conformación de las series temporales: se establecerá y verificará la integridad de las series, organizándolas según la frecuencia de observación.
- Procesamiento de la información: se realiza un breve análisis de la inversión mediante estas dos herramientas.

*Análisis fundamental.

*Análisis técnico.

- Aplicación del algoritmo en formato electrónico: mediante la ayuda de un software como lo es el EViews 6, MATLAB R2008a ó Visual KalmanFilter 2.8, estos se ajustan para trabajar con el algoritmo.
- Ejecución del algoritmo y análisis de resultados: se aplica el algoritmo a los datos recopilados y se obtienen los resultados para formular las conclusiones y recomendaciones.
- Presentación del informe final: se estructura toda la información y los resultados obtenidos para concluir con el trabajo, la publicación y presentación respectiva.

8.1.3. Población y muestra

El tipo de población manejada se puede enmarcar en las empresas que emiten títulos valores dentro del mercado accionario de Colombia, siendo objeto de estudio principal los precios que se publican y adquieren estas acciones de dichas empresas; pero debido a la amplia diversificación del mercado y a la amplia lista de empresas que participan dentro del mercado de activos de renta variable, se procederá a la selección de una muestra determinada por, la factibilidad de conformar un portafolio apto para su estudio y por las empresas que presenten un índice de alta bursatilidad dentro del período en que se realice el estudio.

8.1.4. Variables de la investigación operacionalizadas

Para mantener coherencia a lo propuesto en la hipótesis, las variables se presentan operacionalizadas a continuación, clasificadas como se presentaron anteriormente.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍNDICES
Precio de las acciones (precio de mercado)	Precio al cual se cotiza una acción en las bolsas de valores. Está determinado por la oferta y la demanda del título valor y depende de la manera como el mercado evalúe el desempeño del emisor y del entorno.	Acciones de las empresas emisoras que componen el portafolio.	Precio promedio ponderado diario transmitidos por la Bolsa de Valores de Colombia.	COP (Pesos Colombianos \$)
Volumen Transado	Cantidad de acciones compradas y vendidas en un día, ya sean de una compañía determinada o de todo un mercado.	Acciones de las empresas emisoras que componen el portafolio.	Sumatoria de los volúmenes y cantidades transadas en la BVC.	Acciones

Tabla 2. Variables independientes. Fuente autores

VARIABLES DEPENDIENTES:

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍNDICES
Riesgo del portafolio	Grado de variabilidad del rendimiento de una inversión que representa el manejo de un portafolio de acciones diversas.	Portafolio conformado por las acciones de las empresas emisoras seleccionadas.	$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_i W_j COV_{ij}}$	%
Rentabilidad esperada del portafolio	Rendimiento resultado del conjunto de los elementos que componen el portafolio, ponderando sus rendimientos respectivos.	Portafolio conformado por las acciones de las empresas emisoras seleccionadas.	$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i E(R_i)$	%
Posibilidad de pérdida del portafolio	Probabilidad de obtener un rendimiento desfavorable con respecto al estado del portafolio conformado.	Portafolio conformado por las acciones de las empresas emisoras seleccionadas.	$P(Z \leq z) = \int_{-\infty}^z f(t) dt$	%
IGBC	Desempeño de las principales acciones en el mercado local, según	Variación de las acciones más representativas	$I^k(t) = \sum_i W_i^k P_i(t) E_i$	Puntos

	el grado de liquidez y de capitalización, correspondiente al total de valores que cotizan en la BVC.	del mercado, las más transadas.		
--	--	---------------------------------	--	--

Tabla 3. Variables dependientes. Fuente autores

Variables interventoras:

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍNDICES
WTI	Precio de referencia del petróleo producido en campos occidentales del estado de Texas para fijar otros petróleos crudos.	Petróleo extraído en campos occidentales del estado de Texas, USA.	Precio promedio luego de su procesamiento y refinamiento en USA.	USD (Dólares Americanos \$)
TRM	Tasa de cambio entre el dólar y el peso, realizadas por entidades financieras en las principales ciudades del país.	Dólar Americano (USD \$) y Peso Colombiano (COP \$)	Promedio aritmético simple de las tasas ponderadas de las operaciones de compra y venta de divisas calculada por la SuperBancaria.	COP (Pesos Colombianos \$)

Tabla 4. Variables interventoras. Fuente autores

9. FILTRO DE KALMAN

Durante los capítulos anteriores se han mencionado las diferentes herramientas para analizar y modelar el comportamiento de una variable en función del tiempo, pero en este capítulo se verá el filtro Kalman el cual mediante un conjunto de ecuaciones matemáticas sirve como un método de estimación, cuyos parámetros se corrigen en cada iteración dependiendo del error de predicción que se haya cometido en la iteración anterior. Este filtro es un estimador lineal, insesgado y óptimo que provee una solución recursiva y eficiente del método de mínimos cuadrados, sean estos ordinarios o recursivos, que ha ganado aceptación en el análisis de series de tiempo. En esta investigación se explican los conceptos sobre los cuales se basa el filtro Kalman y se derivan sus ecuaciones.

Los fundamentos del filtro de Kalman fueron desarrollados en ingeniería y su presentación aún conserva gran parte de la notación y motivación original. El filtro sirve para estimar y predecir el movimiento de una variable que no se puede observar directamente pero cuyo efecto se puede medir, contaminado por ruido, a través de otras variables. La importancia de estudiar el algoritmo de Kalman radica en que se constituye en el principal procedimiento para estimar sistemas dinámicos representados en la forma de estado-espacio, los cuales tienen muchas aplicaciones econométricas de interés, razón por la cual la literatura económica reciente muestra un creciente interés, teórico y práctico, en la utilización del filtro de Kalman como técnica econométrica⁶⁴.

En esta investigación se intentará una derivación del filtro que por su notación y método puede resultar más accesible a los ingenieros y economistas y cuyo requisito es el conocimiento de econometría matricial básica. Vale la pena mencionar que la palabra “filtrar” en ingeniería equivale a la palabra “estimar” en

⁶⁴ Greenslade, Pierse y Saleheen (2003) lo aplican para estimar el nivel de la tasa de desempleo que no acelera la inflación (Nairu); Akerlof et al (2000) lo utilizan para terciar en la controversia sobre la Curva de Phillips; Engel y Kim (1999) para identificar el componente transitorio y permanente de la tasa de cambio; Garratt y Hall (1996) para construir un indicador de la actividad económica; Tanizaki (1993) lo combina con variable dependiente binaria para estimar una función de exceso de demanda de dinero; Crafts, Leybourne y Mills (1989) lo aplican a la cliometría y concluyen, contrario a la sabiduría popular, que la tendencia del producto no cayó en el siglo XIX en Inglaterra y Francia; Fama y Gibbons (1982) lo utilizan para estimar la tasa de interés real ex ante, la cual es no observable; y LeRoy y Waud (1977) para investigar la relación entre los instrumentos y los objetivos de la política monetaria.

econometría⁶⁵ por lo cual esta herramienta sirve para estimar de antemano una variable y su comportamiento en función del tiempo, sea esta de tipo económico, financiero, etc.

Este filtro produce estimativos que se actualizan con la llegada de cada nueva observación, lo que le permite modelar sistemas cuyos parámetros cambian a través del tiempo. Una diferencia con el método de regresión, más ampliamente conocido por los economistas, es que el filtro Kalman puede dar más o menos peso al estado actual o reciente de un proceso mientras la regresión generalmente promedia sobre todo el período de la muestra. Difiere también de los modelos de regresión de coeficientes variables y estocásticos en que permite una mayor generalidad en la especificación estocástica de los parámetros. En espíritu es similar a los métodos de suavizado exponencial con tendencia excepto que, además, permite la actualización de los parámetros.

9.1. LA ESTRUCTURA DEL MODELO ESTADO-ESPACIO

El modelo estado-espacio dentro del cual se enmarca la formulación del filtro supone la existencia de una o más variables, o parámetros variables, con los cuales podemos describir completamente el estado en que se encuentra algún sistema en un momento dado; por eso se llaman variables “de estado”. El conjunto de variables de estado se conoce como el vector de estado y lo denotamos β_t .

El modelo supone que β_t no es observable directamente y que en su lugar observamos y_t que puede ser un vector o un escalar según el caso, donde y_t , es una combinación lineal de las variables de estado β_t , más un error de medición ε_t , (por ejemplo, β_t puede ser la posición de un misil enemigo que no se observa directamente sino a través de las mediciones de un radar contaminadas por ruido, y_t). Según esto, la ecuación que relaciona las variables es

$$y_t = X_t \beta_t + \varepsilon_t \quad (\text{Ecuación de medición}) \quad (1)$$

⁶⁵ Ver artículo de Montenegro (1991) además del texto original de Kalman (1960) y de Kalman y Bucy (1961), algunas referencias sobre este tema son Maybeck (1971), Granger y Newbold (1986), Jones (1985), Harvey (1989), Meinhold y Singpurwalla (1983), quienes presentan un enfoque bayesiano de la derivación del filtro, y Hamilton (1994). En Priestley (1981) se derivan las ecuaciones utilizando una técnica conocida como análisis de factores (factor analysis). Internet también es una buena fuente sobre el tema.

Donde la matriz X_t , se supone conocida y el error de medición ε_t se distribuye normalmente con media cero y varianza conocida σ_t^2 , esto es $\varepsilon_t \cong N(0, \sigma_t^2)$. A esta ecuación también se le pueden agregar variables exógenas.

Se postula, además, que se conoce la forma como β_t cambia a través del tiempo

$$\beta_t = T_t \beta_{t-1} + d_t + G_t w_t \quad (\text{Ecuación de transición}) \quad (2)$$

Donde la matriz de transición T_t , el vector d_t y la matriz G_t se suponen conocidos y w_t se distribuye normalmente con media cero y varianza conocida σ_w^2 esto es, $w_t \cong N(0, \sigma_w^2)$. La especificación de los errores puede generalizarse de manera que σ_t^2 y σ_w^2 dependan del tiempo en cuyo caso se les agregaría un subíndice t . Se nota que X_t y T_t tienen subíndice de tiempo y son conocidas.

La ecuación (1), llamada de medición (o de observaciones), y la ecuación (2), llamada de transición (o del sistema), constituyen la formulación general del modelo de estado-espacio. El filtro Kalman fue diseñado para estimar β_t en este modelo mediante un proceso iterativo.

En el caso univariado, donde y_t es un escalar, tendríamos que X_t sería un vector transpuesto, β_t un vector y ε_t un escalar.

La ecuación (1) es similar al modelo lineal clásico y la ecuación (2) corresponde a un proceso Markoviano, ambos con coeficientes variables.

Aunque no es evidente a primera vista, la formulación del modelo estado espacio es una generalización de varias especificaciones, como el ARMA (p,q) o Box y Jenkins, modelo de suavizado exponencial del tipo Holt-Winters y el modelo de regresión. El filtro Kalman, como generalización de estos modelos, puede realizar muchas de sus funciones (para una ampliación y demostración de este punto ver Watson, 1983).

Por ejemplo, la formulación estado-espacio para el modelo de regresión con coeficientes constantes sería

$$y_t = x_t' \beta_t + \varepsilon_t \quad (\text{ecuación de medición})$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} \quad (\text{ecuación de transición})$$

donde x_t es un vector y donde definimos $T_t = 1$, $d_t = 0$, $w_t = 0$.

Se considera el siguiente modelo AR (2)

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \varepsilon_t$$

y su formulación estado-espacio

$$y_t = (1 \ 0) \begin{pmatrix} y_t \\ y_{t-1} \end{pmatrix} \quad (\text{Ecuación de medición})$$

$$\begin{pmatrix} y_{t-1} \\ y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi_1 & \phi_2 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_t \\ y_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{t+1} \\ 0 \end{pmatrix} \quad (\text{ecuación de transición})$$

Se considera el siguiente modelo ARMA (2,1)

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + w_t + g w_{t-1}$$

el cual puede formularse en estado-espacio como sigue

$$y_t = (1 \ 0) \begin{pmatrix} y_t \\ \phi_2 y_{t-1} + g w_t \end{pmatrix} \quad (\text{ecuación de medición})$$

$$\begin{pmatrix} y_t \\ \phi_2 y_{t-1} + g w_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi_1 & 1 \\ \phi_2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{t-1} \\ \phi_2 y_{t-2} + g w_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ g \end{pmatrix} w_t \quad (\text{ecuación de transición})$$

Donde se define

$$\beta_t = \begin{pmatrix} y_t \\ \phi_2 y_{t-1} + g w_t \end{pmatrix}, \quad T_t = \begin{pmatrix} \phi_1 & 1 \\ \phi_2 & 0 \end{pmatrix}, \quad G_t = \begin{pmatrix} 1 \\ g \end{pmatrix}$$

$$X_t = (1 \ 0), \quad d_t = 0, \quad \varepsilon_t = 0$$

Alternativamente, el modelo ARMA (2,1) puede representarse de la siguiente forma,

$$y_t = \phi_1 + \beta_{1t} + \phi_4 \beta_{2t} \quad (\text{ecuación de medición})$$

$$\begin{pmatrix} \beta_{1t} \\ \beta_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi_2 & \phi_3 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_{1t-1} \\ \beta_{2t-2} \end{pmatrix} + \phi_5 \begin{pmatrix} w_t \\ 0 \end{pmatrix} \quad (\text{ecuación de transición})$$

Remplazando β_{1t} y β_{2t} de la ecuación de transición en la de medición y pasando ϕ_1 al lado izquierdo, tenemos

$$y_t - \phi_1 = \phi_2 \beta_{1t-1} + \phi_3 \beta_{2t-1} + \phi_5 w_t + \phi_4 \phi_2 \beta_{1t-2} + \phi_4 \phi_3 \beta_{2t-2} + \phi_4 \phi_5 w_{t-1}$$

$$= \phi_2 \left(\beta_{1t-1} + \frac{\phi_3}{\phi_2} \beta_{2t-1} \right) + \phi_5 w_t + \phi_4 \phi_2 \left(\beta_{1t-2} + \frac{\phi_3}{\phi_2} \beta_{2t-2} \right) + \phi_4 \phi_5 w_{t-1}$$

finalmente, notando de la ecuación de medición que las expresiones en paréntesis representan rezagos de la variable del lado izquierdo, se obtiene el modelo ARMA (2,1) deseado⁶⁶.

$$= \phi_2 (y_{t-1} - \phi_1) + \phi_4 \phi_2 (y_{t-2} - \phi_1) + \phi_5 w_t + \phi_4 \phi_5 w_{t-1}$$

9.2. LAS ECUACIONES DEL FILTRO KALMAN

Se define como I_{t-1} el conjunto de información en el tiempo $t-1$, el cual incluye la información que se tenga sobre el modelo más la información contenida en las observaciones $y_{t-1}, y_{t-2}, y_{t-3}, \dots$. Similarmente, I_t será el conjunto de información en el tiempo t , el cual incluye la información sobre el modelo más la información contenida en $y_t, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots$.

El problema de estimación de la formulación estado-espacio se reduce básicamente a lo siguiente: se observa la variable y_t pero se quiere β_t , la cual no se observa y se debe estimar con base en la información disponible I_t .

⁶⁶ Otros ejemplos de representaciones estado-espacio y formulaciones alternativas pueden consultarse en Judge et al (1985, p.981), Chatfield (1989), Harvey (1982), Schwartz y Shaw (1975) y Hamilton (1994).

Para resolver este problema se apela a un conocido resultado de la teoría multivariada⁶⁷, el cual, para el caso que se ocupa, dice que el estimador Φ que minimiza el error cuadrado medio $E[\beta_t - \Phi(I_t)]^2$, es $\Phi(I_t) = E(\beta_t | I_t)$. En otras palabras, la mejor forma de estimar β_t , de manera que el error cuadrado medio sea mínimo, es encontrando el valor esperado de β_t dado I_t . Los pasos requeridos para encontrar $E(\beta_t | I_t)$ se desarrollan a continuación.

Se supone que el valor inicial β_0 se toma de alguna distribución normal independiente de ε_t y w_t . Se sabe que una combinación lineal de variables aleatorias normales, dependientes o independientes, es normal⁶⁸; lo cual nos permite afirmar que β_1 será normal porque según la ecuación (2), resulta de una combinación lineal de variables normales; igualmente para β_2, β_3, \dots y, en general, para β_t . Por ser sus componentes normales e independientes, el vector $(\beta_t \ \varepsilon_t)$ tendrá una distribución normal conjunta dada por el producto de las distribuciones marginales de β_t y ε_t . Además, cualquier otra combinación lineal de este vector también tendrá una distribución normal conjunta⁶⁹.

En consecuencia, el vector $(y_t \ \beta_t)$, mostrado aquí como una combinación lineal de β_t y ε_t ,

$$\begin{pmatrix} y_t \\ \beta_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_t & M \\ N & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_t \\ \varepsilon_t \end{pmatrix}$$

(Donde M y N son matrices o vectores unitarios) tendrá una distribución normal conjunta dado I_{t-1} de la forma

$$\begin{pmatrix} \beta_t \\ y_t \end{pmatrix}_{I_{t-1}} \sim N \left\{ \begin{pmatrix} E(\beta_t | I_{t-1}) \\ E(y_t | I_{t-1}) \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} VAR(\beta_t | I_{t-1}) & COV(\beta_t, y_t | I_{t-1}) \\ COV(y_t, \beta_t | I_{t-1}) & VAR(y_t | I_{t-1}) \end{pmatrix} \right\} \quad (3)$$

Estrictamente hablando, los términos llamados VAR y COV son matrices de varianza-covarianza para el caso general vectorial. Los términos de la ecuación (3)

⁶⁷ (Priestley 1981, p.76; Granger y Newbold 1986, p.124; Lindgren 1976, p.476)

⁶⁸ (ver Priestley 1981, p.91)

⁶⁹ (ver Kendall y Stuart 1963, p.350; Lindgren 1976, p.472)

se explican a continuación. Tomando el valor esperado de las ecuaciones (2) y (1) se tiene respectivamente que

$$E(\beta_t | I_{t-1}) = T_t E(\beta_{t-1} | I_{t-1}) + d_t \quad (4)$$

$$E(y_t | I_{t-1}) = X_t E(\beta_t | I_{t-1}) \quad (5)$$

Recordando la manipulación cuadrática de matrices y que la varianza de una suma de variables aleatorias no correlacionadas es la suma de sus varianzas, se encuentra de las ecuaciones (2) y (1) respectivamente que

$$VAR(\beta_t | I_{t-1}) = T_t VAR(\beta_{t-1} | I_{t-1}) T_t' + G_t \sigma_w^2 G_t' \quad (6)$$

$$VAR(y_t | I_{t-1}) = X_t VAR(\beta_t | I_{t-1}) X_t' + \sigma_\varepsilon^2 \quad (7)$$

Para encontrar las expresiones de los dos términos llamados *COV* en (3) se apela a un conocido resultado sobre la covarianza de dos variables aleatorias que, junto con la ecuación (5), permite escribir

$$\begin{aligned} COV(y_t, \beta_t | I_{t-1}) &= E(y_t \beta_t' | I_{t-1}) - E(y_t | I_{t-1}) E(\beta_t' | I_{t-1}) \quad (8) \\ &= E(y_t \beta_t' | I_{t-1}) - X_t E(\beta_t | I_{t-1}) E(\beta_t' | I_{t-1}) \end{aligned}$$

Por otro lado, postmultiplicando la ecuación (1) por β_t' y tomando expectativas y apelando a otro conocido resultado, esta vez, sobre la varianza de dos variables aleatorias, se obtiene

$$\begin{aligned} E(y_t \beta_t' | I_{t-1}) &= E[(X_t \beta_t \beta_t' + \varepsilon_t \beta_t') | I_{t-1}] = X_t E(\beta_t \beta_t' | I_{t-1}) \\ &= X_t [VAR(\beta_t | I_{t-1}) + E(\beta_t | I_{t-1}) E(\beta_t' | I_{t-1})] \quad (9) \\ &= X_t VAR(\beta_t | I_{t-1}) + X_t E(\beta_t | I_{t-1}) E(\beta_t' | I_{t-1}) \end{aligned}$$

de manera que la ecuación (8) queda

$$\begin{aligned} COV(y_t, \beta_t | I_{t-1}) &= X_t VAR(\beta_t | I_{t-1}) + X_t E(\beta_t | I_{t-1}) E(\beta_t' | I_{t-1}) - \\ &X_t E(\beta_t | I_{t-1}) E(\beta_t' | I_{t-1}) \quad (10) \end{aligned}$$

$$= X_t VAR(\beta_t | I_{t-1})$$

Igualmente, la otra covarianza será (notando que $VAR(\beta_t | I_{t-1})$ una matriz simétrica y por tanto igual a su transpuesta)

$$COV(\beta_t, y_t | I_{t-1}) = VAR(\beta_t | I_{t-1}) X_t' \quad (11)$$

con lo cual se completa la explicación de los términos de la ecuación (3).

Ahora, utilizando otro resultado de la teoría multivariada⁷⁰ se procede a encontrar la función de distribución condicional de la variable β_t . Según este resultado, cuando dos variables, en este caso β_t y y_t , tienen una distribución normal conjunta como la descrita en la ecuación (3), entonces la distribución de β_t dado y_t (la más reciente medición) e I_{t-1} , será

$$\beta_t | y_t, I_{t-1} \sim N\{ E(\beta_t | I_{t-1}) + COV(\beta_t, y_t | I_{t-1}) [VAR(y_t | I_{t-1})]^{-1} [y_t - E(y_t | I_{t-1})], VAR(\beta_t | I_{t-1}) - COV(\beta_t, y_t | I_{t-1}) [VAR(y_t | I_{t-1})]^{-1} COV(y_t, \beta_t | I_{t-1}) \} \quad (12)$$

Se nota que decir β_t dado y_t e I_{t-1} es lo mismo que decir β_t dado I_t ; así el "mejor" estimador de β_t que se venía buscando corresponde a la media de la distribución normal de la expresión (12), esto es,

$$E(\beta_t | I_t) = E(\beta_t | I_{t-1}) + COV(\beta_t, y_t | I_{t-1}) [VAR(y_t | I_{t-1})]^{-1} [y_t - E(y_t | I_{t-1})] \quad (13)$$

el cual tendrá una varianza que corresponde a la varianza de la distribución normal descrita en la expresión (12), esto es,

$$VAR(\beta_t | I_t) = VAR(\beta_t | I_{t-1}) - COV(\beta_t, y_t | I_{t-1}) [VAR(y_t | I_{t-1})]^{-1} COV(y_t, \beta_t | I_{t-1}) \quad (14)$$

Reemplazando los valores indicados en las ecuaciones (5), (7), (10) y (11) en las ecuaciones (13) y (14), se obtienen las ecuaciones llamadas de actualización

⁷⁰ [Pristley (1981, p.84-85), Anderson (1958, p.28-29), Harvey (1989, p.165)]

$$E(\beta_t|I_t) = E(\beta_t|I_{t-1}) + K_t [y_t - X_t E(\beta_t|I_{t-1})] \quad (15)$$

$$VAR(\beta_t|I_t) = VAR(\beta_t|I_{t-1}) - K_t X_t VAR(\beta_t|I_{t-1}) \quad (16)$$

donde

$$K_t = VAR(\beta_t|I_{t-1}) X_t' [X_t VAR(\beta_t|I_{t-1}) X_t' + \sigma_\varepsilon^2]^{-1} \quad (17)$$

que junto con las ecuaciones (4) y (6), llamadas de predicción, y repetidas aquí, conforman el filtro Kalman

$$E(\beta_t|I_{t-1}) = T_t E(\beta_{t-1}|I_{t-1}) + d_t \quad (4)$$

$$VAR(\beta_t|I_{t-1}) = T_t VAR(\beta_{t-1}|I_{t-1}) T_t' + G_t \sigma_w^2 G_t' \quad (6)$$

El proceso iterativo del filtro se inicia en $t = 0$ a partir de $E(\beta_0|I_0)$ y $VAR(\beta_0|I_0)$ dados inicialmente. Con estos valores encontramos $E(\beta_1|I_0)$ y $VAR(\beta_1|I_0)$ de (4) y (6); y luego, una vez conocida la observación y_1 , de (15) y (16) se encuentra $E(\beta_1|I_1)$ y $VAR(\beta_1|I_1)$. Ahora con $E(\beta_1|I_1)$ y $VAR(\beta_1|I_1)$ se inicia la segunda iteración haciendo la predicción $E(\beta_2|I_1)$ y su varianza $VAR(\beta_2|I_1)$ de (4) y (6) y así sucesivamente. Los valores iniciales de $E(\beta_0|I_0)$ y $VAR(\beta_0|I_0)$ deben escogerse de la manera menos arbitraria posible, apelando a la experiencia del investigador y al conocimiento que se tenga sobre el sistema bajo estudio, sea este económico, físico, etc. El investigador puede escoger $E(\beta_0|I_0)$ y luego escoge $VAR(\beta_0|I_0)$ de manera que refleje su propia incertidumbre acerca de ese valor inicial $E(\beta_0|I_0)$. Otra posibilidad, particularmente atractiva para los economistas, es empezar utilizando las estimaciones de una regresión basada en las observaciones disponibles; obviamente la primera iteración del filtro Kalman se hace con la próxima observación disponible.

La expresión K_t de la ecuación (17) se conoce como la ganancia del filtro de Kalman. Quizás intuitivamente sea más clara de la ecuación (13) donde se observa que la parte que corresponde a K_t ,

$$COV(\beta_t, y_t | I_{t-1}) [VAR(y_t | I_{t-1})]^{-1}$$

es el coeficiente de una regresión de $\beta_t - E(\beta_t | I_{t-1})$ como variable dependiente contra $y_t - E(y_t | I_{t-1})$ como variable explicativa. K_t es un vector que tiene un componente para cada variable de estado β_t , componente que, en general, tiende a ser proporcional a la varianza de la variable de estado correspondiente.

Si se trata de modelar una serie no estacionaria, no basta por ejemplo con hacer que algunos elementos de T_t en la ecuación (2) sean mayores que 1, sino que, si es del caso, es importante especificar varianzas que aumenten con el tiempo⁷¹.

9.3. EL FILTRO DE KALMAN Y LA ESTIMACIÓN DE UN ESCALAR

Para ayudar a desarrollar un mejor entendimiento de la operación y capacidad del filtro, a continuación se presenta un ejemplo referido a la estimación de un escalar.

Con el objetivo de estimar una constante m se realizan muchas medidas de ella. Sea y una de esas medidas, con y definida como una variable aleatoria con media m y fluctuaciones v .

$$y = m + v$$

El ruido v tiene media cero y varianza σ_v^2 . en una estimación recursiva de m se supone que se tiene una primera estimación insesgada de m en la forma de una variable aleatoria x_0 .

$$x_0 = m + w$$

El ruido w tiene media cero y varianza σ_w^2 .

De nuevo se realiza la estimación de m, x_1 con la siguiente forma:

⁷¹ MONTENEGRO GARCÍA, Álvaro. Introducción al filtro de Kalman. En: Documentos de economía (pdf en línea). No 18 (Jul. 2005); 26 p. (citado el: 06 de Junio de 2009)
http://www.javeriana.edu.co/fcea/area_economia/inv/documents/Introduccionalfiltrokalman.pdf

$$x_1 = x_0 + k(y - x_0)$$

Las características específicas de esta corrección son: primero, la nueva estimación es una función lineal de la estimación previa y de la medida; segundo, el estimador anterior y el nuevo estimador son insesgados; y tercero, la nueva estimación es óptima, esto es, el error asociado a la estimación es minimizado estadísticamente. A continuación se desarrolla algebraicamente cuál debe ser el valor que asuma k (ganancia de Kalman) para garantizar que la varianza de la nueva estimación σ_1^2 es mínima.

Note que el promedio de la nueva estimación es m : reemplazando x_0 y y por sus valores:

$$\begin{aligned}x_1 &= m + w + k(m + v - m - w) \\x_1 &= m + w + k(v - w) \\E(x_1) &= m\end{aligned}$$

La estimación de la varianza del nuevo estimador asume que el ruido v es independiente de x_0 , así que la varianza de x_1 es:

$$\begin{aligned}\sigma_1^2 &= E(x_1 - m)^2 = E(w + k(v - w))^2 \\ \sigma_1^2 &= (1 - k)^2 E(w)^2 + k^2 E(v)^2 \\ \sigma_1^2 &= (1 - k)^2 \sigma_w^2 + k^2 \sigma_v^2\end{aligned}$$

Es razonable buscar la estimación de x_1 con baja varianza y calcular el correspondiente k . Con este propósito se escribe:

$$\begin{aligned}\sigma_1^2 &= (1 - 2k + k^2) \sigma_w^2 + k^2 \sigma_v^2 \\ \sigma_1^2 &= \sigma_w^2 - 2k \sigma_w^2 + k^2 (\sigma_w^2 + \sigma_v^2)\end{aligned}$$

donde se muestra un término constante y una función cuadrática de k

$$\begin{aligned}\sigma_1^2 &= \sigma_w^2 - \beta^2 + (\beta - k \sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_v^2})^2 \\ \sigma_1^2 &= \sigma_w^2 - 2\beta k \sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_v^2} + k^2 (\sigma_w^2 + \sigma_v^2)\end{aligned}$$

Consecuentemente

$$\beta = \frac{\sigma_w^2}{\sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_v^2}}$$

$$\sigma_1^2 = \sigma_w^2 - \frac{\sigma_w^4}{\sigma_w^2 + \sigma_v^2} + \left(\frac{\sigma_w^2}{\sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_v^2}} - k \sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_v^2} \right)^2$$

El mínimo de σ_1^2 es obtenido para

$$k = \frac{\sigma_w^2}{\sigma_w^2 + \sigma_v^2}$$

El valor de esta minimización es

$$\sigma_1^2 = \sigma_w^2 - \frac{\sigma_w^4}{\sigma_w^2 + \sigma_v^2}$$

$$\sigma_1^2 = \frac{\sigma_w^2 \sigma_v^2}{\sigma_w^2 + \sigma_v^2}$$

$$\frac{1}{\sigma_1^2} = \frac{1}{\sigma_w^2} + \frac{1}{\sigma_v^2}$$

Note que cuando la varianza σ_w^2 de la estimación previa del estado es muy grande, la varianza de la nueva estimación del estado se reduce a la varianza de la nueva medida, esto es σ_v^2 ⁷².

⁷² SOLERA RAMÍREZ, Álvaro. El filtro de Kalman, Jul. 2003 (pdf en línea).
<http://www.bccr.fi.cr/ndie/Documentos/DIE-02-2003-NT-FILTRO DE KALMAN.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

10. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO

Para la aplicación del filtro de Kalman en la bolsa de valores de Colombia, se seleccionó la acción de ECOPETROL S.A. debido a que esta es una de las acciones de mayor bursatilidad en el mercado accionario colombiano desde su primer mes de actividades, posicionándose como la acción más bursátil hasta el día de hoy; para ello se tomaron los datos desde su emisión el día 28 de Noviembre del 2007 hasta el 07 de Abril del 2009 (ver Anexo A); además la elección de esta se vio influenciada por la facilidad de análisis y el flujo de información sobre la misma y sobre las variables relacionadas.

Mediante el análisis fundamental y el análisis técnico, se ha establecido la viabilidad del análisis, además del alto nivel de bursatilidad (10.00000), dando la base para la clasificación o selección mediante éste estudio previo. Para el análisis fundamental, se recopiló información que se hace pública como deber⁷³ de las entidades emisoras de valores que previamente se vinculan al SIMEV⁷⁴ a través del RNVE⁷⁵ en la Superintendencia Financiera de Colombia, en el caso que se encuentra en estudio, se tomaron los datos del precio de la acción ordinaria de ECOPETROL S.A.

Obteniendo los siguientes indicadores del análisis fundamental de las publicaciones⁷⁶ brindadas por ECOPETROL S.A. con la finalidad del conocimiento de sus inversionistas y el análisis técnico basado en la serie de datos recolectados durante el periodo comprendido entre el 28 de Noviembre de 2007 y el 07 de Abril de 2009.

10.1. ANÁLISIS FUNDAMENTAL

El EBITDA para el tercer trimestre de 2009 fue de COP\$3.037,6 millardos, equivalente a un margen EBITDA de 41%, en comparación con

⁷³ Mediante la resolución 400 de 1995.

⁷⁴ Sistema Integral de Información del Mercado de Valores.

⁷⁵ Registro Nacional de Valores y Emisores.

⁷⁶ ECOPETROL S.A. Comunicado de prensa. Ecopetrol presenta sus resultados para el tercer trimestre de 2009 y acumulados a septiembre de 2009 (pdf en línea). http://www.ecopetrol.com.co/documentos/43211_Resultados_tercer_trimestre_2009.pdf (citado el: 06 de Noviembre de 2009)

COP\$4.583,6 millardos reportados en el mismo período del año 2008, equivalente a un margen EBITDA de 46%. El EBITDA acumulado a septiembre de 2009 ascendió a COP\$7.474,4 millardos, equivalente a un margen EBITDA de 39%, comparado con COP\$13.783 millardos, equivalentes a un margen EBITDA de 52% reportado al mismo periodo de 2008.⁷⁷

Para evaluar la viabilidad de la inversión en esta empresa, se tendrán en cuenta algunos indicadores y el estado financiero de la empresa para tomar una decisión.

$$\frac{AC - PC}{AccC} > PPP \text{ Acciones en ganga (2008): } 222,49 < 2005,69$$

$$R.Corriente > 2, \quad \frac{A.Corriente}{P.Corriente} > 2 \text{ Razón corriente (2008): } 2,27$$

$$RPG = \frac{PPP}{UPA} \text{ Relación Precio Ganancia (2008): } 39,55$$

$$\frac{U_t - U_{t-1}}{U_{t-1}} > \frac{U_{t-1} - U_{t-2}}{U_{t-2}} \text{ Ganancias en crecimiento (2008): periodos comprendidos}$$

por los últimos trimestres del año 2008 $-0,4773 > 0,9217$

$$\frac{UPA_t - UPA_{t-1}}{UPA_{t-1}} \text{ vs. } \frac{PPP_t - PPP_{t-1}}{PPP_{t-1}} \text{ Perros del Dow (2008): penúltimo trimestre y último}$$

2008 $-0,4775 \text{ vs. } -0,2175$

$$\frac{PPP}{P.Pat} < 1 \text{ Q Tobin (2008): } 2,344702251$$

$$Cap.Diaria = \frac{N^\circ \text{ Acc. Tran}}{N^\circ \text{ Acc. Circ}} \text{ Capitalización diaria o también conocida en la}$$

superfinanciera como liquidez bursátil diaria (2008): 0,000172909

Para el año en que emite las acciones ECOPETROL S.A., el EBITDA del cuarto trimestre del 2008 ascienden a 1.150 billones de pesos y el margen EBITDA es de un 19%; hay que tener en cuenta durante todo este análisis la participación mayoritaria del gobierno, influyendo así en las transacciones, la circulación de las acciones y por ende en algunos indicadores que no se encuentran en un estado muy favorable.

Todo esto, otorga un panorama benéfico, aunque no el más optimista para invertir; sin embargo, la empresa se ve atractiva a los inversionistas debido a la solidez, el respaldo del gobierno, su participación en el mercado colombiano y la incursión a

⁷⁷ ECOPETROL S.A., Op. Cit.

algunos mercados de energías internacionales como es el caso de México, Perú entre otros, incluyendo un evento significativo como fue el ingreso a la bolsa de New York el 18 de Septiembre del año 2008.

10.2. ANÁLISIS TÉCNICO

En la tarea de establecer la viabilidad o lo atractiva que resulta la inversión a un título valor, se puede establecer como criterios de evaluación, ya sea para definir el tiempo a realizar transacciones o para hacer un seguimiento del comportamiento del precio y establecer unos límites para éste, con el fin de proteger los dividendos a recibir. De acuerdo a las bases de este tipo de análisis, es conveniente graficar la serie de datos.



Figura 20. Serie de datos de la acción de ECOPETROL. S.A. Fuente autores



Figura 21. Serie de datos de la acción y el volumen de ECOPETROL S.A. Fuente ECOPETROL

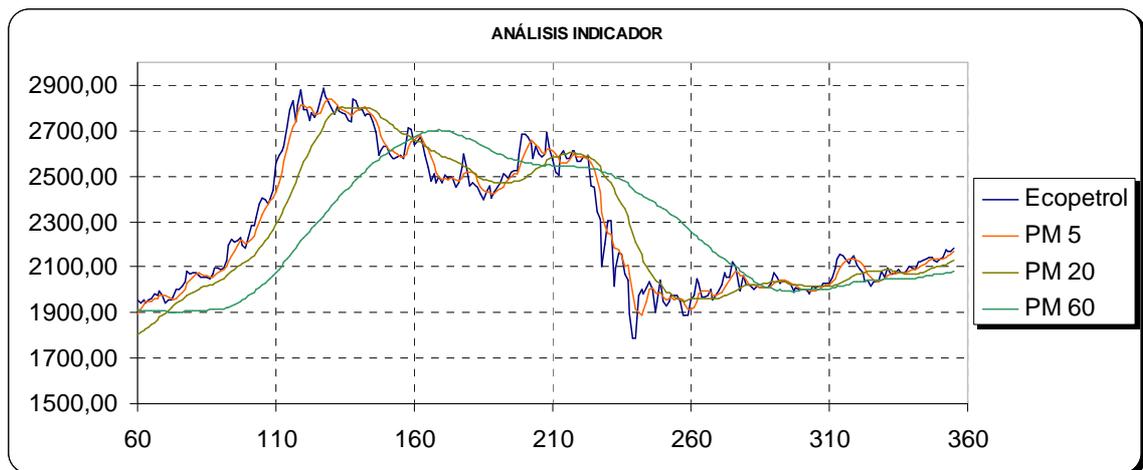


Figura 22. Indicadores Promedio Móvil de la serie de datos de la acción. Fuente autores

De la serie de datos del precio de la acción, se ha obtenido los indicadores de promedio/media móvil para diferentes periodos o plazos; observando las confirmaciones de algunos cambios mediante estos diferentes promedios, el oscilador y también una posible tendencia al alza para un periodo posterior a los días graficados.

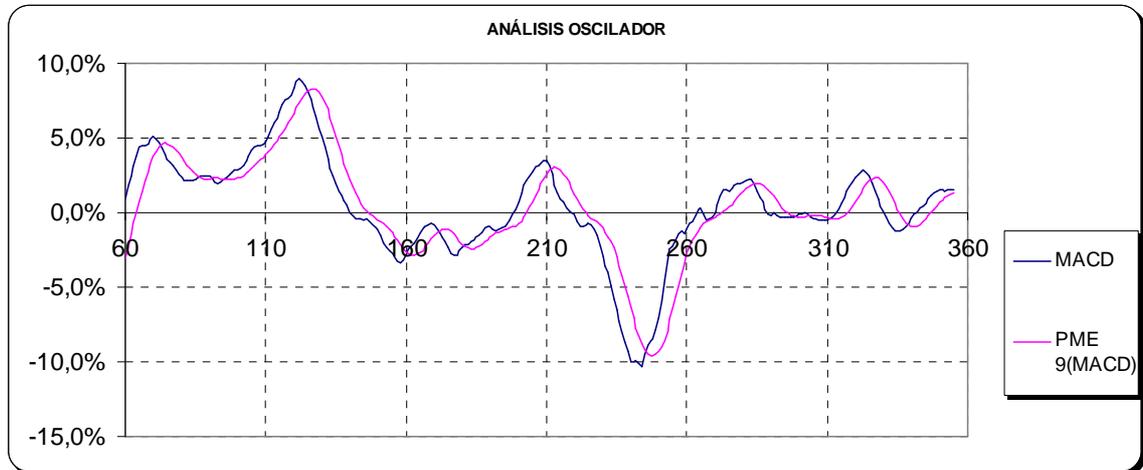


Figura 23. Oscilador de MACD y su Promedio Móvil de la serie. Fuente autores

Simultáneamente se hizo el análisis de las variables interventoras (TRM, WTI), obteniendo igualmente los datos de estas variables en el mismo lapso de tiempo (ver Anexo B y C), con el fin de analizar series en el mismo intervalo de tiempo. Observando unas discontinuidades en los valores de las series debido a factores externos, por lo que se generaron valores mediante una ponderación para conservar la tendencia de la serie y de esta manera no afectar demasiado su comportamiento mediante ruido.

10.3. FILTRO DE KALMAN

Buscando poder relacionar las variables, se estableció con fines prácticos una regresión lineal multivariada entre éstas, mediante el método de los mínimos cuadrados ordinarios, debido a que éste tipo de regresión proporciona una aproximación de la relación entre un conjunto de variables estudiadas de manera lineal para facilitar el manejo del filtro de Kalman, obteniendo una ecuación principal de la forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$$

En donde los estimadores de mínimos cuadrados de los coeficientes de regresión se obtienen mediante el sistema de ecuaciones lineales dado por:

$$\begin{aligned}
n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{i2} &= \sum_{i=1}^n y_i \\
\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{i2} &= \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i \\
\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_{i2} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{i2} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{i2}^2 &= \sum_{i=1}^n x_{i2}y_i
\end{aligned}$$

Las variables de la ecuación Y, X₁, X₂ y X₃ representan el grupo de variables establecidas al comienzo del trabajo y la variable del precio de la acción en un periodo anterior inmediato con el fin de poner a prueba el desempeño del filtro mediante un modelo designado de manera arbitraria, estas variables corresponden el precio de la acción de ECOPETROL S.A. en un tiempo t, la TRM en un tiempo t-1, el precio WTI en un tiempo t-1 y el precio de la acción de ECOPETROL S.A. en un tiempo t-1, respectivamente:

$$Y = -80,3745 + 0,6552X_1 + 10,8367X_2$$

Obteniendo esta relación de las series correspondientes a las tres variables seleccionadas.

$$\begin{aligned}
354\beta_0 + 728001,14\beta_1 + 31234,63\beta_2 &= 786990,82 \\
728001,14\beta_0 + 1521014741\beta_1 + 61476417,92\beta_2 &= 1604208876,86 \\
31234,63\beta_0 + 61476417,92\beta_1 + 3143943,99\beta_2 &= 71836912,76
\end{aligned}$$

Mediante la relación obtenida por la regresión, se obtuvo una matriz de transición conformada por los coeficientes betas asignados a cada uno de los componentes del vector de estados, para cada una de las relaciones entre los estados t y t-1. La matriz que relaciona las medidas, se asume como una en la que es independiente cada una de las variables de la otra para la medida y a su vez con valores unitarios, para nuestro modelo a implementar y evaluar.

Con la ayuda del paquete de software Matlab, se genera un código con el cual se pueden realizar todas las iteraciones del algoritmo, presentado en la figura 23.

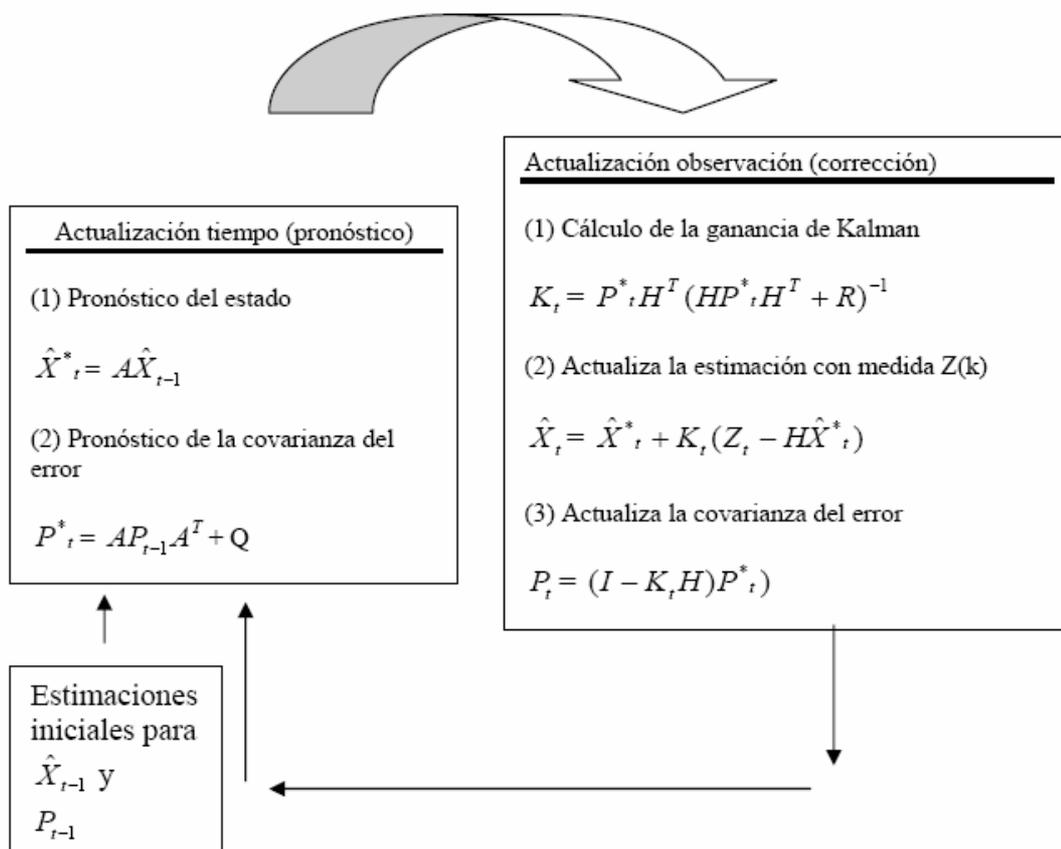


Figura 24. Visión completa del filtro de Kalman. Fuente SOLERA RAMÍREZ, Álvaro. El filtro de Kalman

Las etapas del trabajo se resumen en el siguiente esquema:

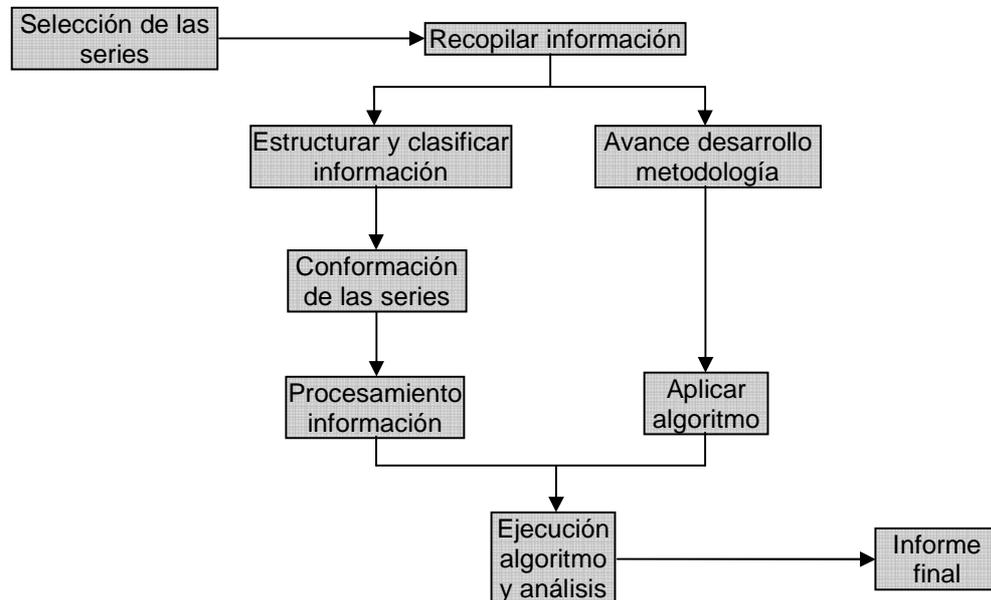


Figura 25. Fases del trabajo. Fuente autores

- Recopilación de la información de cada variable (información secundaria), y de información necesaria para el proyecto: se obtendrán los datos necesarios para el trabajo a realizar consultando bases de datos y recopilando información de manera frecuente.

Mediante la consulta de la base de datos suministrada por la Bolsa de Valores de Colombia, la Superintendencia Financiera de Colombia, el Banco de la República de Colombia, ECOPETROL S.A. y la Energy Information Administration - EIA del gobierno de los Estados Unidos⁷⁸, se recopiló la información de las series, los reportes accionarios y los acontecimientos los cuales se consiguieron a través de diferentes medios informativos en reportes vía correo electrónico, también en publicaciones como la revista Dinero y Portafolio.

- Estructuración y clasificación de la información para su procesamiento: se organizó y se le dio forma al conjunto de datos para poder procesarlos y llevar a cabo el estudio necesario.

Se organizó la información en una hoja de Excel, para el manejo y la exportación de los datos a los otros paquetes de software a utilizar (Eviews, Spss),

⁷⁸ Sitio web <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/rwtcd.htm>

manteniendo una integridad y concordancia en el aspecto temporal y dimensional de las series.

- Avance en el desarrollo de la metodología para la toma de decisiones: se identificaron los pasos necesarios mediante el trabajo, para obtener elementos que permitieron tomar una decisión en las inversiones seleccionadas.

Mediante un estudio del área del mercado accionario en el cual se va a invertir, se recopila la información acerca del historial del precio promedio de acuerdo al periodo y la frecuencia de tiempo que se vaya a manejar. Se estructura los datos para su estudio cerciorándose de la continuidad de la serie mediante herramientas para generar datos como lo son los promedios aritméticos, la simulación Montecarlo, entre otras; aplicados según las necesidades y la conveniencia del analista. Se obtiene además, la información respectiva acerca del sector y la empresa para efectuar el análisis fundamental y técnico.

- Conformación de las series temporales: se establecerá y verificará la integridad de las series, organizándolas según la frecuencia de observación.

Para garantizar la continuidad de las series, se optó por generar los datos faltantes de las series mediante un promedio entre los periodos inmediatamente anterior y posterior, con el fin de no afectar demasiado las tendencias presentadas por la serie y para optar por un método práctico con el cual efectuar el análisis posterior.

- Procesamiento de la información: se realiza un breve análisis de la inversión mediante estas dos herramientas.

*Análisis fundamental.

Recopilando la información necesaria de estados e informes financieros de las empresas emisoras de las acciones, se establece la viabilidad de la inversión o de la inclusión de la serie en el estudio.

*Análisis técnico.

Mediante el análisis técnico, se realiza un estudio somero de las tendencias de la serie y del comportamiento a corto, mediano o largo plazo, pudiendo constituir herramientas para el continuo seguimiento de la acción.

- Aplicación del algoritmo en formato electrónico: mediante la ayuda de un software, éste se ajusta para trabajar con el algoritmo.

El software más apropiado para la aplicación del logaritmo varía con la disponibilidad y el grado de adiestramiento en el uso del programa o paquete. Entre otras opciones se encuentra Matlab, Eviews, Visual Kalman Filter, además de los otros implícitos para llegar a estas instancias (Excel, Spss, y demás)

- Ejecución del algoritmo y análisis de resultados: se aplica el algoritmo a los datos recopilados y se obtienen los resultados para formular las conclusiones y recomendaciones.

Luego de recopilar la información necesaria y haberla estructurado, se ingresa los datos en el paquete de software Matlab; se obtienen los resultados, los cuales se estudian y se comparan con otro método para pronosticar precios o tendencias, obteniendo los fundamentos para evaluar el método seleccionado.

- Presentación del informe final: se estructura toda la información y los resultados obtenidos para concluir con el trabajo, la publicación y presentación respectiva.

11. PRONÓSTICOS Y RESULTADOS

Mediante la aplicación del filtro con los parámetros establecidos inicialmente, se llegaron a los siguientes resultados:

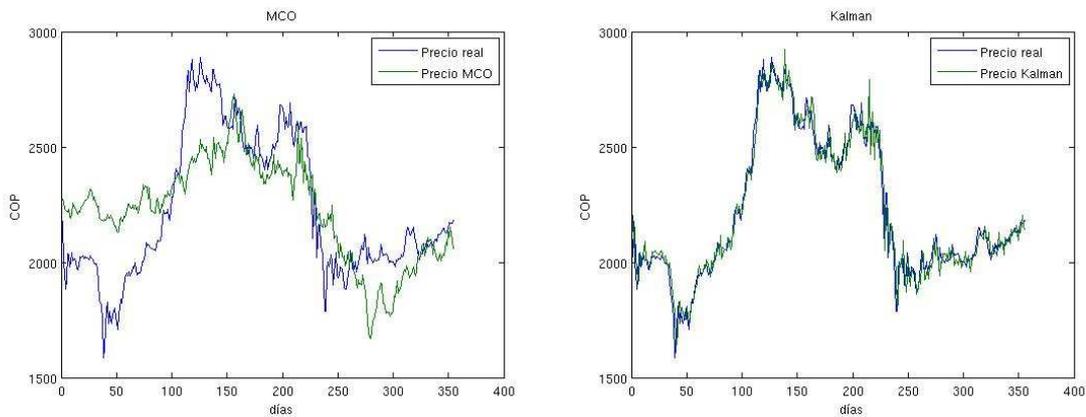


Figura 26. Pronósticos MCO y Kalman. Fuente autores

Se puede apreciar la diferencia de manera gráfica y mediante el análisis del error la mejora realizada por el filtro de Kalman, con respecto a una herramienta como es la regresión mediante los mínimos cuadrados ordinarios. Con una media del error de $1,2801 \times 10^{-10}$ con desviación estándar de 218,2333 para la aplicación de los MCO, y error de 0,6867 con desviación estándar de 53,4017 para la aplicación del filtro de Kalman. Si bien las dos medias se acercan a cero, y la obtenida con los MCO es mucho más próxima a cero, la enorme diferencia de las desviaciones estándar nos brinda un mejor panorama para los pronósticos del filtro.

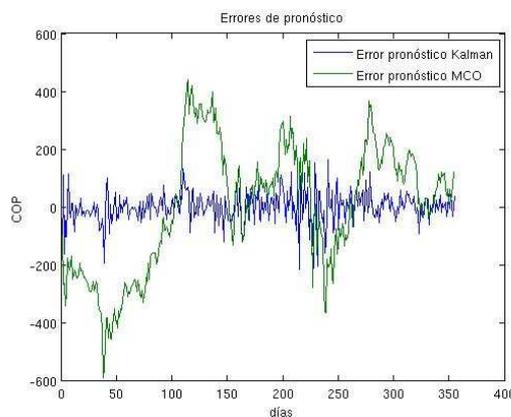


Figura 27. Errores de pronóstico. Fuente autores

En las gráficas de los histogramas de los errores podemos observar la distribución de estos mediante categorías o rangos, presentando una aproximación a la distribución normal, con un mejor acercamiento a las propiedades de la distribución normal como lo es la simetría y la campana de Gauss.

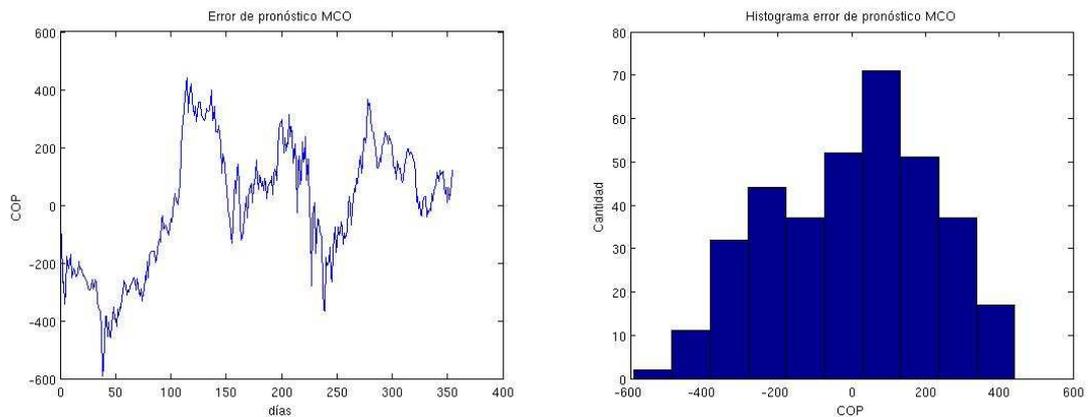


Figura 28. Error de pronóstico de MCO e histograma. Fuente autores

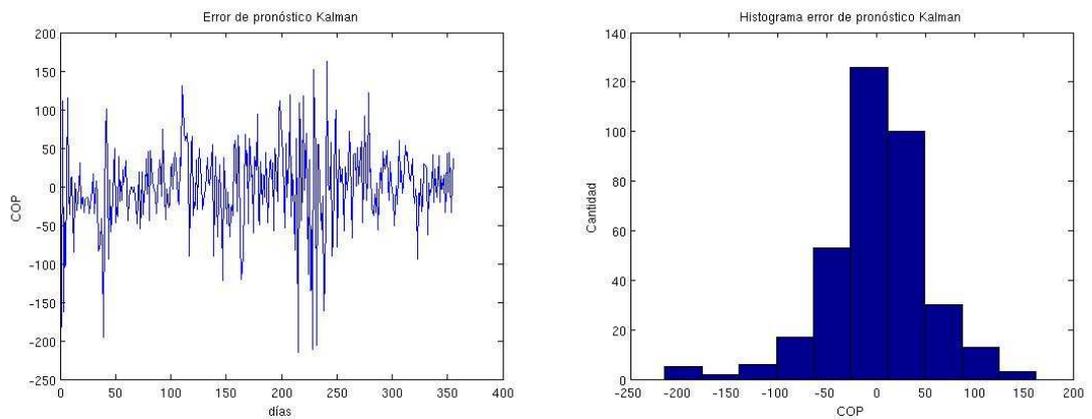


Figura 29. Error de pronóstico de Kalman e histograma. Fuente autores

Durante el proceso de iteraciones del filtro y la naturaleza de éste, el uso de las covarianzas del error se hace necesario, arrojando unos pronósticos y unas actualizaciones respectivas:

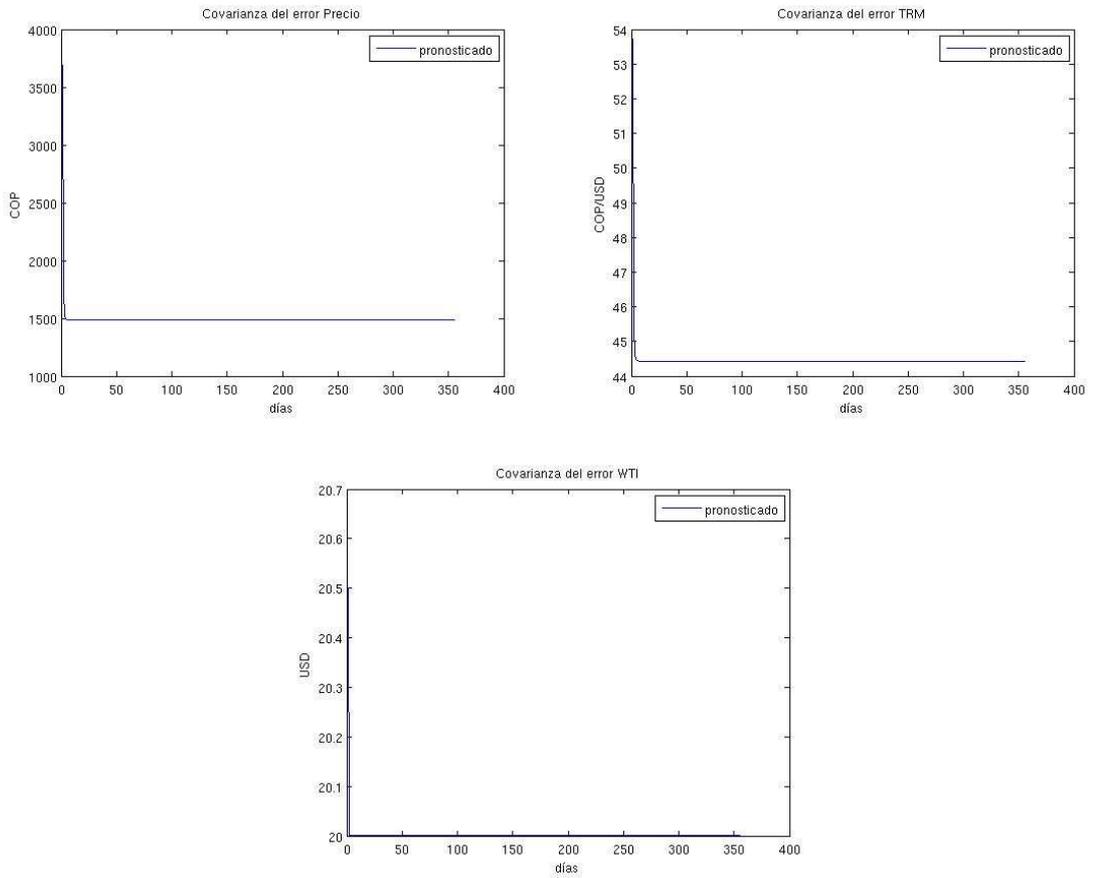
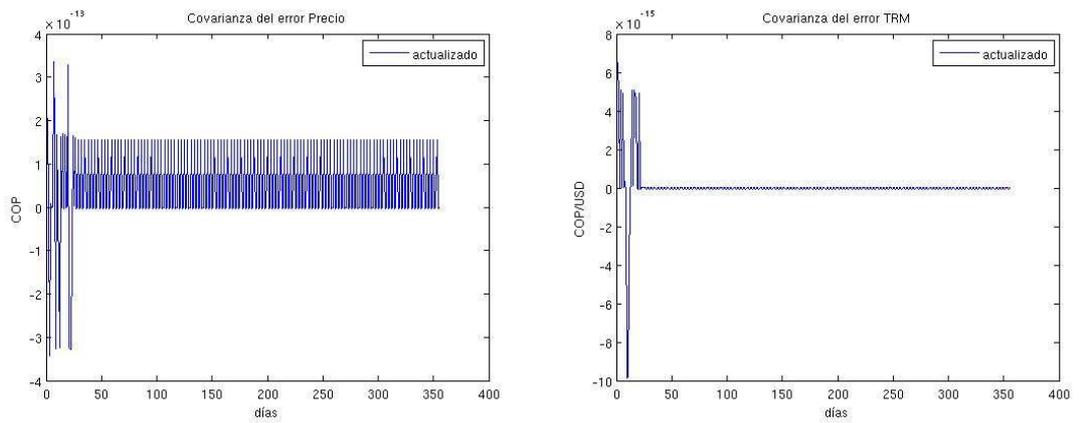


Figura 30. Covarianzas del error pronosticadas. Fuente autores



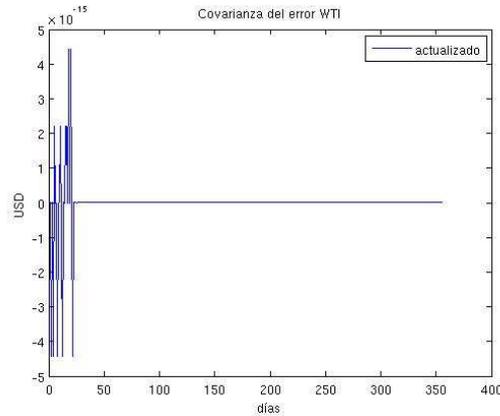


Figura 31. Covarianzas del error actualizadas. Fuente autores

Mediante la definición del sistema dinámico de la forma estado-espacio, las series del precio de la acción que son medidas y obtenidas por la aplicación del algoritmo, se muestran a continuación, en donde el actualizado es igual al real debido al modelo planteado para el análisis de esta herramienta de pronósticos.

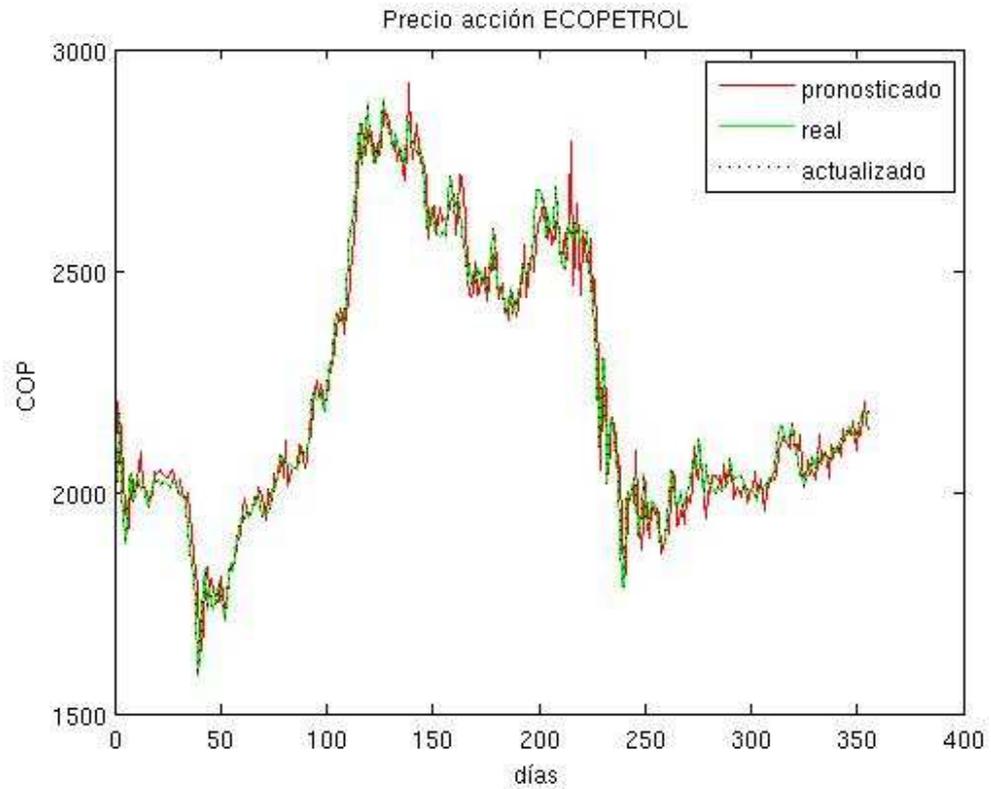


Figura 32. Series luego de la aplicación del algoritmo. Fuente autores

Las ganancias de Kalman para el modelo, se presentan para la variable de estado del precio de la acción, en donde para cada variable se observa el comportamiento y sus valores, siendo las ganancias de la TRM y del WTI un poco despreciables por su proximidad a 0 y su magnitud, la correspondiente a la acción se estabiliza en 1, esto respondiendo en parte a la relación de las medidas con los pronósticos de acuerdo a la configuración de la matriz de error debido a la medida, dándole un peso mayor a los errores..

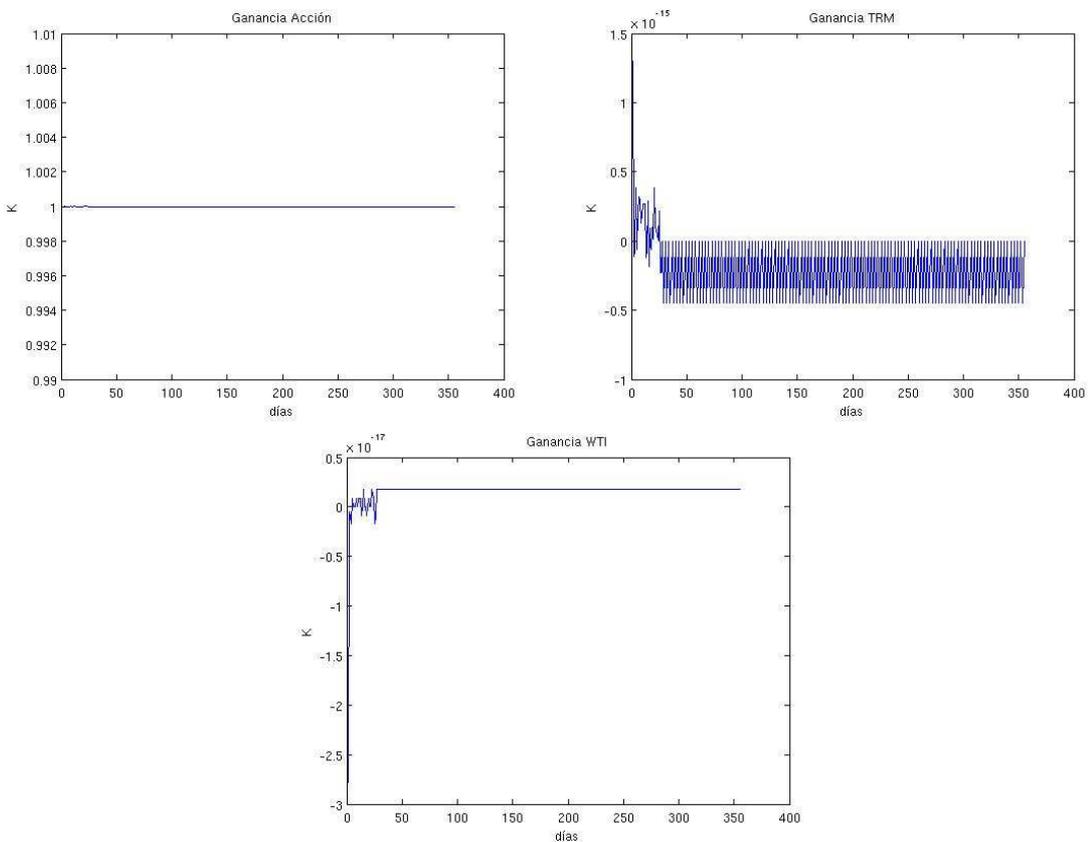


Figura 33. Ganancias de Kalman. Fuente autores

El análisis de las varianzas del modelo de regresión lineal basado en los mínimos cuadrados ordinarios con las variables de estado mediante el uso del paquete de software SPSS 15.0.1 para Windows, como fundamento para la relación entre las variables dentro de los componentes del filtro de Kalman, nos arroja la siguiente información, con la cual mediante la significancia y valor F de la regresión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa de la relación de dependencia entre las variables, para un valor mayor a $F_{0,05(2,351)}$ de 3.0214 y menor a una significancia de 0.05.

Análisis de mínimos cuadrados en dos fases

Descripción del modelo

		Tipo de variable
Ecuación 1	Acción	dependiente
	TRM	predictor e instrumental
	WTI	predictor e instrumental

MOD_1

Resumen del modelo

Ecuación 1	R múltiple	,705
	R cuadrado	,498
	R cuadrado corregida	,495
	Error típico de la estimación	218,854

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ecuación 1	Regresión	16658403,422	2	8329201,711	173,897	,000
	Residuo	16811928,664	351	47897,233		
	Total	33470332,086	353			

Coeficientes

		Coeficientes no estandarizados		Beta	t	Sig.
		B	Error típico			
Ecuación 1	(Constante)	-80,379	285,769		-,281	,779
	TRM	,655	,106	,553	6,194	,000
	WTI	10,837	,830	1,167	13,060	,000

Correlaciones de los coeficientes

			TRM	WTI
Ecuación 1	Correlaciones	TRM	1,000	,906
		WTI	,906	1,000
	Covarianzas	TRM	,011	,080
		WTI	,080	,689

Tabla 5. Análisis de mínimos cuadrados en dos fases. Fuente autores

Una observación significativa es que dentro de las herramientas de las estimaciones recursivas, hay diversos métodos para analizar un modelo para distintos tamaños muestrales; entre estas se encuentran las ventanas y regresiones recursivas.

A diferencia de las regresiones recursivas y del filtro de Kalman, para el caso de las ventanas recursivas, las muestras se mantienen constantes en su tamaño a base de eliminar datos más antiguos y agregar datos más recientes, a medida que se van realizando nuevas observaciones de la serie. Dada la naturaleza de este tipo de estimación, las ventanas recursivas poseen mayor error estándar y un menor sesgo debido a la dependencia de la historia lejana de la serie.

Las regresiones recursivas emplean el conocimiento de toda la serie, y se van agregando nuevas observaciones a la estimación a medida que van resultando, aumentando a través del tiempo el tamaño de la muestra; implicando un menor error estándar y un mayor sesgo por la historia lejana de la serie, que en caso de presentarse cambios estructurales podrían incrementarse. Para el caso del filtro de Kalman, es la herramienta que representa una especie de punto intermedio con algunas ventajas adicionales, como lo es la posibilidad de ir redefiniendo el modelo adaptándolo mediante las mediciones para generar nuevos pronósticos ajustándose a la naturaleza dinámica del modelo o de la serie de datos en los estados pasado, presente y futuro, y entre otras lo que la diferencia de las dos herramientas anteriores, es la de realizar una estimación estocástica en vez de una determinística.⁷⁹

⁷⁹ SOLERA, Op. Cit.

12. CONCLUSIONES

- En las situaciones actuales de economías tan abiertas y tan entrelazadas, los eventos diversos que pudieren afectar un sector económico en específico no son los únicos a tomar en cuenta y los que influyen en el estado de estas economías no son tan evidentes y predecibles como se deseara; es por esto que para modelar de manera correcta una variable económica resulta necesario tomar una perspectiva más probabilística con un poco de estocástica que determinística.
- Se logró establecer y aplicar mediante las series temporales y el filtro de Kalman un pronóstico. Lo cual nos lleva a la conclusión de que la exactitud de dicho pronóstico depende de la correcta formulación del modelo; por lo tanto se puede afirmar que las series temporales y el filtro de Kalman sirven como herramienta de pronóstico de precios en la bolsa de valores.
- Dada la desviación estándar del error presentada, se puede utilizar el algoritmo para determinar el comportamiento del precio de una acción en el mediano o largo plazo, inclinando las decisiones a tomarse mediante las predicciones y las tendencias presentadas en estos plazos más extensos que la frecuencia diaria de predicción que se manejó.
- Aunque los resultados no son los más óptimos para la aplicación de este algoritmo, otros trabajos e investigaciones señalan al filtro de Kalman como una de las mejores alternativas para el análisis de sistemas dinámicos; como lo es la comparación realizada con las redes neuronales y el filtro de Kalman en la estimación de velocidad del motor de inducción; en donde el manejo del ruido y de la velocidad de respuesta ante la dinámica del modelo, es más satisfactoria.⁸⁰

⁸⁰ GONZÁLEZ, Jaime A., DA SILVEIRA, Marcos A., y PACHECO, Eduardo J. Comparación De la red neuronal y del filtro de Kalman en la estimación de velocidad del motor de inducción. Presentado en el 1er congreso iberoamericano de estudiantes de ingeniería eléctrica (I CIBELEC 2004)

13.RECOMENDACIONES

- Evaluar la alternativa de abrir una línea o crear un grupo investigación dentro de la facultad o bien puede ser también interdisciplinario, acerca del filtro de Kalman u otros algoritmos para el análisis dentro de los mercados de activos financieros.
- Implementación del algoritmo dentro del proyecto SIRIUS de la universidad, haciendo uso de los equipos adquiridos para la programación reconfigurable mejorando los tiempos de respuesta y consumo de recursos al aplicar de una manera más compleja el filtro de Kalman.
- Continuar la línea en proyectos de grado para el análisis y la comparación de diversas herramientas de pronósticos y tratamientos de precios de acciones, y otras aplicaciones económicas, ya sea en programas de pregrado o postgrado en la facultad de Ingeniería Industrial.
- Buscar realizar unas alianzas académicas y comerciales, con diferentes instituciones educativas que se encuentren desempeñando en el campo bursátil, y también con entidades financieras para el desarrollo del conocimiento mediante investigación, aprendizaje didáctico y prácticas empresariales en esta área.
- Profundizar o brindar la opción de materias electivas dentro del plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial que involucren el manejo de activos financieros, específicamente en la bolsa de valores y el mercado Forex; incluyendo laboratorios computacionales para la simulación de estos activos.

14. BIBLIOGRAFÍA

APUNTES DE CLASE de Eduardo Arturo Cruz Trejos, profesor del curso de Seminario I “Optimización financiera” de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, 09 de Octubre de 2006.

ARANA MORRONDO, Ricardo. Charles H. Dow (1851–1902) (en línea). <http://www.eumed.net/cursecon/economistas/Dow.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

ARANGO A, Carlos A., MISAS A., Martha, LÓPEZ E., Enrique. Economía subterránea en Colombia 1976-2003: una medición a partir de la demanda de efectivo (pdf en línea). <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra335.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

BANCO DE LA REPÚBLICA. El mercado monetario en Colombia, Jun. 2006 (pdf en línea). www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/revista_bco_notas/2006/jun_06.pdf (citado el: 06 de Junio de 2009)

BIBLIOTECA VIRTUAL DEL BANCO DE LA REPÚBLICA. Mercado de divisas (en línea). <http://www.lablaa.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/econo41.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

BVC S.A. Conózcenos (en línea). <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/AcercaBVC/conozcanos?action=dummy> (citado el: 06 de Junio de 2009)

BVC S.A. Diccionario de finanzas (en línea). <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Glosario> (citado el: 06 de Junio de 2009)

BVC S.A. Leyes (en línea). <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Regulacion/Mercado+de+Valores/Leyes?action=dummy> (citado el: 06 de Junio de 2009)

BVC S.A. Mercado de acciones (en línea). <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/acciones?action=dummy> (citado el: 06 de Junio de 2009)

CÁRDENAS SANTA MARÍA, Patricia. El mercado de derivados en Colombia. Una mejor administración del riesgo, 07 de Oct. 2005 (pdf en línea). http://www.asobancaria.com/upload/docs/docPub2791_2.pdf (citado el: 06 de Junio de 2009)

CARDONA BOTERO, Alberto y SERNA BEDOYA, Adriana María. Algoritmo Genético para negociación de acciones. Pereira, 2006, 112 p. Trabajo de investigación (Magíster en Administración Económica y Financiera). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial.

CMC. Estructura del mercado de capitales colombiano (en línea). http://www.mercadoycapitales.com/mercado/mercado_capitales.php (citado el: 06 de Junio de 2009)

COBO QUINTERO, Álvaro José. La selección de carteras: desde Markowitz. Bogotá, Colombia (pdf en línea). <http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Decisiones/curso/carteras.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

Colombia, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Resolución numero 0638 de 1998 (Superintendencia de Valores, Septiembre 29, 1998). Disponible en: <http://www.superfinanciera.gov.co/Normativa/valores/re063898.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

CONSEJO DIRECTIVO BVC. BVC y bolsas latinoamericanas, Sep. 2006 (pdf en línea). [http://www.bvc.com.co/gobierno/homeFiles/BVC y bolsas latinoamericanas.pdf](http://www.bvc.com.co/gobierno/homeFiles/BVC_y_bolsas_latinoamericanas.pdf) (citado el: 06 de Junio de 2009)

CORREA GARCÍA, Jaime Andrés. Informe EVA (presentación en línea). <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=18664> (citado el: 06 de junio de 2009)

E. A. Cruz T., J. H. Restrepo C., y J. J. Sánchez. Portafolio de inversión en acciones optimizado. En Revista Scientia et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira. p 175-180. Año XI - Número 27 - Abril de 2005

E. A. Cruz T., J. H. Restrepo C., y J. J. Sánchez. Selección de portafolios de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia. En Revista Scientia et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira. pp 299-304. Año XIII - Número 35 - Agosto de 2007

ECHAVARRÍA SOTO, Juan José et al. La tasa de interés natural en Colombia, (pdf en línea). <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra412.pdf> (citado el: 06 de Junio

de 2009)

ECOPETROL S.A. Comunicado de prensa. Ecopetrol presenta sus resultados para el tercer trimestre de 2009 y acumulados a septiembre de 2009 (pdf en línea). http://www.ecopetrol.com.co/documentos/43211_Resultados_tercer_trimestre_2009.pdf (citado el: 06 de Noviembre de 2009)

ELACCIONISTA. Gráficos Candlestick (velas japonesas) (en línea). <http://www.elaccionista.com/tecnico/candlestick.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

ENCICLOPEDIA DEL INVERSOR. Onda de Elliott (en línea) <http://www.encyclopediadelinversor.com/diccionario---orden-alfabetico/o/onda-de-elliott.html> (citado el: 06 de Junio de 2009)

FOREX PREMIUM. Gráficos de puntos y figuras (en línea). http://www.forexpremium.com/curso/g_puntos.html (citado el: 06 de Junio de 2009)

GALVIS, Claudia Marcela y NIETO SÁNCHEZ, Fabio Humberto. Construcción de un modelo para las series del PIB trimestral usando filtros de Kalman. Bogotá, 1991. Trabajo de investigación pregrado. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

GIRALDO GÓMEZ, Norman. Predicción de betas y VaR de portafolios de acciones mediante el filtro de Kalman y los modelos de Garch (pdf en línea). [http://cuadernosadministracion.javeriana.edu.co/pdfs/5_29_Prediction de betas.pdf](http://cuadernosadministracion.javeriana.edu.co/pdfs/5_29_Prediction%20de%20betas.pdf) (citado el: 06 de Junio de 2009)

GONZÁLEZ, Jaime A., DA SILVEIRA, Marcos A., y PACHECO, Eduardo J. Comparación De la red neuronal y del filtro de Kalman en la estimación de velocidad del motor de inducción. Presentado en el 1er congreso iberoamericano de estudiantes de ingeniería eléctrica (I CIBELEC 2004)

INVESTOPEDIA ULC. Technical Analysis: Chart Patterns (en línea). <http://www.investopedia.com/university/technical/techanalysis8.asp> (citado el: 06 de Junio de 2009)

Javier. Los perros del Ibex 2006, 31 de Dic. 2006 (en línea), <http://www.trackrecord.es/2006/12/los-perros-del-ibex-2006.html> (citado el: 06 de Junio de 2009)

MONTENEGRO GARCÍA, Álvaro. Introducción al filtro de Kalman. En: Documentos de economía (pdf en línea). No 18 (Jul. 2005); 26 p. (citado el: 06 de

Junio de 2009)

http://www.javeriana.edu.co/fcea/area_economia/inv/documents/Introduccionalfiltro_kalman.pdf

MORENO ARICAPA, Albeiro. Negociación de acciones en la bolsa de valores de Colombia utilizando el algoritmo de recocido simulado. Pereira, 2005, 186 p. Trabajo de grado (Magíster en Administración Económica y Financiera). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial.

MOSCOSO RAMÍREZ, Angie Vanesa. Optimización de activos financieros a través de la metaheurística de búsqueda tabú aplicada en la negociación de acciones. Pereira, 2005, 337 p. Trabajo de grado (Magíster en Administración Económica y Financiera). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial.

MUCHAPASTA. Análisis técnico (en línea)

http://www.muchapasta.com/forex/Analisis_tecnico.php (Citado el: 06 de Junio de 2009)

MUCHAPASTA. Teoría Fibonacci (en línea)

http://www.muchapasta.com/forex/forex,Indicadores_marketiva_2.php (citado el: 06 de Junio de 2009)

NEWPYME S.L. Líneas de abanico (en línea)

<http://www.abanfin.com/modules.php?tit=analisis-tecnico-formaciones-chartistas-xiii&name=Manuales&fid=gg0caau> (citado el: 06 de Junio de 2009)

PANSERI, Claudia, URGA, Giovanni, CRISTINI, Annalisa. The application of the Kalman filter to the Fisher equation: Italian and German term structure of interest rates, May 1999 (pdf en línea). http://fmwww.bc.edu/cef99/papers/panseri_uv.pdf (citado el: 06 de Junio de 2009)

PENA SÁNCHEZ DE RIVERA, Daniel. Estadística. Modelos y métodos V2. 2 ed. España: Alianza editorial s.a., 1997. p 549.

PROFESIONALES DE BOLSA. Renta fija (en línea).

<http://www.profesionalesdebolsa.com/interna.php?idsec=51> (citado el: 06 de Junio de 2009)

RIVERA, David. Promedios móviles y sus aplicaciones en negociar de materia (en línea). <http://www.content4reprint.com/view/spanish-22134.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

SABOGAL BERNAL, Edinson. Para que nos sirve el Ebitda (en línea).

<http://www.gerencie.com/para-que-nos-sirve-el-ebitda.html> (citado el: 06 de Junio de 2009)

SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, Jesús. Introducción a la estadística empresarial. Edición electrónica en <http://www.eumed.net/coursecon/libreria/index.htm>. 2004. Cap IV. p 5-6.

SOLERA RAMÍREZ, Álvaro. El filtro de Kalman, Jul. 2003 (pdf en línea). <http://www.bccr.fi.cr/ndie/Documentos/DIE-02-2003-NT-FILTRO DE KALMAN.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

SOTOCA LÓPEZ, Sonia. Aplicaciones econométricas del filtro de Kalman y algunas variaciones numéricas: el filtro de Chandrasekhar. Madrid, 1992, 238 p. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Departamento de Fundamentos del Análisis Económico II (Economía Cuantitativa).

STEPHEN HAWKING. El futuro del universo. Conferencia pronunciada por Stephen Hawking en la Universidad de Cambridge, en enero de 1991 (pdf en línea). <http://runapacha.iespana.es/paginas/19ciencia/pdf/ciencia003.pdf> (citado el: 06 de Junio de 2009)

SUPERFINANCIERA. Glosario (en línea). <http://www.superfinanciera.gov.co/GuiasInformativas/glosario-v.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

WIKIPEDIA. Filtro de Kalman (en línea). http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_de_Kalman (citado el: 06 de Junio de 2009)

X-TRADE BROKERS DOM MAKLESKI, S.A. Indicadores técnicos (en línea). <http://www.xtb.es/strona.php?p=98> (citado el: 06 de Junio de 2009)

ZAMBRANO VALENCIA, Anyeli. El mercado de capitales, Oct. 2004 (en línea). <http://www.gestiopolis.com/recursos3/docs/fin/mktcapcol.htm> (citado el: 06 de Junio de 2009)

15. ANEXOS

Anexo A. Precio diario AO ECOPETROL S.A. (COP)

28/11/2007	2022,762760	18/01/2008	1746,832371	11/03/2008	2004,166873
29/11/2007	2175,512962	21/01/2008	1586,981007	12/03/2008	2018,226236
30/11/2007	1989,934469	22/01/2008	1627,066555	13/03/2008	2036,264946
03/12/2007	1963,380192	23/01/2008	1716,623685	14/03/2008	2083,655095
04/12/2007	1884,387078	24/01/2008	1800,539244	17/03/2008	2071,657137
05/12/2007	1926,501588	25/01/2008	1825,284374	18/03/2008	2077,821156
06/12/2007	2038,799594	28/01/2008	1736,752022	19/03/2008	2073,620052
07/12/2007	2034,390430	29/01/2008	1786,936336	20/03/2008	2063,479791
10/12/2007	1981,963333	30/01/2008	1747,636215	21/03/2008	2058,409661
11/12/2007	2001,696406	31/01/2008	1736,729764	24/03/2008	2055,874596
12/12/2007	2041,434993	01/02/2008	1773,424068	25/03/2008	2053,339530
13/12/2007	2004,895388	04/02/2008	1801,523225	26/03/2008	2051,217650
14/12/2007	2015,366093	05/02/2008	1761,097519	27/03/2008	2071,661378
17/12/2007	2002,338237	06/02/2008	1737,961560	28/03/2008	2095,426865
18/12/2007	1972,163732	07/02/2008	1707,166929	31/03/2008	2093,622214
19/12/2007	1966,528128	08/02/2008	1778,787240	01/04/2008	2088,101638
20/12/2007	1989,822338	11/02/2008	1801,899584	02/04/2008	2098,050550
21/12/2007	2025,547780	12/02/2008	1840,075820	03/04/2008	2126,183177
24/12/2007	2018,733545	13/02/2008	1821,342452	04/04/2008	2198,178459
25/12/2007	2024,558980	14/02/2008	1860,993990	07/04/2008	2226,067880
26/12/2007	2030,384415	15/02/2008	1893,129894	08/04/2008	2208,487601
27/12/2007	2017,116905	18/02/2008	1935,099348	09/04/2008	2213,595857
28/12/2007	2023,997660	19/02/2008	1952,283822	10/04/2008	2228,385581
31/12/2007	2018,296338	20/02/2008	1942,693715	11/04/2008	2196,625710
01/01/2008	2015,445678	21/02/2008	1957,261265	14/04/2008	2182,547553
02/01/2008	2012,595017	22/02/2008	1941,038908	15/04/2008	2232,251167
03/01/2008	2027,287112	25/02/2008	1952,791935	16/04/2008	2281,309959
04/01/2008	2021,516105	26/02/2008	1964,085028	17/04/2008	2284,511159
07/01/2008	2016,695739	27/02/2008	1980,007593	18/04/2008	2319,986780
08/01/2008	2011,875373	28/02/2008	1974,242219	21/04/2008	2374,880017
09/01/2008	1995,477892	29/02/2008	1995,948848	22/04/2008	2404,230972
10/01/2008	1991,235923	03/03/2008	1972,190332	23/04/2008	2396,982492
11/01/2008	1991,446068	04/03/2008	1944,655703	24/04/2008	2378,355865
14/01/2008	1973,077894	05/03/2008	1955,936191	25/04/2008	2396,655509
15/01/2008	1913,073866	06/03/2008	1953,963310	28/04/2008	2440,405192
16/01/2008	1837,120018	07/03/2008	1965,659173	29/04/2008	2556,570276
17/01/2008	1812,467318	10/03/2008	2000,855103	30/04/2008	2593,405762

01/05/2008	2612,780018	04/07/2008	2714,120177	08/09/2008	2628,934245
02/05/2008	2632,154274	07/07/2008	2704,134215	09/09/2008	2598,809795
05/05/2008	2712,389755	08/07/2008	2639,263618	10/09/2008	2584,711753
06/05/2008	2792,625236	09/07/2008	2649,257923	11/09/2008	2599,913810
07/05/2008	2831,675560	10/07/2008	2671,029531	12/09/2008	2691,362354
08/05/2008	2739,232844	11/07/2008	2650,170795	15/09/2008	2616,704243
09/05/2008	2812,922439	14/07/2008	2590,631376	16/09/2008	2569,168031
12/05/2008	2879,223138	15/07/2008	2536,931121	17/09/2008	2519,998479
13/05/2008	2790,587233	16/07/2008	2479,550929	18/09/2008	2502,385068
14/05/2008	2789,415829	17/07/2008	2513,872425	19/09/2008	2589,292917
15/05/2008	2743,534065	18/07/2008	2468,155396	22/09/2008	2610,735065
16/05/2008	2778,023042	21/07/2008	2497,138295	23/09/2008	2576,994573
19/05/2008	2755,624051	22/07/2008	2471,515428	24/09/2008	2575,865683
20/05/2008	2788,293626	23/07/2008	2505,861203	25/09/2008	2608,919669
21/05/2008	2840,038573	24/07/2008	2493,714303	26/09/2008	2608,900061
22/05/2008	2889,330981	25/07/2008	2498,936394	29/09/2008	2563,328700
23/05/2008	2849,445226	28/07/2008	2489,457041	30/09/2008	2562,687764
26/05/2008	2825,132718	29/07/2008	2448,507528	01/10/2008	2584,679065
27/05/2008	2800,820210	30/07/2008	2471,762409	02/10/2008	2583,838234
28/05/2008	2774,957304	31/07/2008	2535,901938	03/10/2008	2590,954332
29/05/2008	2808,465789	01/08/2008	2596,306037	06/10/2008	2459,525795
30/05/2008	2785,911096	04/08/2008	2540,473780	07/10/2008	2451,495905
02/06/2008	2779,236027	05/08/2008	2456,263086	08/10/2008	2344,103172
03/06/2008	2772,560957	06/08/2008	2468,768636	09/10/2008	2311,300466
04/06/2008	2742,406304	07/08/2008	2459,655708	10/10/2008	2103,433128
05/06/2008	2740,860494	08/08/2008	2450,542780	13/10/2008	2202,294454
06/06/2008	2837,620980	11/08/2008	2422,488351	14/10/2008	2301,155781
09/06/2008	2833,487917	12/08/2008	2399,566124	15/10/2008	2301,155781
10/06/2008	2794,492689	13/08/2008	2432,903430	16/10/2008	2017,784441
11/06/2008	2791,401646	14/08/2008	2458,045269	17/10/2008	2098,712898
12/06/2008	2763,714884	15/08/2008	2402,832992	20/10/2008	2162,934463
13/06/2008	2770,308212	18/08/2008	2428,427062	21/10/2008	2159,425424
16/06/2008	2773,394025	19/08/2008	2454,021131	22/10/2008	2071,429250
17/06/2008	2739,929289	20/08/2008	2469,785300	23/10/2008	2039,227585
18/06/2008	2689,999598	21/08/2008	2509,778642	24/10/2008	1897,754887
19/06/2008	2593,943038	22/08/2008	2502,173374	27/10/2008	1789,219026
20/06/2008	2608,581288	25/08/2008	2488,428302	28/10/2008	1789,219026
23/06/2008	2634,102394	26/08/2008	2514,878499	29/10/2008	1977,612455
24/06/2008	2634,905655	27/08/2008	2525,633598	30/10/2008	2002,419448
25/06/2008	2598,048112	28/08/2008	2525,633598	31/10/2008	1981,865352
26/06/2008	2580,591867	29/08/2008	2596,633146	03/11/2008	2007,601467
27/06/2008	2577,969202	01/09/2008	2683,695240	04/11/2008	2033,337582
30/06/2008	2584,985909	02/09/2008	2683,178577	05/11/2008	2003,414022
01/07/2008	2592,002616	03/09/2008	2670,123449	06/11/2008	1902,772597
02/07/2008	2575,106609	04/09/2008	2643,938142	07/11/2008	1950,121516
03/07/2008	2668,088554	05/09/2008	2575,701901	10/11/2008	2041,223973

11/11/2008	1947,767561	31/12/2008	2008,000462	19/02/2009	2075,485147
12/11/2008	1930,604556	01/01/2009	2009,155063	20/02/2009	2036,655344
13/11/2008	1945,813773	02/01/2009	2010,309663	23/02/2009	2045,427744
14/11/2008	1978,770277	05/01/2009	2032,233213	24/02/2009	2012,405291
17/11/2008	1975,526642	06/01/2009	2074,568287	25/02/2009	2037,972567
18/11/2008	1972,283007	07/01/2009	2053,516305	26/02/2009	2037,972567
19/11/2008	1946,014039	08/01/2009	2028,628861	27/02/2009	2037,972567
20/11/2008	1891,193515	09/01/2009	2033,600522	02/03/2009	2079,963524
21/11/2008	1885,882054	12/01/2009	2034,679242	03/03/2009	2054,977086
24/11/2008	1885,882054	13/01/2009	2035,757962	04/03/2009	2095,944228
25/11/2008	1955,928754	14/01/2009	2022,301100	05/03/2009	2066,639088
26/11/2008	1977,480755	15/01/2009	1996,062077	06/03/2009	2069,440995
27/11/2008	2048,768519	16/01/2009	2006,469169	09/03/2009	2074,844289
28/11/2008	2027,374516	19/01/2009	2000,133334	10/03/2009	2086,432453
01/12/2008	1970,671534	20/01/2009	2000,750479	11/03/2009	2073,801587
02/12/2008	1965,767811	21/01/2009	2000,251472	12/03/2009	2073,676072
03/12/2008	1974,664222	22/01/2009	1994,155976	13/03/2009	2085,824769
04/12/2008	2002,170985	23/01/2009	1978,877563	16/03/2009	2100,691730
05/12/2008	1958,669282	26/01/2009	2012,401381	17/03/2009	2097,107609
08/12/2008	1978,735586	27/01/2009	2006,898718	18/03/2009	2088,032550
09/12/2008	1998,801890	28/01/2009	2017,535366	19/03/2009	2120,238777
10/12/2008	2021,351403	29/01/2009	2014,775865	20/03/2009	2120,976993
11/12/2008	2072,571848	30/01/2009	2032,021989	23/03/2009	2128,611688
12/12/2008	2055,255361	02/02/2009	2025,920700	24/03/2009	2136,246383
15/12/2008	2055,255361	03/02/2009	2031,710514	25/03/2009	2144,737741
16/12/2008	2120,782294	04/02/2009	2058,187606	26/03/2009	2145,918423
17/12/2008	2104,758761	05/02/2009	2094,566233	27/03/2009	2128,254820
18/12/2008	2028,145002	06/02/2009	2132,954777	30/03/2009	2124,445561
19/12/2008	1992,745142	09/02/2009	2153,462153	31/03/2009	2135,888717
22/12/2008	2063,704470	10/02/2009	2146,788216	01/04/2009	2144,943913
23/12/2008	2021,606330	11/02/2009	2126,822424	02/04/2009	2174,278628
24/12/2008	2021,606330	12/02/2009	2117,766173	03/04/2009	2170,456347
25/12/2008	2010,451031	13/02/2009	2135,366774	06/04/2009	2169,138292
26/12/2008	1999,295733	16/02/2009	2150,627029	07/04/2009	2180,145894
29/12/2008	2016,645531	17/02/2009	2109,383970		
30/12/2008	2005,691261	18/02/2009	2092,387724		

Anexo B. Precio diario TRM (COP)

28/11/2007	2094,74	29/01/2008	1969,65	31/03/2008	1821,60
29/11/2007	2066,81	30/01/2008	1946,54	01/04/2008	1834,96
30/11/2007	2060,42	31/01/2008	1939,60	02/04/2008	1827,94
03/12/2007	2043,11	01/02/2008	1939,77	03/04/2008	1826,34
04/12/2007	2052,18	04/02/2008	1921,94	04/04/2008	1824,39
05/12/2007	2057,40	05/02/2008	1917,26	07/04/2008	1816,28
06/12/2007	2036,60	06/02/2008	1928,30	08/04/2008	1811,23
07/12/2007	2023,18	07/02/2008	1929,70	09/04/2008	1812,85
10/12/2007	2016,77	08/02/2008	1935,49	10/04/2008	1799,07
11/12/2007	2009,83	11/02/2008	1923,08	11/04/2008	1791,63
12/12/2007	2005,82	12/02/2008	1912,80	14/04/2008	1792,49
13/12/2007	2003,90	13/02/2008	1901,38	15/04/2008	1792,69
14/12/2007	2017,36	14/02/2008	1898,40	16/04/2008	1797,89
17/12/2007	2009,85	15/02/2008	1894,87	17/04/2008	1798,89
18/12/2007	2006,48	18/02/2008	1905,37	18/04/2008	1792,87
19/12/2007	2007,98	19/02/2008	1905,37	21/04/2008	1785,17
20/12/2007	2005,92	20/02/2008	1890,74	22/04/2008	1780,79
21/12/2007	2000,58	21/02/2008	1910,81	23/04/2008	1775,08
24/12/2007	1993,08	22/02/2008	1895,85	24/04/2008	1765,30
25/12/2007	1989,70	25/02/2008	1892,00	25/04/2008	1765,75
26/12/2007	1989,70	26/02/2008	1887,97	28/04/2008	1775,22
27/12/2007	1987,81	27/02/2008	1879,19	29/04/2008	1767,73
28/12/2007	2001,72	28/02/2008	1854,87	30/04/2008	1780,21
31/12/2007	2014,76	29/02/2008	1843,59	01/05/2008	1767,27
01/01/2008	2014,76	03/03/2008	1845,17	02/05/2008	1767,27
02/01/2008	2014,76	04/03/2008	1849,46	05/05/2008	1756,25
03/01/2008	2012,82	05/03/2008	1841,61	06/05/2008	1756,25
04/01/2008	2013,27	06/03/2008	1856,69	07/05/2008	1769,32
07/01/2008	2013,98	07/03/2008	1880,12	08/05/2008	1787,62
08/01/2008	2013,98	10/03/2008	1902,17	09/05/2008	1793,13
09/01/2008	2000,91	11/03/2008	1864,78	12/05/2008	1781,79
10/01/2008	2004,70	12/03/2008	1865,98	13/05/2008	1781,29
11/01/2008	2003,74	13/03/2008	1853,41	14/05/2008	1780,01
14/01/2008	1985,35	14/03/2008	1856,01	15/05/2008	1787,65
15/01/2008	1949,43	17/03/2008	1843,95	16/05/2008	1792,94
16/01/2008	1948,91	18/03/2008	1857,55	19/05/2008	1785,04
17/01/2008	1960,49	19/03/2008	1823,11	20/05/2008	1779,35
18/01/2008	1947,60	20/03/2008	1815,65	21/05/2008	1787,59
21/01/2008	1968,13	21/03/2008	1815,65	22/05/2008	1779,48
22/01/2008	1968,13	24/03/2008	1815,65	23/05/2008	1779,59
23/01/2008	2007,41	25/03/2008	1815,65	26/05/2008	1777,98
24/01/2008	2005,08	26/03/2008	1835,01	27/05/2008	1777,98
25/01/2008	1970,65	27/03/2008	1821,31	28/05/2008	1772,55
28/01/2008	1961,30	28/03/2008	1810,68	29/05/2008	1767,41

30/05/2008	1755,95	04/08/2008	1779,97	07/10/2008	2250,73
02/06/2008	1744,01	05/08/2008	1771,31	08/10/2008	2261,96
03/06/2008	1744,01	06/08/2008	1772,16	09/10/2008	2326,41
04/06/2008	1730,61	07/08/2008	1782,92	10/10/2008	2254,24
05/06/2008	1728,76	08/08/2008	1782,92	13/10/2008	2318,63
06/06/2008	1709,95	11/08/2008	1816,25	14/10/2008	2318,63
09/06/2008	1702,44	12/08/2008	1821,76	15/10/2008	2223,94
10/06/2008	1687,13	13/08/2008	1836,25	16/10/2008	2316,54
11/06/2008	1696,79	14/08/2008	1854,16	17/10/2008	2304,68
12/06/2008	1700,94	15/08/2008	1853,45	20/10/2008	2271,98
13/06/2008	1705,35	18/08/2008	1882,11	21/10/2008	2243,49
16/06/2008	1707,87	19/08/2008	1882,11	22/10/2008	2296,32
17/06/2008	1684,52	20/08/2008	1891,99	23/10/2008	2346,47
18/06/2008	1655,42	21/08/2008	1880,69	24/10/2008	2361,01
19/06/2008	1652,41	22/08/2008	1864,26	27/10/2008	2386,48
20/06/2008	1670,31	25/08/2008	1872,07	28/10/2008	2379,24
23/06/2008	1678,82	26/08/2008	1873,94	29/10/2008	2382,31
24/06/2008	1713,63	27/08/2008	1892,06	30/10/2008	2374,10
25/06/2008	1748,04	28/08/2008	1887,71	31/10/2008	2359,52
26/06/2008	1783,44	29/08/2008	1907,97	03/11/2008	2392,28
27/06/2008	1832,81	01/09/2008	1932,20	04/11/2008	2392,28
30/06/2008	1923,02	02/09/2008	1932,20	05/11/2008	2351,56
01/07/2008	1923,02	03/09/2008	1975,10	06/11/2008	2327,78
02/07/2008	1915,44	04/09/2008	1992,59	07/11/2008	2342,65
03/07/2008	1818,60	05/09/2008	2017,53	10/11/2008	2317,34
04/07/2008	1748,43	08/09/2008	2041,81	11/11/2008	2281,24
07/07/2008	1748,43	09/09/2008	2031,12	12/11/2008	2281,24
08/07/2008	1719,48	10/09/2008	2071,24	13/11/2008	2335,02
09/07/2008	1736,49	11/09/2008	2081,32	14/11/2008	2329,82
10/07/2008	1728,74	12/09/2008	2082,46	17/11/2008	2308,65
11/07/2008	1768,09	15/09/2008	2051,55	18/11/2008	2308,65
14/07/2008	1778,80	16/09/2008	2071,29	19/11/2008	2329,90
15/07/2008	1753,51	17/09/2008	2109,37	20/11/2008	2342,18
16/07/2008	1777,17	18/09/2008	2139,14	21/11/2008	2359,26
17/07/2008	1768,53	19/09/2008	2187,01	24/11/2008	2355,71
18/07/2008	1757,79	22/09/2008	2067,45	25/11/2008	2314,72
21/07/2008	1788,24	23/09/2008	2045,85	26/11/2008	2307,37
22/07/2008	1802,01	24/09/2008	2077,59	27/11/2008	2324,10
23/07/2008	1797,43	25/09/2008	2147,41	28/11/2008	2324,10
24/07/2008	1772,25	26/09/2008	2118,31	01/12/2008	2318,00
25/07/2008	1777,10	29/09/2008	2105,61	02/12/2008	2320,12
28/07/2008	1785,17	30/09/2008	2174,62	03/12/2008	2315,35
29/07/2008	1764,48	01/10/2008	2184,76	04/12/2008	2317,48
30/07/2008	1789,68	02/10/2008	2166,05	05/12/2008	2323,28
31/07/2008	1792,24	03/10/2008	2192,69	08/12/2008	2333,54
01/08/2008	1800,54	06/10/2008	2160,08	09/12/2008	2333,54

10/12/2008	2311,70	20/01/2009	2227,68	02/03/2009	2555,89
11/12/2008	2302,93	21/01/2009	2245,28	03/03/2009	2590,97
12/12/2008	2278,29	22/01/2009	2245,97	04/03/2009	2588,96
15/12/2008	2273,24	23/01/2009	2247,87	05/03/2009	2589,48
16/12/2008	2254,50	26/01/2009	2280,77	06/03/2009	2572,92
17/12/2008	2223,30	27/01/2009	2280,43	09/03/2009	2548,57
18/12/2008	2173,86	28/01/2009	2310,83	10/03/2009	2559,36
19/12/2008	2163,14	29/01/2009	2341,09	11/03/2009	2525,06
22/12/2008	2167,35	30/01/2009	2386,58	12/03/2009	2506,73
23/12/2008	2169,83	02/02/2009	2420,26	13/03/2009	2481,26
24/12/2008	2180,49	03/02/2009	2450,78	16/03/2009	2445,30
25/12/2008	2198,09	04/02/2009	2443,67	17/03/2009	2390,96
26/12/2008	2198,09	05/02/2009	2469,02	18/03/2009	2390,98
29/12/2008	2204,95	06/02/2009	2472,65	19/03/2009	2383,15
30/12/2008	2234,00	09/02/2009	2449,49	20/03/2009	2335,29
31/12/2008	2243,59	10/02/2009	2450,60	23/03/2009	2340,83
01/01/2009	2243,59	11/02/2009	2494,07	24/03/2009	2340,83
02/01/2009	2243,59	12/02/2009	2537,82	25/03/2009	2353,21
05/01/2009	2234,81	13/02/2009	2520,06	26/03/2009	2379,94
06/01/2009	2227,24	16/02/2009	2509,50	27/03/2009	2435,81
07/01/2009	2197,72	17/02/2009	2509,50	30/03/2009	2485,56
08/01/2009	2214,13	18/02/2009	2554,40	31/03/2009	2561,21
09/01/2009	2220,82	19/02/2009	2558,14	01/04/2009	2544,24
12/01/2009	2216,23	20/02/2009	2547,40	02/04/2009	2534,99
13/01/2009	2216,23	23/02/2009	2588,31	03/04/2009	2451,72
14/01/2009	2226,87	24/02/2009	2572,30	06/04/2009	2422,71
15/01/2009	2234,40	25/02/2009	2596,37	07/04/2009	2408,42
16/01/2009	2249,64	26/02/2009	2575,50		
19/01/2009	2227,68	27/02/2009	2555,05		

Anexo C. Precio diario WTI (USD)

28/11/2007	90,71	28/01/2008	90,99	27/03/2008	107,56
29/11/2007	90,98	29/01/2008	91,66	28/03/2008	105,59
30/11/2007	88,60	30/01/2008	92,34	31/03/2008	101,54
03/12/2007	89,29	31/01/2008	91,67	01/04/2008	100,92
04/12/2007	88,31	01/02/2008	89,03	02/04/2008	104,83
05/12/2007	87,45	04/02/2008	90,07	03/04/2008	103,92
06/12/2007	90,25	05/02/2008	88,32	04/04/2008	106,09
07/12/2007	88,23	06/02/2008	87,16	07/04/2008	108,91
10/12/2007	87,72	07/02/2008	88,07	08/04/2008	108,54
11/12/2007	90,12	08/02/2008	91,77	09/04/2008	110,89
12/12/2007	94,41	11/02/2008	93,56	10/04/2008	110,07
13/12/2007	92,35	12/02/2008	92,82	11/04/2008	110,14
14/12/2007	91,31	13/02/2008	93,28	14/04/2008	111,71
17/12/2007	90,69	14/02/2008	95,42	15/04/2008	113,77
18/12/2007	89,93	15/02/2008	95,57	16/04/2008	114,80
19/12/2007	91,11	18/02/2008	97,78	17/04/2008	114,80
20/12/2007	90,88	19/02/2008	99,99	18/04/2008	116,56
21/12/2007	93,19	20/02/2008	100,86	21/04/2008	117,48
24/12/2007	94,00	21/02/2008	98,57	22/04/2008	119,17
25/12/2007	94,95	22/02/2008	99,03	23/04/2008	119,28
26/12/2007	95,89	25/02/2008	99,40	24/04/2008	117,10
27/12/2007	96,63	26/02/2008	100,83	25/04/2008	119,64
28/12/2007	96,03	27/02/2008	99,59	28/04/2008	118,78
31/12/2007	95,95	28/02/2008	102,60	29/04/2008	115,67
01/01/2008	97,80	29/02/2008	101,78	30/04/2008	113,70
02/01/2008	99,64	03/03/2008	102,42	01/05/2008	112,60
03/01/2008	99,17	04/03/2008	99,72	02/05/2008	116,36
04/01/2008	97,90	05/03/2008	104,45	05/05/2008	119,94
07/01/2008	95,08	06/03/2008	105,51	06/05/2008	121,82
08/01/2008	96,43	07/03/2008	105,12	07/05/2008	123,56
09/01/2008	95,64	10/03/2008	107,90	08/05/2008	123,77
10/01/2008	93,92	11/03/2008	108,73	09/05/2008	125,94
11/01/2008	92,74	12/03/2008	109,86	12/05/2008	124,02
14/01/2008	94,23	13/03/2008	110,21	13/05/2008	125,83
15/01/2008	91,87	14/03/2008	110,03	14/05/2008	124,21
16/01/2008	90,80	17/03/2008	105,74	15/05/2008	124,25
17/01/2008	90,11	18/03/2008	109,57	16/05/2008	126,50
18/01/2008	90,55	19/03/2008	103,25	19/05/2008	127,15
21/01/2008	90,10	20/03/2008	102,57	20/05/2008	128,93
22/01/2008	89,64	21/03/2008	102,14	21/05/2008	132,99
23/01/2008	87,65	24/03/2008	101,70	22/05/2008	130,04
24/01/2008	89,98	25/03/2008	101,78	23/05/2008	131,58
25/01/2008	90,37	26/03/2008	105,83	26/05/2008	130,20

27/05/2008	128,81	30/07/2008	126,74	02/10/2008	93,84
28/05/2008	131,00	31/07/2008	124,17	03/10/2008	93,91
29/05/2008	126,70	01/08/2008	125,03	06/10/2008	88,15
30/05/2008	127,35	04/08/2008	121,45	07/10/2008	90,18
02/06/2008	127,75	05/08/2008	118,71	08/10/2008	88,94
03/06/2008	124,33	06/08/2008	118,57	09/10/2008	86,50
04/06/2008	122,30	07/08/2008	119,84	10/10/2008	77,44
05/06/2008	127,93	08/08/2008	115,42	13/10/2008	81,17
06/06/2008	138,51	11/08/2008	114,44	14/10/2008	78,69
09/06/2008	134,44	12/08/2008	113,10	15/10/2008	74,38
10/06/2008	131,38	13/08/2008	115,96	16/10/2008	69,81
11/06/2008	136,43	14/08/2008	115,05	17/10/2008	71,90
12/06/2008	136,91	15/08/2008	113,46	20/10/2008	74,08
13/06/2008	134,84	18/08/2008	112,92	21/10/2008	71,29
16/06/2008	134,52	19/08/2008	114,39	22/10/2008	66,92
17/06/2008	133,99	20/08/2008	115,48	23/10/2008	67,17
18/06/2008	136,54	21/08/2008	121,23	24/10/2008	63,34
19/06/2008	131,88	22/08/2008	114,48	27/10/2008	61,92
20/06/2008	134,78	25/08/2008	114,85	28/10/2008	62,80
23/06/2008	135,98	26/08/2008	116,31	29/10/2008	67,45
24/06/2008	136,49	27/08/2008	118,17	30/10/2008	65,79
25/06/2008	133,92	28/08/2008	115,58	31/10/2008	68,10
26/06/2008	138,91	29/08/2008	115,55	03/11/2008	63,93
27/06/2008	139,69	01/09/2008	112,59	04/11/2008	70,41
30/06/2008	139,96	02/09/2008	109,63	05/11/2008	65,41
01/07/2008	141,06	03/09/2008	109,38	06/11/2008	60,72
02/07/2008	143,74	04/09/2008	107,99	07/11/2008	61,06
03/07/2008	145,31	05/09/2008	106,47	10/11/2008	62,19
04/07/2008	143,35	08/09/2008	106,35	11/11/2008	59,38
07/07/2008	141,38	09/09/2008	103,23	12/11/2008	55,95
08/07/2008	136,06	10/09/2008	102,66	13/11/2008	58,31
09/07/2008	135,88	11/09/2008	100,95	14/11/2008	57,18
10/07/2008	141,47	12/09/2008	101,19	17/11/2008	55,14
11/07/2008	144,96	15/09/2008	95,52	18/11/2008	54,42
14/07/2008	145,16	16/09/2008	91,49	19/11/2008	53,64
15/07/2008	138,68	17/09/2008	97,39	20/11/2008	48,86
16/07/2008	134,63	18/09/2008	97,50	21/11/2008	49,22
17/07/2008	129,43	19/09/2008	104,05	24/11/2008	53,63
18/07/2008	128,94	22/09/2008	122,61	25/11/2008	50,02
21/07/2008	131,43	23/09/2008	107,85	26/11/2008	54,20
22/07/2008	127,25	24/09/2008	106,84	27/11/2008	54,71
23/07/2008	123,73	25/09/2008	111,54	28/11/2008	55,21
24/07/2008	124,62	26/09/2008	106,77	01/12/2008	49,34
25/07/2008	122,59	29/09/2008	96,29	02/12/2008	47,05
28/07/2008	124,72	30/09/2008	100,70	03/12/2008	46,79
29/07/2008	122,21	01/10/2008	98,23	04/12/2008	43,80

05/12/2008	41,01	09/02/2009	39,58
08/12/2008	43,69	10/02/2009	37,54
09/12/2008	42,00	11/02/2009	35,93
10/12/2008	43,10	12/02/2009	34,03
11/12/2008	47,77	13/02/2009	37,63
12/12/2008	46,27	16/02/2009	36,30
15/12/2008	44,61	17/02/2009	34,96
16/12/2008	43,84	18/02/2009	34,67
17/12/2008	40,17	19/02/2009	39,60
18/12/2008	36,73	20/02/2009	39,35
19/12/2008	33,17	23/02/2009	37,66
22/12/2008	31,10	24/02/2009	38,86
23/12/2008	30,28	25/02/2009	41,64
24/12/2008	32,94	26/02/2009	43,18
25/12/2008	35,26	27/02/2009	44,15
26/12/2008	37,58	02/03/2009	40,07
29/12/2008	39,89	03/03/2009	41,57
30/12/2008	38,95	04/03/2009	45,28
31/12/2008	44,60	05/03/2009	43,54
01/01/2009	45,39	06/03/2009	45,43
02/01/2009	46,17	09/03/2009	47,01
05/01/2009	48,61	10/03/2009	45,68
06/01/2009	48,56	11/03/2009	42,46
07/01/2009	42,75	12/03/2009	46,91
08/01/2009	41,68	13/03/2009	46,22
09/01/2009	40,69	16/03/2009	47,33
12/01/2009	37,65	17/03/2009	48,97
13/01/2009	37,77	18/03/2009	48,12
14/01/2009	37,43	19/03/2009	51,46
15/01/2009	35,41	20/03/2009	51,55
16/01/2009	35,38	23/03/2009	53,05
19/01/2009	36,98	24/03/2009	53,36
20/01/2009	38,57	25/03/2009	52,24
21/01/2009	42,56	26/03/2009	53,87
22/01/2009	42,33	27/03/2009	52,41
23/01/2009	45,12	30/03/2009	48,49
26/01/2009	46,50	31/03/2009	49,64
27/01/2009	41,67	01/04/2009	48,46
28/01/2009	42,04	02/04/2009	52,61
29/01/2009	41,58	03/04/2009	52,52
30/01/2009	41,73	06/04/2009	51,10
02/02/2009	41,35	07/04/2009	49,13
03/02/2009	40,87		
04/02/2009	40,27		
05/02/2009	41,15		
06/02/2009	40,24		

Anexo D. Índice de bursatilidad accionario

Fecha de reporte: 31/10/2009

Código del título valor	Nombre del título valor	Clasificación	Valor del indicador
COAECPO00008	AO ECOPETROL S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	10.00000
COAISGO00006	AO ISAGEN S.A. E.S.P.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	9.42999
COAETBO00010	AO EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTA S.A. ESP	IBA - ALTA BURSATILIDAD	9.29899
COABICD00002	ADP BANCOLOMBIA S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	9.06199
COACSSO00003	AO GRUPO DE INVERSIONES SURAMERICANA S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	8.68099
COAISAO00008	AO INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	8.44100
COACCBO00001	AO CEMENTOS ARGOS S.A - (ANTES CEMENTOS DEL CARIBE)	IBA - ALTA BURSATILIDAD	8.35299
COABICO00009	AO BANCOLOMBIA	IBA - ALTA BURSATILIDAD	8.26299
COARGO00004	AO INVERSIONES ARGOS S.A - (ANTES CIA DE CEMENTOS ARGOS S.A.)	IBA - ALTA BURSATILIDAD	8.18800
COAGAAO00009	AO GRUPO AVAL ACCIONES Y VALORES S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	8.01500
COATMCO00003	AO TABLEROS Y MADERAS CALDAS S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	7.96100
COAFHTO00008	AO TEXTILES FABRICATO TEJICONDOR S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	7.93400
COAEXIO00009	AO ALMACENES EXITO S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	7.69700
COABVCO00019	AO BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	7.62699
COAICBO00009	AO INTERBOLSA S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	7.57599
COACFVO00003	AO CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A. (ANTES CORFIVALLE)	IBA - ALTA BURSATILIDAD	7.54399
COACTJO00000	AO CIA. COLOMBIANA DE TEJIDOS S.A.	IBA - ALTA BURSATILIDAD	7.48299
COANCHO00006	AO INVERSIONES NACIONAL DE CHOCOLATES S.A.	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	7.29399
COACCVO00009	AO COMPANIA COLOMBIANA DE INVERSIONES S.A.	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	7.20399
COAGAFO00009	AO BOLSA NACIONAL AGROPECUARIA S.A.	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	6.93799
COAMASO00009	AO MINEROS S.A.	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	6.65000
COABCRD00003	ADP BANCO DE CREDITO DE COLOMBIA S.A. HELM FINANCIAL SERVICES	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	6.60599
COABBOO00008	AO BANCO DE BOGOTA	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	6.58600
COAVBSO00008	AO VALOREM S.A. (ANTES VALORES BAVARIA S.A.)	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	6.28899
COAEEBO00011	AO EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA S.A. E.S.P.	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	6.24399
COAENKO00005	AO ENKA DE COLOMBIA S.A.	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	5.76499
COAOIIO00000	AO ORGANIZACION DE INGENIERIA INTERNACIONAL S.A.	IBA - MEDIA BURSATILIDAD	5.67499
COACFVD00006	ADP CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A. (ANTES CORFIVALLE)	IBA - BAJA BURSATILIDAD	5.10299
COASPRO00008	AO ADM.DE FDOS.DE PENS.Y CES PROTECCION S.A.	IBA - BAJA BURSATILIDAD	4.78300
COAPMGO00003	AO PROMIGAS S.A. E.S.P.	IBA - BAJA BURSATILIDAD	4.71400
COAAPRO00005	AO ACERIAS PAZ DEL RIO S.A. -EN REESTRUCTURACION	IBA - BAJA BURSATILIDAD	4.69700
COABOCO00006	AO BANCO DE OCCIDENTE S.A.	IBA - BAJA BURSATILIDAD	4.59799
COALVSO00007	AO BANCO AV VILLAS	IBA - BAJA BURSATILIDAD	4.30299
COABCAO00005	AO BANCO SANTANDER COLOMBIA S.A.	IBA - BAJA BURSATILIDAD	4.18900
COABMXO00006	AO BIOMAX BIOCOMBUSTIBLES S.A.	IBA - BAJA BURSATILIDAD	4.15500
COABGAO00007	AO BANCO BILBAO VIZCAYA ARGENTARIA COLOMBIA S.A. BBVA COLOMBIA	IBA - BAJA BURSATILIDAD	4.00699
COASOBO00003	AO SOCIEDADES BOLIVAR S.A.	IBA - BAJA BURSATILIDAD	3.69099
COACRTO00003	AO CARTON DE COLOMBIA S.A.	IBA - BAJA BURSATILIDAD	3.63499
COAVSSO00003	AO VALORES SIMESA S.A.	IBA - BAJA BURSATILIDAD	3.24100
COALVSD00000	ADP BANCO AV VILLAS	IBA - BAJA BURSATILIDAD	2.90700
COABPOO00009	AO BANCO POPULAR	IBA - BAJA BURSATILIDAD	2.84100
COAGSAO00002	AO FOGANSA S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	2.66900
COACDMO00006	AO CLINICA DE MARLY S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	1.71200
COACORO00003	AO CORP. FERIAS Y EXPOSICIONES S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	1.49500
COAVINO00004	AO VALORES INDUSTRIALES S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	1.38599
COAGENO00004	AO GENERAR S.A. E.S.P.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	1.32800
COABGAD00000	ADP BANCO BILBAO VIZCAYA ARGENTARIA COLOMBIA S.A. BBVA COLOMBIA	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	1.28699
COASIEO00000	AO SOCIEDAD DE INVERSIONES EN ENERGIA S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	1.27200
COAGANO00002	AO GAS NATURAL E.S.P.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	1.23300
COAIMUO00008	AO INDUSTRIAS METALURGICAS UNIDAS S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	1.03000
COAPFAO00000	AO PRODUCTOS FAMILIA S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	0.87800
COABOOO00001	AO BRIO DE COLOMBIA S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	0.82399
COAMCSO00005	AO MANUFACTURAS DE CEMENTO S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	0.68200
COAESTO00007	AO INDUSTRIAS ESTRA S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	0.62900

COAZTSO00003	AO SETAS COLOMBIANAS S.A.	IBA - MINIMA BURSATILIDAD	0.00100
--------------	---------------------------	---------------------------	---------

Fuente: Sistema de información Superintendencia Financiera de Colombia.
Número de registros 55
Reporte consultado el 12/11/2009 a las 10:44:37

Anexo E. Índice de bursatilidad accionario

ECOPETROL S.A.

**Último cierre del ejercicio: 31/12/2008, Fecha de Transmisión: 10/11/2009

**Información sujeta a verificación

Responsabilidad por el uso y veracidad de la información publicada: De conformidad con el parágrafo 3° del artículo 7° de la ley 964 de 2005 y del artículo 1.1.3.16 de la Resolución 400 de 1995, la veracidad de la información publicada en el SIMEV, así como los efectos que ésta produzca como consecuencia de su divulgación, son de exclusiva responsabilidad de quienes la suministran y tienen la obligación de actualizarla de manera permanente.

BALANCE GENERAL		
3er. Trimestre 30 de septiembre de 2009 (Miles de pesos)	TRIMESTRE ACTUAL	TRIMESTRE AÑO ANTERIOR
ACTIVO CORRIENTE	17,669,259,297.00	25,897,840,275.00
EFFECTIVO	5,444,739,346.00	4,471,173,739.00
INVERSIONES	2,260,312,642.00	6,909,925,709.00
Inversiones Admón. de la Liquidez - Renta Fija	2,239,236,597.00	6,909,552,218.00
Inversiones con fines de política - Renta Fija	0.00	0.00
Inversiones patrimoniales método del costo	0.00	0.00
Inversiones patrimoniales método de participación	0.00	0.00
DEUDORES	8,365,104,683.00	12,742,692,290.00
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE	0.00	0.00
INVENTARIOS	1,599,102,626.00	1,774,048,537.00
OTROS ACTIVOS	0.00	0.00
ACTIVO NO CORRIENTE	33,956,978,276.00	34,443,982,264.00
INVERSIONES	7,011,628,770.00	3,338,997,934.00
DEUDORES	692,721,332.00	547,921,273.00
PROPIEDADES PLANTA Y EQUIPO	9,688,505,736.00	6,780,175,862.00
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE	6,635,680,585.00	5,315,498,598.00
OTROS ACTIVOS	9,928,441,853.00	18,461,388,597.00
TOTAL ACTIVO	51,626,237,573.00	60,341,822,539.00

BALANCE GENERAL		
3er. Trimestre 30 de septiembre de 2009 (Miles de pesos)	TRIMESTRE ACTUAL	TRIMESTRE AÑO ANTERIOR
PASIVO CORRIENTE	15,980,261,460.00	13,316,785,461.00
OPERACIONES CREDITO PUBLICO	5,103,200,000.00	0.00
OBLIGACIONES FINANCIERAS	1,257,250.00	0.00
CUENTAS POR PAGAR	7,802,703,247.00	6,243,447,802.00

OBLIGACIONES LABORALES Y DE SEGURIDAD SOCIAL INTEG	87,697,213.00	70,127,595.00
PASIVOS ESTIMADOS	1,910,455,241.00	5,661,582,259.00
OTROS PASIVOS	1,073,073,354.00	1,340,992,199.00
PASIVO NO CORRIENTE	6,200,967,083.00	14,536,041,853.00
OPERACIONES DE CREDITO PUBLICO	0.00	0.00
OBLIGACIONES FINANCIERAS	0.00	0.00
CUENTAS POR PAGAR	0.00	0.00
OBLIGACIONES LABORALES Y DE SEGURIDAD SOCIAL INTEG	0.00	0.00
OTROS BONOS Y TITULOS EMITIDOS	8,997,110.00	6,937,430.00
PASIVOS ESTIMADOS	4,906,113,369.00	13,600,579,715.00
OTROS PASIVOS	1,285,856,604.00	928,524,708.00
TOTAL PASIVO	22,181,228,543.00	27,852,827,314.00
PATRIMONIO	25,880,219,022.00	22,910,580,945.00
PATRIMONIO INSTITUCIONAL	25,880,219,022.00	22,910,580,945.00
Capital Autorizado y Pagado	10,117,791,568.00	10,117,691,845.00
Capital parafiscal fiscal y aporte en especie	0.00	0.00
Prima en Colocación de Acciones Cuotas o Partes D	4,714,339,083.00	4,540,649,987.00
Reservas	5,159,503,939.00	2,432,740,409.00
Dividendo y Participaciones decretados excedentes f	0.00	0.00
Resultados de Ejercicios Anteriores- Banrep-fdos g	0.00	0.00
Resultado del Ejercicio	3,564,790,008.00	0.00
Resultados de Ejercicio- Banrepublica y fdos garan	0.00	0.00
Superávit	6,787,143,673.00	5,708,101,374.00
Ajustes patrim institucional deterioro bienes	94,375,201.00	94,375,201.00
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	51,626,237,573.00	50,763,408,259.00

ESTADO DE RESULTADOS		
3er. Trimestre 30 de septiembre de 2009 (Miles de pesos)	TRIMESTRE ACTUAL	TRIMESTRE AÑO ANTERIOR
INGRESOS	26,678,469,247.00	36,641,077,137.00
Venta de Bienes	18,538,727,697.00	22,518,707,551.00
Venta de Servicios	708,185,141.00	640,916,699.00
OTROS INGRESOS	7,415,453,627.00	13,451,121,601.00
Financiación	1,251,768,021.00	2,150,222,844.00
Ajustes por diferencia en camb	5,603,652,405.00	7,266,904,879.00
Utilidad por método de particip	214,932,501.00	38,741,848.00
Extraordinarias	389,077,991.00	519,435,613.00
Ajustes de Ejercicios Anterior	22,662,760.00	15,436,297.00

COSTOS DE VENTAS	12,307,364,081.00	13,327,313,222.00
Costos de Ventas de Bienes	11,329,125,580.00	12,399,678,058.00
Costos de Ventas de Servicios	978,238,501.00	927,635,164.00
COSTO DE PRODUCCION	0.00	0.00
GASTOS	10,806,315,158.00	13,735,349,635.00
Administracion	929,089,922.00	1,375,820,151.00
De Operacion	1,051,908,899.00	888,703,490.00
Provisiones Agotamiento Depre	1,799,224,493.00	4,189,119,157.00
OTROS GASTOS	7,026,091,844.00	7,281,706,837.00
Intereses	113,348,491.00	540,629.00
Comisiones	2,787,950.00	51,009.00
Ajustes por diferencia	5,724,030,378.00	6,244,346,677.00
Financieros	668,332,774.00	823,649,242.00
Perdida por metodo de particip	135,130,413.00	131,788,940.00
Extraordinarios	264,097,890.00	58,958,253.00
Ajustes de ejercicios anterior	115,299,366.00	21,476,240.00
Costos y Gastos por distribuir	0.00	0.00
AJUSTES POR INFLACION	16,102,782.00	30,331,286.00
Corrección monetaria	16,102,782.00	30,331,286.00
CIERRE DE INGRESOS GASTOS Y COSTOS	3,564,790,008.00	0.00

El estado de resultados presenta los saldos acumulados en lo corrido del año, por lo tanto, para efectos de análisis, tenga en cuenta el último cierre del ejercicio en el encabezado de esta página.