



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**FACTORES DE RIESGO SISTEMÁTICO EN EL
MERCADO ACCIONARIO DE COLOMBIA**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS – OPTIMIZACIÓN FINANCIERA

P R E S E N T A:

IGNIS DALINI ECHEVERRI LÓPEZ

TUTOR:

Dr. EDGAR ORTIZ CALISTO

2011





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Jesús Hugo Meza Puesto
Secretario: M.I. Jorge Luis Silva Haro
Vocal: Dr. Edgar Ortiz Calisto
1^{er}. Suplente: M.I. José Domingo Figueroa Palacios
2^{do}. Suplente: M.I. Alejandro Castor Vera Trejo

México, Distrito Federal.

TUTOR DE TESIS:
EDGAR ORTIZ CALISTO

FIRMA

RESUMEN

Este trabajo aborda el estudio del Riesgo Sistemático desde la concepción de los modelos multifactoriales de valoración de activos de capital, que contemplan que el riesgo no diversificable proviene no sólo del comportamiento del mercado, como explica el CAPM, sino además del cambio inesperado en diversos factores de orden macroeconómico. De esta forma, se desarrolla un modelo lineal en el que se establecen las fuentes de riesgo sistemático que explican la prima de riesgo del mercado accionario de Colombia durante el período de 2001 a 2010, encontrando que los rendimientos en este mercado responden a factores de riesgo cambiario e internacional. Se desarrolla además un análisis a través de la metodología de Componentes Principales que permite incorporar el efecto de otras variables como fuentes de riesgo sistemático, reafirmando que los factores externos relacionados con Estados Unidos y el tipo de cambio son los que tienen mayor influencia sobre la Bolsa de Valores de Colombia, y descartando que el mercado colombiano evidencie una relación directa con sectores reales de la economía nacional. Finalmente, se determina que los precios de la Bolsa mantienen una relación de equilibrio de largo plazo con los precios del barril de petróleo WTI.

Palabras Claves: Riesgo sistemático; Mercado de Capitales; Colombia; Modelos Multifactoriales de valoración de activos de capital.

ABSTRACT

This thesis approaches the study of systematic risk from the point of view of multi-factorial capital asset pricing models. These models find that non-diversifiable risk comes not only from market behavior, as explained by CAPM, but also from unexpected changes in various macroeconomic variables. Thus, this paper develops a linear model to establish systematic risk sources that explain the risk premium in the stock market in Colombia from 2001 to 2010. It also develops a Principal Component Analysis to incorporate the effect of other variables as a source of systematic risk. This study obtained that the yields in this market reflects an international risk factor related to the U.S. markets and an exchange risk factor related whit Peso/Dollar exchange. Those factors have the greatest influence on the Colombian Stock Exchange Market. The results also confirm that the Colombian market has not a big relation with the real sectors of the economy. Finally, it is determined that the stock prices have a relationship of long-term equilibrium with WTI oil price.

Key Words: Systematics Risk; Capital markets; Colombia; Multi-factorial capital asset pricing models.

JEL Classification: G1; G12

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus sinceros agradecimientos

A nivel personal a:

- La Sra. Nelly Cecilia López Díaz, mi madre, a quién además de una dedicatoria le debo el más sincero agradecimiento por su constante apoyo moral y económico durante todas las etapas de mi vida, y en particular en el momento en que tomé la decisión de dejar todo en Colombia y venir a México detrás de un sueño hace ya dos años.
- La Lic. Sonia Inés Realpe Durán, por acompañarme en esta travesía y hacerla nuestra, y por dedicar tiempo y esfuerzo a la minuciosa revisión de este trabajo.
- El Dr. Edgar Ortiz Calisto, tutor de esta tesis, por su invaluable e incansable guía durante el camino de hacer una maestría en el Posgrado de Ingeniería la UNAM, cuyo fruto final es este trabajo de investigación.

A nivel institucional a:

- La Universidad Nacional Autónoma de México, el Posgrado de Ingeniería, el Departamento de Sistemas y todo su personal docente y administrativo, por darme la oportunidad de crecer como profesional y hacer parte de una de las comunidades universitarias más prestigiosas del mundo.
- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el valioso soporte económico otorgado durante los dos años de estudio de la maestría, y además por el apoyo adicional entregado para los tres meses de estancia de investigación en España. Oportunidades como las que brinda el CONACYT son las que permiten a un país salir del atraso y surgir hacia el progreso, el desarrollo y el bienestar colectivo.
- A la Universidad de Santiago de Compostela, la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, y el cuerpo de docentes e investigadores del Grupo Valoración Financiera Aplicada, por acogerme durante tres meses de trabajo de investigación, y brindarme acceso a recursos tecnológicos de vital importancia para la conclusión de esta tesis.

Ahora soy orgullosamente UNAM.

México D.F., 2011.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	RIESGO SISTEMÁTICO EN LOS MERCADOS DE CAPITALS	6
2.1	Introducción: el Sistema Financiero	6
2.2	Teoría de la Inversión: el Rendimiento y el Riesgo.....	9
2.3	Riesgo Diversificable y Riesgo Sistemático	12
2.4	Teoría de Portafolio	15
2.5	Modelos de Valuación de Activos Financieros	17
2.5.1	Capital Asset Pricing Model (CAPM).....	18
2.5.2	Arbitrage Pricing Theory (APT)	20
2.5.3	Modelos de Múltiples Factores y su Evidencia Empírica	22
3.	GLOBALIZACIÓN, COLOMBIA Y SU MERCADO DE CAPITALS	27
3.1	Introducción: la Globalización Financiera.....	27
3.2	Globalización Financiera y los Mercados de Capitales Emergentes.....	31
3.2.1	Crecimiento de los Mercados de Capitales	31
3.2.2	Mercados de Capitales de Latinoamérica	36
3.3	Mercado de Capitales en Colombia.....	40
3.3.1	Contexto Económico-Político de Colombia: Revisión Histórica	40
3.3.2	La Bolsa de Valores de Colombia.....	50
4.	MODELO MULTIFACTORIAL DEL MERCADO ACCIONARIO COLOMBIANO.....	54
4.1	Metodología del Modelo	54
4.2	Análisis de las Variables	57
4.2.1	Variable Endógena: el IGBC	58
4.2.2	Variables Exógenas: los Factores de Riesgo Sistemático	62
4.2.3	Análisis Exploratorios	70
4.3	Análisis de Cointegración de Factores.....	72
4.4	Resultados del Desarrollo Econométrico.....	77

4.4.1	Primer Modelo: Análisis Directo de las Variables	77
4.4.2	Segundo Modelo: Análisis de las Componentes Principales (ACP)	83
5.	CONCLUSIONES.....	89
6.	BIBLIOGRAFÍA	95
APÉNDICE 1. ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS DE REGRESIÓN		100
Apéndice 1.1. Estimación del Primer Modelo		100
Apéndice 1.2. Estimación del Segundo Modelo		107

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 2.1 Esquema del Sistema Financiero	8
Gráfico 2.2 Riesgo diversificable y riesgo sistemático	13
Gráfico 2.3 Frontera eficiente de portafolios	16
Gráfico 2.4 Línea del Mercado de Capitales	19
Gráfico 3.1 Capitalización de Mercados Emergentes en el contexto Global	33
Gráfico 3.2 Distribución de la capitalización total de mercados emergentes por regiones	35
Gráfico 3.3 Valor de los mercados accionarios en América Latina - 2010	38
Gráfico 3.4 Evolución de las exportaciones colombianas 1996 -2011	47
Gráfico 3.5 Exportaciones Tradicionales de Colombia - 2010	47
Gráfico 3.6 Evolución de las Exportaciones Colombianas por Sectores de 1996 a 2011	48
Gráfico 3.7 Exportaciones del Sector Industrial en 2010	48
Gráfico 3.8 Destino de las Exportaciones Colombianas en 2010	49
Gráfico 3.9 Origen de las Importaciones Colombianas en 2010	49
Gráfico 3.10 Evolución del IGBC 2001 - 2010	53
Gráfico 4.1 Tasa de interés mensual de los TES – Período 2001-2010	56
Gráfico 4.2 Tendencia y distribución de la serie IGBC	59
Gráfico 4.3 Tendencia y distribución de la serie IGBC en primera diferencia	60
Gráfico 4.4 Rendimientos del IGBC por mes del año	61
Gráfico 4.5 Tendencia de las fuentes de riesgo sistemático internas de orden económico	63
Gráfico 4.6 Tendencia de las fuentes de riesgo sistemático internas de control macroeconómico	65
Gráfico 4.7 Tendencia de las fuentes de riesgo sistemático internas de mercado	66
Gráfico 4.8 Tendencia de las fuentes de riesgo sistemático externas	67
Gráfico 4.9 Variables explicativas en términos de rendimiento	68
Gráfico 4.10 Dispersión de los rendimientos del IGBC	71
Gráfico 4.11 Tendencia de las series analizadas	73
Gráfico 4.12 Cointegración de las series IGBC y WTI	75
Gráfico 4.13 Distribución de los términos de error de la ecuación cointegrante IGBC-WTI	76
Gráfico A.1.1. Histograma de los residuos del término de error en el modelo <i>preeliminar2</i>	102
Gráfico A.1.2. Serie de términos de error del modelo <i>preeliminar2</i> estandarizados	102
Gráfico A.1.3. Valores predichos vs. observados en el <i>modelo final (modelo 1)</i>	105
Gráfico A.1.4. Histograma de los términos de error en el <i>modelo final</i>	106
Gráfico A.1.5. Sedimentación de las componentes principales	108

Gráfico A.1.6. Componentes en el espacio rotado	109
Gráfico A.1.7. Series extraídas de las componentes principales	109
Gráfico A.1.8. Residuos estandarizados para la regresión 2 del ACP	112
Gráfico A.1.9. Histograma de los términos de error en la <i>regresión final del ACP</i>	114
Gráfico A.1.10. Valores predichos vs. observados en la <i>regresión final del ACP</i>	114

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1 Inversión extranjera directa en mercados emergentes	32
Tabla 3.2 Capitalización de Mercados Emergentes en el contexto Global	33
Tabla 3.3 Capitalización total de los mercados accionarios de América Latina de 1990 a 2010	37
Tabla 3.4 Distribución porcentual de la capitalización total en los mercados accionarios de América Latina (2000 – 2010)	38
Tabla 3.5 Tasas de crecimiento promedio por década en Colombia de 1950 a 2000	44
Tabla 3.6 PIB de Colombia 2000-2010	46
Tabla 3.7 Canasta de Acciones que conforman el IGBC 3Q 2010	52
Tabla 4.1 Estacionariedad de las series de tiempo analizadas	68
Tabla 4.2 Matriz de Correlación de las variables	70
Tabla 4.3 Resultados de la Prueba de Cointegración	74
Tabla 4.4 Regresión cointegrante entre IGBC y WTI	76
Tabla 4.5 Resultados del Primer Modelo	78
Tabla 4.6 Matriz Componentes Principales extraídas: solución rotada	84
Tabla 4.7 Resultados del Segundo Modelo	85
Tabla A.1.1. Resultados de la regresión <i>Preeliminar1</i>	100
Tabla A.1.2. Resultados de la Regresión <i>Preeliminar2</i>	101
Tabla A.1.3. Resultados de la Regresión <i>Preeliminar3</i>	103
Tabla A.1.4 Resultados del <i>Modelo Final</i>	104
Tabla A.1.5. Pruebas de diagnóstico de colinealidad para <i>modelo final</i>	105
Tabla A.1.6. Varianza total explicada por las componentes	107
Tabla A.1.7. Matriz Componentes Principales extraídas	108
Tabla A.1.8. Resultados de la regresión 1 del ACP	110
Tabla A.1.9. Estimación de errores robustos para la regresión 1 del ACP	111
Tabla A.1.10. Resultados de la regresión 2 del ACP	112
Tabla A.1.11. Resultados de la <i>regresión final del ACP</i>	113

1. INTRODUCCIÓN

La globalización se ha convertido en una realidad que afecta todos los aspectos de la vida cotidiana de las personas en cualquier lugar del mundo. En el ámbito financiero, la apertura de mercados creada por la eliminación de barreras comerciales y tributarias ha favorecido un movimiento de capitales sin precedentes en el que las economías emergentes se han visto envueltas sin posibilidad de dar marcha atrás. Los buenos rendimientos ofrecidos por los mercados emergentes, y la desaceleración de las economías del primer mundo, han llevado a muchos inversionistas a mover su capital en la búsqueda de mayor rentabilidad. Las inversiones de largo plazo sin duda generan beneficios a la población de estos países, que debería ver su calidad de vida mejorada, aunque también han abundado los capitales golondrina que buscan rendimientos rápidos y salen intempestivamente ante cualquier problema, sumiendo a las economías frágiles en crisis profundas. Es así como un mundo globalizado representa mayores oportunidades para las economías emergentes, aunque estas oportunidades conllevan una mayor exposición al riesgo.

La optimización en el uso de los recursos escasos es uno de los principios sobre los cuales se desarrolla la teoría económica. En particular, la ingeniería financiera entrega herramientas para la toma de decisiones adecuadas a nivel empresarial, intentando llegar al cumplimiento de este objetivo particular:

“Utilizar los escasos recursos financieros disponibles de la forma más eficaz, para obtener los mejores resultados, pero asumiendo el menor riesgo posible”.

El tema central de la investigación financiera es el estudio del riesgo y los rendimientos, buscando el desarrollo de modelos adecuados que valoren de forma más precisa los instrumentos financieros, a través de la descripción del riesgo que una inversión representa y su impacto en los rendimientos, tanto en el pasado como a nivel predictivo. Al estudio de la administración del riesgo se debe sumar también el campo normativo, que incluye todo lo referente a regulación de la banca y las instituciones financieras. A continuación se presenta brevemente el contexto en el cual se encuentra la investigación académica en los temas mencionados, con el ánimo de poder profundizar posteriormente en la temática particular que interesa a esta investigación: el riesgo sistemático.

La descripción del riesgo y la valoración de activos ha sido uno de los ejes centrales de la investigación financiera. La historia moderna en esta rama comienza cuando Harry Markowitz (1952, 1959) desarrolla la teoría del portafolio, que permite utilizar técnicas de optimización para la administración del riesgo. Se establece entonces que las inversiones

en activos financieros se encuentran sujetas a dos variedades de riesgo: el riesgo propio o intrínseco del activo en cuestión y el riesgo de mercado o sistemático, que afecta a todos los activos, a cada uno en diferente medida; bajo el esquema propuesto por Markowitz sería posible reducir e incluso eliminar el riesgo intrínseco de los activos, al combinarlos en portafolios óptimos, con lo cual los inversionistas estarían expuestos sólo al riesgo de mercado.

Posteriormente, en el ámbito académico se desarrollaron varios modelos que permitían valorar los activos financieros, estableciendo relaciones del rendimiento con el riesgo. En el desarrollo de este trabajo se presenta una reseña al respecto, enfatizando en 3 metodologías para la valoración de activos financieros: el CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), los modelos de Múltiples Factores, y la APT (*Arbitrage Pricing Theory*).¹

Otro ámbito de especial importancia para la ingeniería financiera ha sido el desarrollo de instrumentos que permitan cubrirse ante riesgos específicos, estos son los productos derivados. Un derivado es un activo financiero cuyo valor se deriva del de otro activo, el cual se denomina subyacente. A la fecha se ha desarrollado una variedad muy amplia de estos instrumentos, siendo los principales y más negociados los futuros, las opciones y los swaps.² Los activos subyacentes inicialmente fueron mercancías³, aunque en la actualidad existen derivados de prácticamente todo lo que se pueda pensar (activos financieros como acciones y bonos, sobre índices bursátiles, ¡incluso del clima!). El papel de los derivados en el mundo actual es tema de debate, pues muchos responsabilizan al negocio con estos títulos de desencadenar la crisis de 2008 que ha tenido serias repercusiones a nivel global, aunque no se profundizará en este aspecto.⁴ Respecto a la investigación académica sobre los derivados, esta ha avanzado hacia el desarrollo de modelos que permiten la valuación de los títulos, siendo el trabajo de Black y Scholes⁵ sobre la valoración de opciones sobre acciones el pionero en esta materia, y sobre el cual se desprenden una gran cantidad de investigaciones que no son objeto del tema principal de este trabajo.

¹ Existen interesantes variaciones propuestas sobre los modelos iniciales, en particular del CAPM, pero no serán tema de estudio en este trabajo.

² Para profundizar sobre el tema véase: Ortiz (2009).

³ En realidad los productos derivados surgen como herramienta para protegerse contra el cambio en los precios de productos agrícolas, debido a la incertidumbre sobre resultados de las cosechas.

⁴ La titularización de paquetes de hipotecas y su posterior negociación de forma desmedida y sin control representó una de las principales causas de la reciente crisis financiera que inició en 2008 en los EEUU; no por esto se debería pensar que los productos derivados sean los responsables de la crisis, pues en esencia funcionan como seguros que permiten hacer una administración adecuada del riesgo, el problema (opinión del autor) es la falta de regulación que ha permitido a los especuladores jugar un papel excesivo en los mercados.

⁵ Black, F. y Scholes, M. 1973. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, May – Jun.

Finalmente, también se puede abordar el estudio del riesgo financiero desde el punto de vista normativo. Las regulaciones normativas a las operaciones de la banca mundial parten del cumplimiento de estándares internacionales convenidos en los acuerdos de Basilea.⁶ Estos acuerdos establecen requisitos de operación a la banca, colocándole límites de capital que los obliga a mantener fondos suficientes para poder, en teoría, solventar problemas de liquidez en situaciones de crisis.

Habiendo observado el amplio contexto en que se desarrollan las investigaciones financieras, cabe señalar que este trabajo se desarrolla dentro del marco de los estudios del riesgo sistemático, relacionados con los modelos de valoración de activos financieros. En particular, esta investigación se concentrará en el estudio del riesgo sistemático del mercado accionario colombiano. Para hacerlo, se empleará la metodología de los modelos de múltiples factores propuesta inicialmente por Merton (1973), quien hizo una adaptación del CAPM al contexto intertemporal, y ampliada posteriormente por numerosos estudios en donde se distinguen dos vertientes: la primera, relacionada con la determinación de múltiples factores de riesgo sistemático a partir de variables de orden macroeconómico, propuesta por Chen *et. ál.* (1986) y ampliada en trabajos empíricos por numerosos autores para mercados de todo el mundo; y la segunda, en la que los factores de riesgo sistemático corresponden a variables contables de las empresas que cotizan en la Bolsa, siendo el modelo de tres factores de Fama y French (1993, 1996) el más representativo de esta vertiente.

El primero de los enfoques de modelos multifactoriales será el que se seguirá en la metodología de este trabajo, en el que se intentará determinar si existen variables de orden macroeconómico que impactan significativamente los rendimientos del mercado. El modelo construido será una herramienta para el manejo del riesgo sistemático en la toma de decisiones de inversión en Colombia (mercado accionario), pues permitirá incorporar las expectativas sobre las variables que resulten relevantes y pronosticar, con un cierto nivel de precisión, el comportamiento que se esperaría en la Bolsa de Valores de Colombia. Adicionalmente, se mostrará lo encontrado por otros autores en estudios similares para diferentes mercados a nivel mundial.

El objetivo principal de esta investigación es **definir los factores de riesgo sistemático que afectan el rendimiento del mercado accionario en Colombia** a partir de la construcción de un modelo de múltiples factores que involucra variables de comportamiento económico seleccionadas de acuerdo a la evidencia empírica de estudios en la materia.

⁶ Los acuerdos de Basilea son adoptados por la comisión Bancaria Internacional de Basilea, Suiza, con la participación de ministros de economía de los países más desarrollados del mundo. Basilea I en 1974, Basilea II en 2004, y Basilea III en 2010.

Los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes:

- Describir la teoría existente sobre valuación de activos financieros y sus enfoques de análisis del riesgo sistemático, analizando la Teoría de Portafolio de Markowitz, el *Capital Asset Pricing Model*, la *Arbitrage Pricing Theory*, y los modelos multifactoriales.
- Estudiar la influencia de la globalización financiera en el desarrollo de los mercados accionarios de los países de América Latina, profundizando en el análisis en el mercado de Colombia.
- Realizar un análisis de cointegración de factores que permita determinar si las variables macroeconómicas propuestas como explicativas del riesgo sistemático mantienen una relación de equilibrio en el largo plazo con el rendimiento del mercado accionario de Colombia.
- Establecer qué variables macroeconómicas tienen impacto en la generación de la prima de riesgo del mercado accionario en Colombia y pueden ser consideradas como factores de riesgo sistemático.
- Estimar las betas de los factores de riesgo sistemático que explican los rendimientos en exceso a la tasa libre de riesgo en el mercado accionario colombiano.

La hipótesis central que se va a someter a comprobación con la investigación es que el rendimiento del mercado accionario colombiano está relacionado (positiva o negativamente) con el cambio en el valor de diferentes variables económicas que representan factores de riesgo sistemático para el mercado. A partir de esta hipótesis principal, se verificará de forma separada si los factores de riesgo sistemático corresponden a variables económicas internas, como la oferta monetaria, la inflación, el tipo de cambio, las reservas del país, las tasas de interés y la producción nacional; a variables económicas externas, como el índice S&P500 de los Estados Unidos y el precio del petróleo WTI; y a lo ocurrido en el pasado, por lo que se verificará si los rendimientos rezagados del mercado constituyen un factor relevante para explicar los rendimientos presentes. Como corolario de la hipótesis se determinará la prima por el riesgo sistemático que ofrece el mercado accionario colombiano, calculando la beta correspondiente a cada factor de riesgo en relación con el Índice General de la Bolsa de Colombia.

Este documento está organizado en cinco capítulos en los que se desarrollará un marco teórico, un marco contextual, y un desarrollo empírico. Presentado ya el contexto del trabajo desarrollado en este capítulo introductorio, se continuará en el segundo capítulo con el marco teórico sobre el riesgo sistemático, mostrando los modelos de valoración de

activos CAPM, APT y Multifactoriales, y el estado del arte sobre estudios del riesgo sistemático en diferentes mercados a nivel mundial.

El tercer capítulo abordará un análisis contextual sobre la influencia de la globalización financiera en países emergentes, en especial de América Latina, y se presentarán los aspectos principales sobre el desarrollo histórico-político de la economía colombiana y de su mercado accionario.

El cuarto capítulo abordará la metodología empírica del modelo, así como los resultados prácticos obtenidos, presentando primero el análisis de las variables definidas, posteriormente el análisis de cointegración entre los factores, y finalmente el modelo multifactorial de riesgo sistemático. Este modelo se determinará mediante dos metodologías: el análisis de regresión directa entre las variables definidas, y el análisis de regresión precedido del estudio de los datos mediante la técnica de Componentes Principales, que permitirá abordar el desarrollo empírico con un enfoque econométrico amplio. En consecuencia, se determinarán y analizarán dos modelos multifactoriales.

Por último, el quinto capítulo presentará las conclusiones del trabajo, las sugerencias y temáticas abiertas para futuras investigaciones. Seguidamente se presentará la bibliografía utilizada y un Apéndice dividido en dos secciones, en las cuales se muestran las regresiones realizadas para la obtención de los dos modelos multifactoriales calculados de acuerdo a las metodologías descritas, así como las pruebas de significancia estadística de rigor para cada modelo.

2. RIESGO SISTEMÁTICO EN LOS MERCADOS DE CAPITALES

2.1 Introducción: el Sistema Financiero

En este capítulo se desarrolla el marco teórico del estudio, y se procura presentar de forma clara y breve los conceptos básicos que sustentan el estudio del riesgo sistemático en los mercados de capitales. Se empieza presentando de forma muy general el funcionamiento de un sistema financiero en una economía y su importancia. Posteriormente se realiza una síntesis sobre la teoría financiera de la inversión, que sirve para abordar la temática del estudio del riesgo. Se define el riesgo no diversificable y el riesgo sistemático, profundizando en la teoría de estudio de este último, y presentando la Teoría de Portafolio de Markowitz, así como los conceptos básicos de las teorías para la valuación de activos financieros, enfatizando en los modelos multifactoriales, y en las evidencias empíricas encontradas en otros estudios realizados en la materia.

En la economía las actividades productivas y la distribución de los bienes físicos requieren de financiamiento para funcionar adecuadamente, es decir, demandan recursos financieros; a su vez, existen personas naturales y empresas públicas o privadas con excedentes monetarios que están en capacidad de ofertarles recursos, buscando obtener rendimientos sobre su capital. La transferencia de flujos entre unos y otros se realiza gracias a la intermediación de entidades especializadas en servicios financieros, denominadas Intermediarios Financieros. Bodie y Merton (2003) definen el Sistema Financiero como *“el conjunto de mercados y otras instituciones mediante el cual se realizan las transacciones financieras y el intercambio de activos y riesgos”*. En esta definición es importante resaltar que en un sistema financiero no sólo se trasladan los flujos de efectivo de las unidades superavitarias a unidades deficitarias, sino también los riesgos del sector productivo, en el sentido inverso. Por esto, el buen funcionamiento del sistema financiero en una economía es fundamental para garantizar el intercambio de los activos financieros entre las familias, las empresas y las entidades gubernamentales, lo cual debería traducirse en un mejoramiento de la productividad y la competitividad, y en generación de riqueza que se convierta en desarrollo económico.

Los Sistemas Financieros están compuestos por mercados de renta fija y mercados de renta variable. Vera (2010) define los mercados de renta fija como aquellos donde se negocian instrumentos de deuda de corto, mediano y largo plazo, de alta liquidez, constituido por oferentes y demandantes que actúan a través de Intermediarios Financieros. En estos se negocian los distintos tipos de deuda que emite el gobierno (certificados para financiación de corto, mediano y largo plazo), así como bonos privados que constituyen deuda emitida por empresas y corporaciones a mediano y largo plazo.

Los mercados de renta variable son aquellos en donde se negocian títulos valores de largo plazo cuyos rendimientos son inciertos y están ligados al desempeño de la empresa emisora. Al igual que en el mercado de renta fija, dentro del mercado de renta variable participan entidades encargadas de actuar como puente entre las unidades deficitarias y las unidades superavitarias en el Sistema Financiero; entre los principales Intermediarios Financieros están: Bancos, Corporaciones financieras, Sociedades Fiduciarias, Fondos mutuos, Fondos de pensiones, y Casas de Bolsa. A su vez, el mercado de renta variable puede ser clasificado dependiendo de la plataforma en que se realicen las negociaciones; si se realizan en la Bolsa de Valores, se habla de que es una transacción en el mercado organizado; por el contrario, si la operación ocurre de forma directa entre las partes, se ubica dentro del mercado de capitales no organizado, comúnmente llamado mercado OTC (sobre el mostrador –*Over the Counter*-).

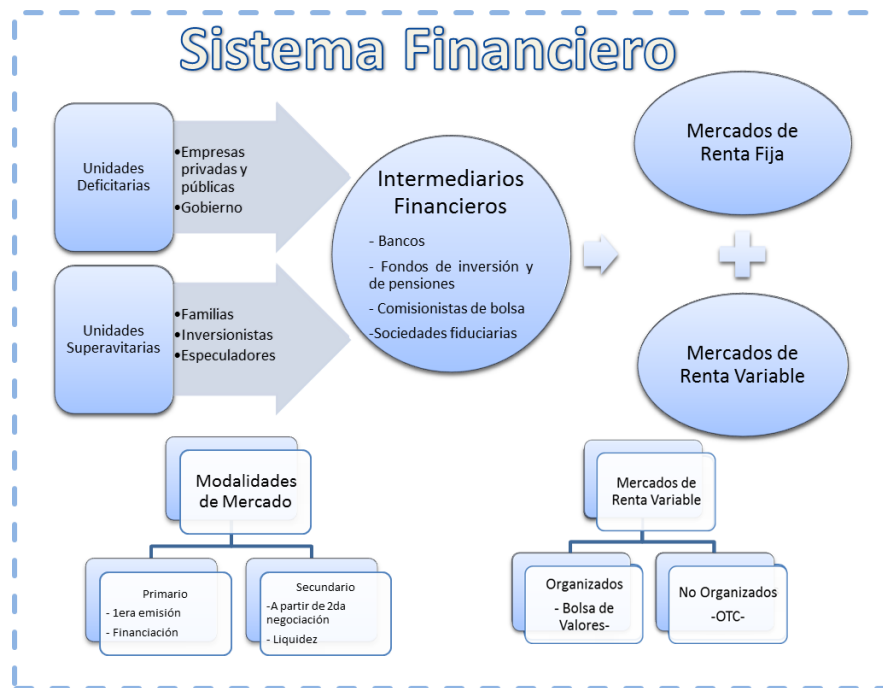
También se puede hacer una clasificación de los mercados de acuerdo a la modalidad de la negociación, según la cual existen mercados primarios y secundarios (Vera, 2010). Cuando el flujo del dinero va de los inversionistas a las empresas, se habla de una operación del Mercado Primario, que se refiere a la primera negociación de las acciones de una empresa. Estas operaciones otorgan financiamiento a las empresas para el desarrollo de sus proyectos, y constituyen oportunidades de inversión de largo plazo. Una buena dinámica del mercado primario es sinónimo de una economía desarrollada y estructurada dentro de un sistema capitalista corporativo.

Con dimensiones más grandes e importantes, en el Mercado Secundario se realizan las negociaciones de títulos valores después de su primera colocación, por lo que el flujo de efectivo va de inversionista a inversionista, es decir que la empresa emisora del título no recibe ningún beneficio por la negociación posterior de sus títulos. La importancia del mercado secundario radica en la liquidez que les brinda a los inversionistas al poder negociar fácilmente sus títulos a un precio justo (según las condiciones del mercado) en el momento que lo deseen.⁷

El gráfico 2.1 presenta un esquema que resume el funcionamiento de un sistema financiero, explicado en los párrafos anteriores. Se engloba el esquema en un marco de líneas punteadas para representar que el funcionamiento de los mercados financieros se estudia desde un enfoque sistémico, donde el funcionamiento de cada mercado se verá afectado por factores internos y externos.

⁷ Además el mercado secundario es un indicador dinámico del valor de una empresa y a qué precio esta podría emitir nuevas acciones.

Gráfico 2.1 Esquema del Sistema Financiero



Fuente: Elaboración propia

Las Acciones son los principales instrumentos financieros del mercado de renta variable. Son títulos que otorgan a su poseedor derechos patrimoniales sobre la compañía emisora, pues representan una parte proporcional del Capital Social de la empresa; se les denomina instrumentos de capital y comúnmente se llama a su entorno de negociación mercado de capitales o mercado accionario.⁸

Existen diferentes tipos de acciones y su clasificación se realiza de acuerdo a los derechos que otorgan a los inversionistas. Las acciones comunes u ordinarias otorgan derechos de propiedad traducidos en poder de decisión sobre el direccionamiento de la empresa, y en pagos de dividendos proporcionales cuando estos sean generados. Las acciones preferentes, aseguran el pago de un dividendo mínimo en un período sin importar los resultados de la empresa, aunque a cambio limitan los derechos de decisión en la sociedad. El tipo de acción que emita una empresa dependerá de circunstancias específicas de su negocio; más allá de esto, es claro que el mercado de capitales otorga a las empresas la oportunidad de obtener financiamiento para el desarrollo de sus proyectos a través de la emisión de acciones, lo que a su vez se convierte en oportunidades de inversión para familias y otras empresas.

⁸ Aun cuando en términos estrictos en un mercado de capitales se negocian también valores de deuda a largo plazo, por simplicidad en este trabajo se utilizarán los términos "mercado de capitales", "mercado accionario" y "mercado de renta variable" como similares.

2.2 Teoría de la Inversión: el Rendimiento y el Riesgo

Desde el punto de vista del inversionista, la existencia de los mercados de capitales brinda un conjunto interesante y diverso de oportunidades de inversión, que están limitadas particularmente de acuerdo a su presupuesto y a un nivel de riesgo aceptado. Estas condiciones plantean un problema de optimización financiera que consiste en la elección de los títulos valores adecuados al perfil de riesgo del inversionista. Si se decide invertir en más de un título se conformará un portafolio de inversión, y el problema de elección se ampliará a decidir qué instrumentos financieros conformarán el portafolio bajo el criterio de maximizar el rendimiento esperado, manteniendo un nivel de riesgo aceptado por el inversionista.⁹

Este problema abre la puerta al estudio de dos materias importantes: 1) las decisiones de inversión y su concepción económica vista desde la teoría de las decisiones bajo incertidumbre, y 2) el concepto de riesgo dentro del contexto financiero (y en particular del mercado accionario) y sus repercusiones sobre las decisiones de inversión.

De acuerdo a la teoría de las decisiones bajo incertidumbre, la maximización del rendimiento esperado es el objetivo fundamental en las elecciones de un individuo, pero estas decisiones se encuentran restringidas por el riesgo particular que involucra cada opción de decisión. Los individuos escogen la opción que les brinda el mejor rendimiento con el menor riesgo posible, lo que denota aversión ante el riesgo. Estos principios fueron explorados inicialmente por Von Neumann y Morgenstern (1944), quienes desarrollaron la teoría de la utilidad esperada y la determinación de preferencias hacia el riesgo, intentando explicar los patrones que conducen y definen las decisiones de los individuos en condiciones de incertidumbre.

La utilización de la teoría de juegos por parte de Von Neumann y Morgenstern entrega el marco fundamental para su análisis sobre la toma de decisiones de los individuos¹⁰, en el que establecen que *“el individuo realiza su elección de acuerdo a la caracterización del objeto que intenta conseguir, recreando así la perspectiva de las preferencias que posee y de la utilidad que espera alcanzar. Entonces, la utilidad esperada específica formal y matemáticamente cómo un individuo valora su riqueza”* (Realpe, 2007).

⁹ El problema se puede plantear alternativamente como minimizar la exposición al riesgo bajo un rendimiento requerido.

¹⁰ Un análisis detallado sobre la toma de decisiones bajo incertidumbre, partiendo de la teoría de Von Neumann y Morgenstern, y estudiando las propuestas de Maurice Allais, Daniel Kahneman y Amos Tversky, es desarrollado por Realpe (2007).

De acuerdo a lo expuesto, es claro que se debe tener en cuenta el estudio de dos aspectos en la toma de decisiones de inversión: el rendimiento esperado y la exposición al riesgo. Sobre el segundo aspecto se profundizará más adelante; de momento lo primero que se debe definir es cómo se determina el rendimiento esperado de un inversionista.

En teoría, este rendimiento se puede establecer con base en factores históricos, como los rendimientos pasados, así como en información sobre los planes de negocios de la empresa o proyecto productivo. No existe una fórmula específica para determinar los rendimientos esperados, porque estos dependerán de la percepción personal del inversionista sobre aspectos internos y externos de la empresa. Los aspectos internos pueden contemplar cuestiones tales como los resultados de ejercicios pasados, las proyecciones del negocio actual, las perspectivas de nuevas áreas de negocio o productos, etc. Los aspectos externos son aquellos en los cuales la empresa no tiene control alguno, pero que pueden llegar a afectar sus rendimientos; como ejemplo se pueden mencionar los cambios inesperados en el crecimiento económico del país, en la inflación, en las tasas de interés, en el tipo de cambio, etc.

Usualmente se utilizan los rendimientos históricos al desarrollar modelos de regresión que determinen el rendimiento esperado. En estos modelos, el rendimiento se relaciona de forma directa con el riesgo, como se expondrá más adelante. En este estudio se observará en particular el rendimiento histórico de las acciones del mercado colombiano.

Para definir el rendimiento de una acción se toman en cuenta dos aspectos: el pago de dividendos y las ganancias de capital. El rendimiento total de una acción está dado por:

$$R_{acción} = R_{Div} + R_{Cap}$$

En donde R_{div} se refiere al rendimiento por pago de dividendo, y R_{cap} es el rendimiento por cambios en el valor de la acción en el mercado, es decir, la ganancia de capital.

El efecto del rendimiento por dividendos sobre el rendimiento total podría ser difícil de estimar en series de precios muy extensas. Generalmente, se acostumbra a tomar sólo el rendimiento por valoración (o depreciación) en el precio de la acción como su rendimiento total. Al hacerlo se ignora la importancia que puede tener la política de dividendos sobre los precios.

Al respecto, Miller y Modigliani (1961) demostraron la irrelevancia e independencia que tiene las decisiones sobre dividendos en un mercado de capitales perfecto. Sin embargo, las imperfecciones que pudieran existir en los mercados ocasionan el llamado efecto dividendo, en el cual el precio de una acción baja cuando estos son pagados, debido en teoría a que al realizarse un pago de dividendos el inversionista recibe por adelantado una

parte del valor de su inversión, y por esta razón el precio de la acción debería ser menor en una proporción similar al dividendo pagado. Hay numerosos trabajos empíricos que estudian el efecto dividendo¹¹, así como otros efectos especiales o anomalías en los precios de las acciones¹². En lo que concierne al modelo que se presenta en el capítulo cuarto de este trabajo, se verificará la existencia de algunas anomalías relacionadas con el mes del año, partiendo de la hipótesis que en algunos meses del año se presentan rendimientos menores; esto se profundizará más adelante.

El segundo aspecto que afecta las decisiones financieras es la exposición al riesgo. Se define el riesgo como el nivel de incertidumbre sobre los resultados futuros. En el ámbito financiero, el riesgo está asociado a la incertidumbre sobre los rendimientos de las inversiones. Desde el punto de vista teórico, el riesgo de un activo financiero se origina en dos componentes: el riesgo intrínseco (propio del activo en cuestión) y el riesgo sistemático o de mercado.

A los aspectos internos que afectan el rendimiento de una empresa se les denomina riesgo único (intrínseco), diversificable o no sistemático. Este se refiere al riesgo propio del instrumento, al que se liga directamente a las actividades de la empresa y a sus factores internos. Los aspectos externos constituyen otro tipo de riesgo denominado riesgo sistemático o no diversificable, que es aquel proveniente de factores que pueden afectar a todo el conjunto de empresas de un sistema (generalmente la economía de un país), y que no son directamente atribuibles al comportamiento de la empresa (Ortiz, 2009).

La medición del riesgo de las inversiones resulta un factor tan determinante para tomar decisiones como lo es el rendimiento esperado. La medida más común de riesgo es la desviación estándar de los rendimientos. Este valor indica de qué forma se distribuyen los rendimientos esperados, mostrando en promedio que tan alejados se encuentran de la media de los valores. La deducción inicial de este parámetro de riesgo se realiza a través de la varianza, pero resulta más fácil ver el efecto sobre un rendimiento esperado al observar la desviación estándar.¹³

¹¹ Por ejemplo, véase: GONZALEZ Rodríguez, Francisco. 1995. La reacción de los precios de las acciones ante anuncios de dividendos: la evidencia empírica en el mercado español de valores. *Investigaciones Económicas*, Volumen XIX (2) – Mayo 1995, pp. 249 - 268

¹² Entre estas anomalías se pueden mencionar subidas o caídas en los precios que se relacionan sólo con el día de la semana o el mes del año. Un análisis al respecto sobre los mercados en Latinoamérica es desarrollado por: ORTIZ, Edgar y CABELLO, Alejandra. 2004. Days of the week and month of the year effects at the Latin American emergent markets. *International Finance Review* 5, pp. 273 - 304

¹³ La varianza es la desviación estándar al cuadrado. Teniendo una muestra significativa de datos, la varianza se calcula con la siguiente fórmula: $\sigma^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T (R_i - \bar{R})^2$

Combinando los criterios de decisión mencionados, el rendimiento y el riesgo, se desarrollan importantes metodologías para la administración del riesgo. Si se asume que los rendimientos de un activo se distribuyen normalmente, se puede analizar la localización de rendimientos esperados a partir de la media y la desviación estándar con precisión. A partir de este supuesto fundamental se construyen los modelos denominados de media – varianza, como el desarrollado por Markowitz.¹⁴ Además, el supuesto de normalidad permite calcular de forma más simplificada la probabilidad de ocurrencia de valores extremos (pérdidas) con técnicas como el Valor en Riesgo (Value at Risk - VaR), que constituyen una herramienta fundamental para la administración de riesgos.¹⁵

2.3 Riesgo Diversificable y Riesgo Sistemático

Se ha definido que el riesgo financiero se observa en dos componentes según su origen: intrínseco y sistemático. El riesgo intrínseco, al provenir de aspectos internos, es por definición diversificable. Por lo tanto es posible conformar un portafolio de activos tales que sus riesgos intrínsecos se compensen de forma que se reduzcan hasta incluso eliminar su efecto (se elimina en el portafolio, no en cada activo que lo conforma).

Ortiz (2009) establece que el valor ponderado del riesgo no sistemático de un portafolio se acerca a cero en tanto que el número de valores del portafolio se incrementa; esto debido a que el riesgo no sistemático entre cada uno de los valores no está relacionado con las incertidumbres específicas de los otros valores.

Sin embargo, no es necesario realizar inversiones en todos los activos del mercado para alcanzar una reducción significativa del riesgo no sistemático. Estudios realizados por Wagner y Lau (1971) demuestran que el riesgo no sistemático disminuye conforme se incrementa el número de activos en el portafolio. Sin embargo, la tasa de disminución del riesgo es cada vez menor con cada incremento en valores en un portafolio, siendo la reducción muy pequeña después de conformar portafolios con más de diez valores. Al respecto, estudios realizados por Fama (1976) sugieren que con 10 a 15 acciones en un portafolio se obtiene una diversificación que en niveles de desviación estándar se

¹⁴ El desarrollo de los modelos media – varianza partiendo del supuesto de normalidad abrió un importante debate académico sobre la distribución real de los rendimientos en los mercados. “*Numerosos trabajos empíricos se han desarrollado desde que Malmelbrot (1963) y Fama (1965) mostraran la presencia de colas gordas en las series de índice industrial Dow Jones*”. Más al respecto en: RAMIREZ, Juan C. y SANDOVAL, Rogelio. 2003. Una propuesta para evaluar pronósticos de rendimientos de acciones cuando las distribuciones normales empíricas no son normales estacionarias. *Estudios económicos*, julio – diciembre, vol. 18 – 002 pp. 237 -277. México: El Colegio de México.

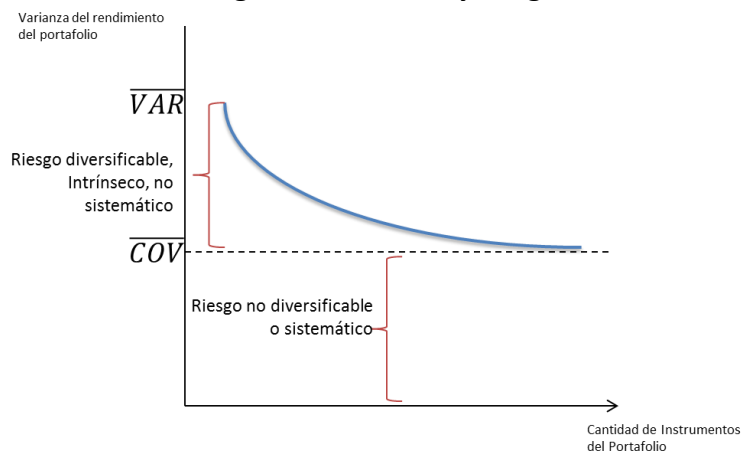
¹⁵ El VaR determina la máxima pérdida esperada en un horizonte de tiempo con un nivel de confianza determinado. Véase: Jorion, P. 2001. Value at Risk. New York: McGraw-Hill.

aproxima al límite del riesgo de todo el mercado, es decir, el riesgo sistemático medido por la covarianza entre todos los activos del mercado (Ortiz, 2009).

En el gráfico 2.2 se presenta el argumento expuesto en relación a la reducción del riesgo diversificable conforme se hace un portafolio cada vez más grande. Es importante observar en esta gráfica que el riesgo sistemático permanece igual para el portafolio, sin importar cuántos instrumentos se incluyan en este, es decir que este tipo de riesgo no puede ser disminuido a través de la diversificación.

La varianza (VAR) representa el riesgo intrínseco de cada instrumento, y la covarianza (COV) representa el riesgo intrínseco del portafolio, pues reúne estadísticamente los efectos de la interacción de los instrumentos que conforman el portafolio. El riesgo sistemático es representado entonces por $VAR - COV$, es decir, lo que queda luego de que la diversificación reduce al máximo la exposición al riesgo intrínseco.

Gráfico 2.2 Riesgo diversificable y riesgo sistemático



Fuente: elaboración propia

Como se ha observado anteriormente, el riesgo sistemático es aquel que no es posible eliminar con la diversificación en un portafolio. Su importancia radica en que puede afectar a todos los activos financieros en un sistema económico (a cada uno en mayor o menor medida) por factores de riesgo que provienen del exterior de ese sistema, o generados dentro del mismo y transmitidos a todos los componentes del sistema.

Para entender el riesgo sistemático es preciso introducir una definición fundamental, la de Beta. Se define Beta (β) como la relación existente entre el rendimiento de un instrumento financiero y un factor de riesgo asociado. Esto significa que Beta es la medida del riesgo adecuada para un activo financiero. Esta medida representa la prima que el inversionista espera que retribuya el activo financiero como compensación por el riesgo que implica invertir en este activo (Ross *et ál.*, 2009).

Un principio establecido para la valoración de activos financieros es postular la existencia de un activo libre de riesgo en el mercado. Aunque en teoría ningún activo financiero debería estar libre de riesgo, es usual tomar como referencia un instrumento de deuda emitido por el Estado, en el caso de México los Certificados de Tesorería (Cetes a 28 días), y en el caso de Colombia son los Títulos de Deuda Pública (TES) emitidos por la Tesorería General de la Nación. Los instrumentos de deuda obligan al emisor a la devolución del valor principal más un interés generado durante un período acordado. Su retribución, a diferencia de las acciones, es fija y establecida desde el principio, razón por la cual la exposición al riesgo en un instrumento de deuda es menor a la de uno de capital (en consecuencia, usualmente el rendimiento también es menor). Debido a que los rendimientos de un instrumento de deuda son fijos no existe esta variable de riesgo relacionada con la varianza del rendimiento esperado, como en los instrumentos de capital, por lo cual su riesgo se asocia sólo con un factor: la capacidad de pago del emisor.

Se considera, por lo tanto, que el emisor que tiene menor probabilidad de impago es el Estado, razón por la cual la tasa que paga el instrumento de deuda emitido por el Estado tiene una enorme importancia en el análisis financiero, y se considera como la tasa de partida sobre la cual los demás instrumentos deberían pagar una prima al inversionistas como recompensa por el riesgo asumido en la inversión.¹⁶

Si se establece que el activo financiero “paga” al inversionista una prima por cada uno de esos riesgos, se puede afirmar que el rendimiento esperado está en función de esas primas, y parte de la retribución mínima equivalente a la tasa libre de riesgo que paga el instrumento líder del mercado.

Así se tiene que:

$$\text{Rendimiento} = \text{Tasa libre de riesgo} + \text{prima por riesgo}$$

$$R = R_f + \beta F + \varepsilon$$

Normalmente se representa con la letra griega ε al riesgo intrínseco, y con la β el riesgo sistemático. F constituye el cambio inesperado en el factor de riesgo sistemático identificado, y β determina el comportamiento del activo ante los cambios en este factor. R_f representa la tasa de interés libre de riesgo en el mercado, lo cual supone que el

¹⁶ A nivel mundial se considera únicamente libre de riesgo a los T-Bills (*Treasury bills*), los certificados de tesorería de EEUU. Las empresas calificadoras de riesgo determinan un valor llamado “riesgo-país” tomando como referencia el valor de la tasa pagada por los T-bills y la prima que debería pagar el instrumento local de un país como consecuencia del riesgo que implica la inversión en este país y no en los Estados Unidos. Obviamente, las calificadoras consideran a la economía de Estados Unidos y su gobierno como el más sólido y no asignan ninguna probabilidad de impago.

instrumento financiero debe poder generar rendimientos similares, y pagar primas por las exposiciones al riesgo descritas. En un portafolio de activos podría llegarse a un nivel de diversificación que elimine el factor de riesgo no sistemático, con lo que ϵ se hace cero en la ecuación y la prima por riesgo depende únicamente del factor(es) de riesgo sistemático.

De esta forma, el riesgo sistemático estará relacionado con uno o más factores de riesgo que afectan a todo el conjunto de inversiones en el mercado (Ortiz, 2009). Cada factor tendrá un Beta particular, el cual definirá la sensibilidad del activo frente a la exposición a este factor de riesgo sistemático. La definición de estos factores de riesgo sistemático y sus Betas constituye el trabajo de descripción más adecuada de este tipo de riesgo que permite entender el impacto sobre los rendimientos en el mercado y generar modelos predictivos.

2.4 Teoría de Portafolio

Sobre el marco de las decisiones bajo incertidumbre, Harry Markowitz (1952, 1959) intenta responder a la pregunta de *¿por qué los inversionistas diversifican sus portafolios?* A partir de su análisis desarrolla la Teoría Moderna del Portafolio, sentando las bases para el estudio de las finanzas modernas. Su trabajo fue primordial para el desarrollo posterior de las teorías de valuación de activos financieros, que estudian cómo se fijan los precios de los activos que generan pagos con incertidumbre.

Partiendo del supuesto de que los inversionistas son racionales (adversos al riesgo), Markowitz (1952, 1959) establece que estos deberían diversificar sus inversiones conformando portafolios que les permiten tener un menor grado de exposición al riesgo; esto ocurrirá sólo si conforman su cartera con instrumentos que no tengan oscilaciones paralelas. Por lo tanto, la selección de los instrumentos que conforman un portafolio óptimo y su ponderación es la problemática que resuelve Markowitz al plantear la teoría de portafolio, a partir del desarrollo de una metodología basada en el análisis de la media y la varianza de los rendimientos, y el uso de técnicas de optimización.

El análisis del rendimiento de un portafolio se realiza con cálculos sencillos; el rendimiento global equivale a los rendimientos de cada uno de los activos que conforman el portafolio, multiplicado por la ponderación que tenga cada activo dentro del portafolio. Por principio lógico, la suma de los ponderadores de los activos debe ser 1.

$$E(R_p) = r_p^* = \sum_{i=1}^n W_i r_i^*$$

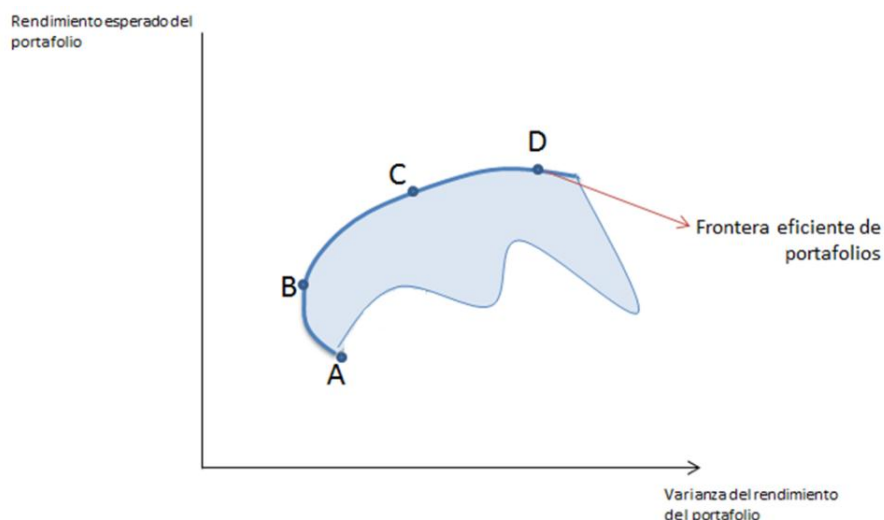
Por otro lado, el análisis del riesgo se torna un poco más complejo, debido a que no se podrá definir sólo en función de la varianza de los rendimientos (como para un instrumento individual), sino que además influirá la covarianza que tengan los rendimientos de los activos que conformen el portafolio. Por lo tanto, si los activos del portafolio tuvieran una covarianza positiva, no se lograría mayor efecto con la diversificación, pues cuando el rendimiento de alguna de las acciones tuviera un descenso se esperaría que el de las demás también.¹⁷ Lo ideal sería encontrar instrumentos financieros con una covarianza negativa, pues de esta forma cuando alguno presente pérdidas importantes, el otro debería solventarlas con sus rendimientos.

El riesgo global del portafolio, definido por su varianza, se expresa como sigue¹⁸:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \sigma_{ij}$$

A partir de las expresiones para el cálculo de la media y la varianza de un portafolio, es posible generar cálculos con combinaciones de n portafolios y hacer un gráfico de riesgo – rendimientos, que tendrá una forma similar a la presentada en el gráfico 2.3.

Gráfico 2.3 Frontera eficiente de portafolios



Fuente: Elaboración propia

¹⁷ Esto es debido a que una COV positiva indica una relación lineal fuerte, es decir que ambos instrumentos van en la misma dirección, por lo cual no se logra el efecto de disminución en la exposición al riesgo con la diversificación.

¹⁸ En términos matriciales equivaldría a construir una matriz varianza – covarianza de los instrumentos del portafolio, multiplicada por un vector de ponderaciones

El área sombreada se forma por una gran cantidad de puntos, en donde cada uno representa un portafolio de activos con una combinación específica. La formación de una curva que establece una “frontera” fue uno de los aportes más importantes de Markowitz. La denominamos curva de varianza mínima, y presenta los portafolios que entregan el mayor rendimiento posible para cada nivel de riesgo. Sin embargo, la curva tiene una curvatura cóncava en la parte inferior, en donde se incluyen portafolios de mínima varianza, pero que no otorgan el mayor rendimiento posible (esto ocurre entre el punto A y B del gráfico). Es por eso que se hace necesario utilizar técnicas de optimización para calcular el punto exacto representado en B, el cual es denominado punto de varianza mínima global. A partir de este punto y hacia arriba, los portafolios ubicados en la curva son óptimos, y el inversionista debería elegir uno dependiendo del nivel de riesgo que esté dispuesto a aceptar. Esta curva (desde B hacia D) se conoce como frontera eficiente de portafolios.

Cualquier portafolio ubicado por debajo de la línea (curva) de la frontera eficiente no será óptimo para el inversionista, pues representará un rendimiento esperado menor para el mismo nivel de riesgo que el que está en la frontera eficiente. Por lo tanto, un inversionista racional se ubicará siempre en alguno de los portafolios demarcados por la frontera. La elección dependerá de la tolerancia al riesgo de cada individuo.

2.5 Modelos de Valuación de Activos Financieros

Las teorías para la valuación de activos financieros se desarrollaron para determinar cómo se fijan los precios de los activos que generan pagos con incertidumbre, partiendo del hecho de que *“el precio actual de un activo debe ser igual al precio esperado en el futuro descontado por un factor que recoja el efecto del paso del tiempo y el nivel de riesgo asociado con el flujo de efectivo esperado”* (López, 2006).

Estos modelos establecen cuál es la relación entre el riesgo y el rendimiento de un instrumento. El CAPM utiliza un solo factor de riesgo sistemático (y por lo tanto un solo Beta) que está relacionado con el mercado; el beta en este modelo mide los cambios en el rendimiento del activo frente a cambios en el mercado. El APT es un modelo de arbitraje que introduce la definición del riesgo sistemático en función a varios factores de riesgo, no sólo el mercado, como en el CAPM. Los modelos de Múltiples Factores se desarrollan a partir de estudios empíricos que analizan la influencia de varios factores de riesgo sistemático sobre los rendimientos, haciendo una ampliación al modelo de un factor planteado en el CAPM.

2.5.1 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

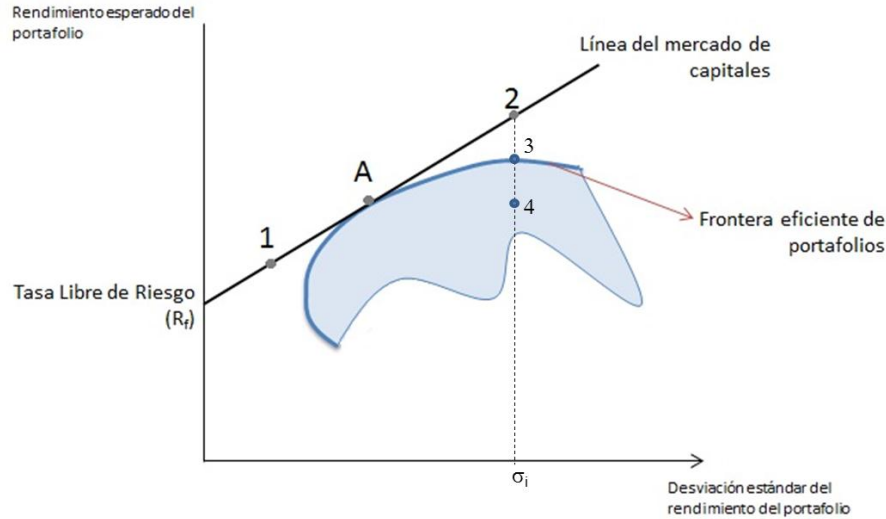
El *Capital Asset Pricing Model* –CAPM– fue desarrollado de forma independiente por William F. Sharpe, John Lintner, Jasan Mossin y Jack Treynor. Sin embargo, se atribuye con mayor crédito generalmente a Sharpe (1963) y su publicación “*A Simplified Model for Portfolio Analysis*”. Este modelo define el riesgo sistemático a través de la medición de un solo coeficiente Beta que mide la sensibilidad en los rendimientos de la acción o el portafolio respecto al rendimiento del mercado (López, 2000).

Los supuestos del planteamiento original de este modelo son los siguientes:

- I. Los inversionistas evalúan los portafolios observando los rendimientos esperados y las desviaciones estándar para un período.
- II. Los inversionistas nunca están satisfechos, así en una elección entre dos portafolios idénticos en sus características, escogerán el que mayor rendimiento esperado tiene.
- III. Los inversionistas son adversos al riesgo, por ello en una elección entre dos portafolios iguales en todo lo demás, escogerán el que menor riesgo represente, visto como la volatilidad (desviación estándar).
- IV. Los activos individuales son infinitamente divisibles, esto significa que un inversionista puede comprar una fracción de una acción si así lo decide.
- V. Hay una tasa libre de riesgo a la que el inversionista puede prestar o pedir prestado.
- VI. Los costos de impuestos y transacciones son despreciables.
- VII. Todos los inversionistas tiene el mismo horizonte de tiempo para su inversión (un período).
- VIII. La tasa libre de riesgo es igual para todos los inversionistas.
- IX. La información está disponible de manera gratuita e instantánea para todos los inversionistas.
- X. Los inversionistas tienen expectativas homogéneas.

Como se ha visto antes, en la frontera eficiente se encuentran los portafolios óptimos dentro del universo de inversión posible. Si adicionalmente se considera que la existencia de un instrumento libre de riesgo permite que el inversionista pueda combinar su portafolio de activos con una proporción de inversión en este activo, se puede generar una nueva frontera denominada línea del mercado de capitales, la cual parte de la tasa libre de riesgo e intercepta la frontera eficiente de portafolios en el punto A (ver gráfico 2.4), que representa el portafolio de inversión más eficiente en activos riesgosos. La línea se puede prolongar más allá de este punto, lo que significaría que el inversionista podría tomar préstamos a la tasa libre de riesgo para invertirlos en el portafolio seleccionado.

Gráfico 2.4 Línea del Mercado de Capitales



Fuente: elaboración propia

El CAPM establece que al combinar activos con diferentes betas es posible eliminar el riesgo no sistemático del portafolio, por lo cual los rendimientos totales dependerán únicamente del riesgo sistemático al que estén expuestos los activos. Según las suposiciones anteriores, cada inversionista posee un portafolio óptimo y recibe una prima por cada unidad adicional de riesgo sistemático que asuma.

Esta prima por el riesgo es proporcional a la contribución de dicho activo al riesgo total del portafolio de inversión, medible por la varianza de sus rendimientos. La contribución de un activo individual a ese riesgo total es la sumatoria de las covarianzas del rendimiento de dicho activo con los rendimientos de los demás activos integrantes del portafolio (López, 2000). Esto es:

$$W[W_1CoV(r_1, r_i) + W_2CoV(r_2, r_i) + \dots + W_iCoV(r_i, r_i) + \dots + W_nCoV(r_n, r_i)]$$

El supuesto más importante del CAPM es el de las expectativas homogéneas. Este supuesto establece que *todos los inversionistas tienen las mismas consideraciones respecto a los rendimientos, las varianzas y las covarianzas* (Ross et ál., 2009). De esta forma, es posible generalizar lo expresado en el gráfico 2.4 para todos los inversionistas. En un mundo con expectativas homogéneas todos los inversionistas tendrían el portafolio de activos riesgos representado por el punto A. Dependiendo del grado de aversión al riesgo¹⁹, los inversionistas se moverán por la línea del mercado de capitales combinando el portafolio A con el activo libre de riesgo, como en el punto 1, o pidiendo prestado a la tasa libre de

¹⁹ Las expectativas homogéneas no representan el mismo nivel de aversión al riesgo.

riesgo para invertir en el portafolio A, como en el punto 2. Como se observa, el portafolio A tiene gran importancia y al ser calculado es denominado el portafolio de mercado.

El CAPM modela el riesgo sistemático con un único factor: el mercado. Para calcular el Beta de un activo es preciso establecer el portafolio de mercado y la forma cómo los movimientos en los rendimientos de este afectan al activo en cuestión. Ross *et ál.* (2009) establece que es posible generalizar el portafolio del mercado a partir de la utilización de un índice accionario de base amplia, y así es como generalmente se obtiene el valor de beta en la práctica.

La fórmula para calcular beta es la siguiente:

$$\beta_i = \frac{COV(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)}$$

Donde β_i es el beta del activo i , R_i los rendimientos de este activo, y R_M los rendimientos del portafolio de mercado.

De esta forma, el modelo de asignación de precios en equilibrio CAPM permite calcular el rendimiento esperado de un instrumento con base en su beta:

$$\bar{R} = R_F + \beta * (\bar{R}_M - R_F)$$

Es decir que el rendimiento de un activo es igual a la tasa libre de riesgo más su beta multiplicado por la diferencia entre el rendimiento esperado del mercado y la tasa libre de riesgo.

2.5.2 Arbitrage Pricing Theory (APT)²⁰

El modelo APT es desarrollado por Ross (1976) como una alternativa al CAPM, presentando un modelo más generalizado y basado en argumentos de arbitraje (no de equilibrio). Los supuestos primordiales del APT son los siguientes:

- Los rendimientos de los activos se generan bajo el supuesto primordial de K factores de riesgo sistemático o fuentes comunes de riesgo.
- No existen oportunidades de arbitraje.
- Existe un gran número de activos individuales de forma que la diversificación permite eliminar el riesgo intrínseco en su totalidad.

²⁰ Desde un punto de vista estrictamente cronológico, la APT fue desarrollada después de los modelos de múltiples factores que ampliaron el CAPM. Aquí se presenta primero esta teoría por no ser objeto especial de análisis de este estudio, para después centrar la atención en los modelos multifactoriales.

En la formulación del modelo APT, Ross no precisa de forma exacta cuáles son los riesgos sistemáticos o cuántos de estos riesgos existen. Una diferencia fundamental con el CAPM es que en la APT se supone que existen infinitud de factores o fuentes de riesgo que no pueden internalizarse de forma exclusiva mediante la cartera de mercado. Dichos factores afectan en mayor o menor medida a todos los activos existentes en la economía, debido a que por su propia definición, representan factores de riesgo sistemático o no diversificable (Méndez, 2008).

Se realiza entonces una extensión en la ecuación original del CAPM al suponer que existen k factores de riesgo sistemático, definiendo una nueva variable M que representa el factor de descuento y está dada por:

$$M = \delta_{0F} + \delta_{1F}F_1 + \delta_{2F}F_2 + \dots + \delta_{kF}F_k$$

Donde $\delta_{0F}, \delta_{1F}, \dots, \delta_{kF}$ son unas constantes y F_1, F_2, \dots, F_k son los factores de riesgo sistemático de la economía, de tal manera que el rendimiento esperado de todos los activos debe satisfacer la siguiente ecuación fundamental de valoración:

$$E[R_j(\delta_{0F} + \delta_{1F}F_1 + \delta_{2F}F_2 + \dots + \delta_{kF}F_k)] = 1 ; j = 1, \dots, N$$

Esta ecuación sugiere que los rendimientos esperados o primas de riesgo esperadas de los activos deben estar relacionadas con las covarianzas de sus rendimientos y con los factores de riesgos sistemático y comunes a todos los activos de la economía, mientras que en el caso del CAPM, se sugería una relación entre la covarianza del rendimiento de cualquier activo j y el rendimiento de la cartera de mercado.

En ausencia de posibilidades de arbitraje, la APT establece que el rendimiento de un activo financiero estaría dado por:

$$\bar{R} = R_f + \beta_1 * (R_1 - R_f) + \beta_2 * (R_2 - R_f) + \dots + \beta_n * (R_n - R_f)$$

Donde R_f representa la tasa libre de riesgo, y R_1, R_2, \dots, R_n el rendimiento esperado de los factores 1, 2, ..., n , respectivamente.

Es importante distinguir una diferencia fundamental entre el APT y los modelos de múltiples factores que se presentan a continuación, a pesar de que ambos consideran múltiples fuentes de riesgo sistemático, el APT obliga por definición a que los factores de riesgo sean comunes a todos los activos que conforman el portafolio. Esto se debe a que es un modelo que considera la ausencia de oportunidades arbitraje, y se no se plantea en términos de equilibrio.

2.5.3 Modelos de Múltiples Factores y su Evidencia Empírica

Los modelos multifactoriales proponen la relación de varios factores con los rendimientos de los activos financieros. En términos de riesgo sistemático, la formulación de un modelo multifactorial permite determinar distintas fuentes de riesgo y la magnitud del impacto de sus variaciones en los rendimientos del mercado (esto es, los Betas de cada factor). De esta forma, el conjunto de factores se hace relevante para explicar el riesgo sistemático al que se enfrenta un inversionista promedio en el mercado analizado, entregándole información sobre la importancia y el posible impacto que tendrán las variaciones en factores macroeconómicos sobre su portafolio de inversión.

Esta información puede resultar valiosa para la toma de decisiones adecuadas. Si bien no será posible contar con un predictor totalmente acertado, si se podrán anticipar de forma aproximada los cambios o evolución en los rendimientos al contar con pronósticos sobre el desempeño de las variables relevantes del modelo multifactorial. El riesgo sistemático no podrá ser eliminado (como si ocurre con el riesgo intrínseco), pero si es posible entender mejor sus fuentes y tomar decisiones de inversión adecuadas al perfil de riesgo del inversionista, es decir, administrar el riesgo.

El modelo multifactorial se representa de la siguiente forma:

$$R_i = \alpha + \beta_1 \mathcal{F}_1 + \beta_2 \mathcal{F}_2 + \dots + \beta_n \mathcal{F}_n + \varepsilon$$

Donde R_i es el rendimiento del activo i , α es el intercepto del modelo, $\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2, \dots, \mathcal{F}_n$ son los factores que establecen los precios en el mercado, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ miden la sensibilidad en el rendimiento del activo i frente a cambios en los factores, y ε es el error del modelo.

El desarrollo pionero de un modelo multifactorial se debe a Merton (1973), quien planteó el ICAPM (*Intertemporal Capital Asset Pricing Model*), una adecuación del CAPM en la cual se reconocen las posibilidades de inversión en distintos momentos, y como consecuencia se amplía el modelo original de una sola variable. Nieto (2001) establece que en los modelos intertemporales los nuevos factores se basan en argumentos de equilibrio y surgen para captar las variaciones en el tiempo en las oportunidades de inversión, que provocan que los individuos estén expuestos a una serie de riesgos que no aparecen en un entorno estático.

La identificación de contextos intertemporales no es la única fuente de desarrollo de modelos de múltiples factores. El objetivo principal de introducir nuevos factores es poder caracterizar de una forma más adecuada el riesgo sistemático, por lo cual se han desarrollado una gran cantidad de trabajos empíricos que incluyen múltiples factores de diversos orígenes. Bucio (2009) señala que el riesgo sistemático de los rendimientos de un

mercado o de un activo financiero es atribuible primordialmente al comportamiento de variables macroeconómicas, cuyos efectos recientes en todo el sistema financiero.

La formulación de variables macroeconómicas como fuente de riesgo sistemático no es nueva; en un trabajo pionero para su época, Chen *et ál.* (1986) proponen un modelo en el cual los cambios en los rendimientos de las acciones están relacionados con el comportamiento de algunas variables macroeconómicas. Los autores de este modelo establecieron a priori cinco variables macroeconómicas y determinaron cómo afectaron a los rendimientos de las acciones en la Bolsa de Nueva York, durante el período de 1958 – 1984. Los factores de riesgo sistemático planteados en su modelo fueron los siguientes:

- El cambio mensual porcentual en el índice de producción industrial
- Una medida de inflación no esperada
- La variación mensual de la inflación esperada
- La diferencia entre el tipo de interés de la deuda pública a largo plazo y a corto plazo, representada esta última mediante el tipo de interés de los *Treasury Bills* a un mes. Este factor está asociado a los cambios de la estructura temporal de los tipos de interés.
- El diferencial de insolvencia financiera, representado por el diferencial entre el tipo de interés de la deuda empresarial a largo plazo y el tipo de interés de la deuda pública a largo plazo.

En este trabajo se utilizó por primera vez el análisis factorial y de los componentes principales para ver como las anteriores variables macroeconómicas afectaban al mercado bursátil de los Estados Unidos.

Se han realizado posteriormente numerosas investigaciones para distintos mercados en donde se asignan variables macroeconómicas como fuentes de riesgo sistemático; vale la pena mencionar algunos de ellos: Feixas y Rubio (1989), analizan la influencia de la inflación en los rendimientos del mercado español; Cheng (1995) realiza un análisis amplio sobre el mercado del Reino Unido frente a varias variables macroeconómicas; Koutoulas y Kryzanowski (1996) desarrollan un estudio del mercado canadiense en el que relacionan variables macroeconómicas como explicativas, y los índices de Bolsa como variables dependientes, haciendo un modelo con regresiones de mínimos cuadrados que se asemeja al que se presenta en este trabajo. Groenewold y Fraser (1997) desarrollan un modelo sobre el mercado Australiano en el que encuentran que sus rendimientos están influenciados principalmente por la inflación y variables de política monetaria.

Escudero (2000) plantea un modelo de valoración de acciones para los títulos de los Mercados de España, en el que se emplea la metodología de la regresión lineal múltiple,

tal como en este trabajo, y define como variables exógenas para el modelo de valoración los beneficios de la empresa evaluada y los tipos de interés del mercado. De esta forma incorpora en su modelo una variable externa de la economía, y una variable interna relacionada con cada empresa. Esta autora determina que estos factores explican los rendimientos de las acciones para 35 de las 42 empresas españolas que analiza, llegando a obtener ajustes mayores al 95% en algunos casos. En general, en este estudio el valor de los títulos de las empresas españolas mostró una relación negativa con los tipos de interés y positiva con los beneficios generados.

Dentro del contexto mexicano, el trabajo de López (2006) sobre factores macroeconómicos y riesgo sistemático, presenta una identificación y comparación de la contribución de variables macroeconómicas clave al riesgo sistemático de los mercados accionarios de los países que conforma el TLCAN: Canadá, México y Estados Unidos. En este trabajo se proponen como principales variables explicativas del riesgo sistemático la tasa de interés, el nivel de actividad económica, el acervo de reservas internacionales, los precios del petróleo, y los índices accionarios internacionales.²¹

En el caso Colombiano, se han realizado varios análisis descriptivos sobre el desarrollo del mercado accionario, entre los que cabe destacar el de Arbeláez *et ál.* (2002), donde presentan la evolución de las Bolsas colombianas en la década de los noventas; Bernal y Ortega (2004) hacen un análisis de un período más amplio (1988 – 2002), concluyendo que el mercado de acciones no se había desarrollado como se esperaba y era aún muy pequeño. En un análisis más completo, Uribe (2007) presenta una caracterización del mercado accionario, y una comparación de sus cifras frente a sus símiles de Latinoamérica; éste autor concluyó (al igual que los anteriores) que el desarrollo del mercado accionario de Colombia era bajo y se encontraba rezagado, aun cuando destaca el dinamismo que se observaba en el último período del análisis producto de la integración de las tres Bolsas regionales en una sola y la sistematización de las negociaciones. El modelo desarrollado por Uribe (2007) es un CAPM y un ICAPM, por lo que no profundiza en la exploración en detalle de varias fuentes de riesgo sistemático.

Bastidas (2008) desarrolla un modelo basado en varios factores de riesgo sistemático utilizando la teoría de arbitraje –APT-, aunque no se centra en determinar la relevancia de los factores en el modelo de valoración de activos, sino que evalúa la incertidumbre de la prima de riesgo del mercado de acciones a partir de los factores propuestos, utilizando la metodología del filtro de Kalman.²² En resumen, desarrolla un APT basado en las

²¹ Se desarrolla un análisis más amplio que incluye otras variables. Véase López (2006).

²² En su artículo, Bastidas (2008) presenta una breve reseña sobre el filtro de Kalman. Para más detalles de esta metodología véase: KIM, Chang-Jin y NELSON, Charles R. 1999. "State space Models and the Kalman

variaciones de 4 factores: tipo de cambio, inflación, producción industrial y las expectativas de inflación. Posteriormente, construye un modelo de varianza a partir de los coeficientes estocásticos, con el cual intenta determinar la incertidumbre en las fuentes de la prima de riesgo. Su análisis comprende el período de 1991 – 2007, y su trabajo concluye lo siguiente:

- El tipo de cambio constituyó un predictor adecuado para el período de la década de los noventa, pero a partir del 2000, a raíz de la liberalización del mercado cambiario (cambio flotante), los inversionistas no han podido interpretar correctamente las variaciones en esta variable, por lo cual presenta un alto nivel de incertidumbre para la realización de predicciones.
- La inflación arroja signos esperados como predictor y en general presenta un bajo nivel de incertidumbre para los inversionistas, salvo en los años 1998 y 1999, donde el análisis muestra un gran salto en las expectativas, probablemente debido a la crisis financiera de 2008 en Colombia.
- Durante el periodo de 2003 – 2006, las expectativas para la producción industrial fueron del signo contrario a lo predicho por el modelo de arbitraje, por lo cual en este periodo el inversionista se enfrentó a más incertidumbre.
- Por último, respecto a la expectativa de inflación, su capacidad predictiva como variable resultó adecuada sólo hasta 1997; a partir de este año ha aumentado el nivel de incertidumbre respecto a la prima de riesgo por esta variable.

El modelo de Bastidas (2008) arroja una luz sobre los factores de riesgo sistemático en Colombia, aunque el enfoque de su trabajo difiere un tanto frente al de esta investigación, en la medida que no busca encontrar las fuentes de riesgo, sino evaluar el nivel de incertidumbre de las fuentes que el propone; esto además lo hace en términos de arbitraje. En esta investigación se evaluará un número mayor de fuentes de riesgo sistemático, buscando generar un modelo con mayor capacidad explicativa, y que no estará limitado por las restricciones de la teoría de arbitraje.

Se ha visto que a pesar de la gran cantidad de trabajos realizados en la materia, no existe consenso sobre cuántos factores son suficientes para caracterizar de forma adecuada el riesgo sistemático, y cuáles deben ser estos factores. Como la teoría económica no arroja consenso en esta materia, la definición y prueba de factores es una labor empírica que parte de criterios a priori del autor de cada estudio. En este estudio se explorarán las posibles relaciones de las siguientes variables con el rendimiento de la Bolsa de Colombia: inflación, tipos de interés, tipo de cambio, oferta monetaria, precio del petróleo, cartera

Filter”, State – Space Models with Regime Switching Classical and Gibbs-Sampling Approaches with Applications. London: The MIT press.

del sector financiero, producción, reservas monetarias del país, y el índice S&P500 de los EEUU. La selección de variables y el desarrollo del modelo se presentan en el capítulo 4.

Este capítulo ha permitido hacer una exploración de las bases teóricas sobre las cuales se desarrolla el estudio del riesgo sistemático en los mercados de capitales. Se ha empezado por establecer los principios básicos del funcionamiento de un sistema financiero, para posteriormente entrar en análisis más complejos como el de los modelos de valoración de activos financieros. Se han presentado los principales modelos desarrollados, haciendo énfasis en los modelos de múltiples factores como el que se desarrolla al final de esta tesis, abordando el estado del arte en la materia con evidencias empíricas encontradas por otros autores en estudios sobre mercados de diversas partes del mundo, incluida Colombia. En el próximo capítulo se presentará un marco contextual a través del cual se explorarán las consecuencias de la globalización financiera sobre los mercados de capitales emergentes, enfatizando en el caso Colombiano. También se mostrará una breve reseña sobre la evolución histórico-política de la economía Colombiana.

3. GLOBALIZACIÓN, COLOMBIA Y SU MERCADO DE CAPITALES

3.1 Introducción: la Globalización Financiera

La globalización es definida por Ortiz (2009) como “*un proceso contemporáneo de hacer los negocios, tomar decisiones empresariales y económicas de los países, y de comportamiento de la ciudadanía en un entorno de libres mercados y competencia, y el surgimiento transicional y consolidado de nuevas instituciones*”.

Se han distinguido dos aspectos importantes enmarcados en la globalización financiera: la internacionalización y la integración de los mercados. La primera se refiere a la posibilidad de participación de agentes económicos en mercados financieros internacionales, pero generalmente es una relación unidireccional, en la cual los mercados de capitales de países emergentes atraen inversiones de agentes de países desarrollados, interesados en los altos rendimientos que pueden obtener en estos mercados.

La integración contempla un proceso bidireccional, que no sólo implica el movimiento de inversionistas, sino el establecimiento de instituciones financieras en los mercados integrados, lo que deriva en mayor eficiencia en los mercados, una fijación de precios similar y niveles de riesgo sistémico compartidos. Los procesos de integración no son inmediatos ni fáciles, hace falta no sólo voluntad y acuerdos multilaterales, sino políticas económicas adecuadas que permitan eliminar las desigualdades entre las economías que se pretenden integrar.

La globalización ha afectado de forma directa y considerable todas las actividades de la vida diaria de las personas en casi cualquier región del mundo. La aplicación de procesos de liberalización de la economía fue más decidida y rápida en países del primer mundo, aunque ha impactado considerablemente en los últimos años los países en vía de desarrollo.

Haciendo un recuento histórico es posible ubicar los inicios de la globalización moderna a partir del final de la segunda guerra mundial, considerando sobre todo la década de los cincuenta (1950) en adelante. Sin embargo, el evento que realmente impulsó la globalización en los mercados de capitales fue la caída del sistema de *Bretton Woods* en 1973, que dio paso a un sistema de cambios flotantes y favoreció la supresión progresiva de controles de cambio, facilitando el movimiento de capitales en escala global.²³

²³ Una recopilación muy completa de artículos sobre la caída del sistema de cambios de Bretton Woods, sus causas y consecuencias, se presenta en: BORDO, Michael D. y EICHENGREEN, Barry. 1993. “A Retrospective on the Bretton Woods system: lesson for international monetary reform”. *National Bureau of Economic Research*. Chicago: The University of Chicago Press.

En los años ochenta, la crisis de la deuda externa desencadenó una oleada de fusiones, bancarrotas y reestructuraciones de empresas. Estas transformaciones favorecieron la aparición y el desarrollo de una nueva generación de agentes financieros entre los inversionistas, firmas de corretaje y de administración de fondos de inversión, así como entre las grandes compañías de seguro. El *crack* bursátil de 1987, permitió que tales cambios tomaran forma, quedando en el mercado solamente las empresas lo suficientemente competitivas y con ventajas comparativas (Rojas, 2000).

Girón y Correa (1999) señalan que los principales cambios ocurridos en los mercados financieros internacionales como consecuencia de la globalización han sido los siguientes:

- Acortamiento en el plazo de depósitos y títulos financieros, y un desarrollo más amplio del mercado secundario de estos títulos.
- La banca de depósitos pasó con facilidad a ser banca de inversión.²⁴
- Consolidación de los grandes fondos de inversión y fondos de pensiones como actores principales del mercado, capaces de mover una cantidad enorme de activos financieros en poco tiempo y desestabilizar economías.
- Crecimiento del volumen y tamaño de las operaciones financieras. La apertura de subsidiarias y sucursales, *off share centers* (véase Ortiz, 2009, pp. 4 - 8), por parte de la banca de países del primer mundo contribuyó a descentralizar de cierta forma las operaciones financieras, apareciendo grandes centros financieros en todo el mundo, en especial en el hemisferio norte (concentrados en Asia, América y Europa), ampliando así el volumen y tamaño de las transacciones.
- Considerable aumento de la incapacidad de los estados nacionales para regular la actividad de los grandes conglomerados financieros en la supervisión de los niveles de riesgo de las distintas operaciones, dificultando las posibilidades que tienen las autoridades financieras de frenar las crisis financieras sistémicas.

Además de la desregulación y apertura económica, que contribuyeron de forma enorme a la globalización financiera, otro factor relevante del proceso ha sido el avance en las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones –TIC-, pues ha llevado las comunicaciones a un nivel nunca antes visto ni imaginado, permitiendo realizar operaciones financieras de forma instantánea en cualquier mercado del mundo sin estar presente en este mercado, incluso desde la comodidad del hogar.

²⁴ Sin embargo, la ausencia de regulación al respecto que dio impulso al crecimiento de los mercados de capitales, es identificada como una de las causas de la reciente crisis financiera del 2008, por lo cual en varios países se ha retrocedido en este aspecto limitando las posibilidades de la banca de depósitos o banca tradicional de realizar inversiones especulativas, a partir de una regulación más estricta.

Todos los factores analizados anteriormente han promovido la globalización financiera, y esta ha dejado de ser una tendencia para convertirse en una realidad que ha marcado características específicas en diversas economías y regiones a nivel mundial, dando forma a la realidad del mundo actual. Pese a esto, después de más de dos décadas de globalización en los países emergentes, surge una pregunta fundamental: *¿Han servido de algo las políticas desregulatorias que favorecen la globalización para promover el desarrollo económico?* Desde el punto de vista de los mercados de capitales esta pregunta puede ser contestada rápidamente: Sí. Esto ocurre porque la globalización financiera ha permitido un crecimiento y auge sin precedente a los mercados de capitales emergentes. Pero si el análisis no se centra sólo en los mercados de capitales, la pregunta formulada no es tan fácil de contestar. A pesar de esto, la tesis que postula la existencia de una relación entre el desarrollo del mercado de capitales y el desarrollo económico de una nación permitiría anticipar una tendencia positiva en las condiciones de vida de los países emergentes.

No es difícil comprender la existencia de una relación entre mercados de capitales y desarrollo económico pues, como se ha explicado, la finalidad de estos mercados es servir como intermediario entre los agentes económicos para transformar el ahorro en inversión. Por lo tanto, un alto desarrollo de los mercados debería proporcionar mayor disponibilidad de recursos para financiar el crecimiento de las empresas y, al mismo tiempo, mejores alternativas de inversión para los ahorradores. Las empresas emprenderían nuevos proyectos que generarían beneficios, y estos regresarían a los inversionistas, quienes tendrían nuevos recursos para invertir. De acuerdo con la teoría financiera convencional y en los argumentos económicos Keynesianos, este círculo virtuoso sería generador del desarrollo económico. Esta teoría afirma que *“el tamaño, estructura y madurez del sector financiero de una nación constituye un factor esencial para promover el desarrollo. Al respecto, el desarrollo financiero se obtiene solamente con la concurrencia de mercados libres”* (Ortiz et ál., 2007).

Es por esto que las políticas orientadas desde el Fondo Monetario Internacional han promovido la liberalización de los mercados financieros. Al respecto, Levine (1997) establece que las funciones de los intermediarios financieros, libres de represión financiera, identificados como promotores de desarrollo son:

- Movilización del ahorro y la inversión.
- Disminución del riesgo mediante la negociación de activos no deseables.
- Promoción de la especialización corporativa.
- Cobertura del riesgo mediante productos derivados.
- Diversificación y unificación de riesgos.

- Divulgación y adquisición de la información necesaria para la asignación de recursos.
- Seguimiento a los administradores para el ejercicio de control corporativo.

De esta forma, como consecuencia de la liberalización de los intermediarios financieros se espera que los sistemas financieros de los países que adopten estas políticas adquieran un nivel de fortaleza suficiente para promover el desarrollo económico de su entorno. Ortiz *et ál.*(2007) resumen estos principios en las siguientes líneas: “... *la disponibilidad cada vez mayor de instrumentos financieros y su creciente negociación incrementa en una economía el ahorro y la inversión y reduce los costos de transacción e información, beneficiando a los inversionistas, empresas y autoridades financieras, fortaleciendo sus decisiones y optimizando la competitividad internacional de las empresas e instituciones nacionales, lo que a su vez promueve el desarrollo*”.

Los estudios pioneros de Gurley y Shaw (1955), Brainard y Tobin (1968), Golsmith (1969), y Mckinnon (1973), establecen las pautas para que los países emergentes promuevan la liberalización de su sector financiero como mecanismo de desarrollo, pues según la teoría explicada, si mantuvieran políticas restrictivas no se lograría alcanzar un flujo de capitales adecuado para generar un crecimiento sostenido. Estas políticas liberadoras de represión han sido aplicadas en una gran cantidad de países emergentes desde hace dos décadas, y los resultados reales obtenidos son objeto de debate y desarrollo de estudios académicos.²⁵ El principal contradictor de la teoría expuesta ha sido Stiglitz (1985), quien argumenta que *los mercados de capital en los países en vías de desarrollo no podrían proveer incentivos adecuados para la adquisición de la información bursátil y empresarial necesaria para la toma de decisiones*.

A pesar de las posturas encontradas, es claro que la mayoría de las economías emergentes dieron el paso hacia la adopción de políticas que permitieran su integración dentro de una economía globalizada, lo cual a su vez ha tenido consecuencias en el desarrollo de sus economías y sus mercados de capitales. El desarrollo económico del sector real de la economía no es el tema principal de este trabajo, pero si lo es el desarrollo del mercado de capitales, por lo cual en el siguiente apartado se estudiará el crecimiento de los mercados de capitales emergentes producto de la globalización financiera.

²⁵ Se recomienda ver el artículo de Ortiz, López y Cabello (2007), que ha sido la base para la presentación de este apartado. Estos autores abordan la temática de forma completa y reseñan el caso particular del mercado mexicano de valores.

3.2 Globalización Financiera y los Mercados de Capitales Emergentes

Los efectos de la globalización financiera en las economías emergentes son notables. Las dos últimas décadas han dejado un sistema económico global más cohesionado, en el que los negocios se realizan las 24 horas del día y los mercados van de la mano transmitiendo de forma sistémica las ganancias y períodos de optimismo, así como las pérdidas y crisis financieras.

La importancia de las economías emergentes en el ámbito mundial ha quedado manifiesta en la reciente crisis económica iniciada en los Estados Unidos en 2008 y propagada por el resto del orbe. Ha sido China el primer país en salir de la crisis y el principal motor de la economía mundial en el año 2009, que permitió de cierto modo menguar los efectos de la crisis norteamericana a nivel global. En el ámbito local, Brasil ha logrado consolidar un lugar importante y sortear la crisis de una forma más adecuada que otras economías latinoamericanas, en parte por tener buenas relaciones comerciales con China. No es el caso de México, pues la gran dependencia frente al mercado de los Estados Unidos lo ha hecho uno de los países más golpeados con la crisis, y plantea para los mexicanos la necesidad de diversificar las relaciones comerciales a mediano y largo plazo.

En el caso de Colombia, la crisis de 2008 afectó considerablemente la economía del país, desacelerando el crecimiento del PIB hasta colocarlo en un 0.4% anual en 2009, como consecuencia de la disminución en las exportaciones hacia EEUU, la caída en los precios de los *commodities*, y la disminución del comercio exterior hacia Venezuela, país que vio afectada su renta por la caída en el precio del petróleo. Adicionalmente disminuyeron considerablemente las remesas enviadas por colombianos en el extranjero al país, lo que contribuyó a frenar el consumo interno. Todo lo anterior propició la devaluación del peso colombiano, rompiendo cinco años de tendencia apreciativa. Sin embargo, a partir del segundo semestre de 2009 el país pudo retomar la senda del crecimiento económico, favorecido en parte por la recuperación de precios a nivel internacional.

En el contexto identificado se ha mostrado, sin ánimo de exhaustividad, que las economías regionales están cada vez más integradas al contexto mundial, y por esta razón reciben el impacto de las crisis internacionales con más fuerza que en otras épocas. A continuación se analizará el efecto que han tenido dos décadas de globalización financiera sobre los mercados de capitales emergentes, revisando su crecimiento y tamaño, y su importancia cada vez mayor en el mundo actual.

3.2.1 Crecimiento de los Mercados de Capitales

Los mercados de capitales de economías emergentes tuvieron un rápido crecimiento desde finales de la década de los ochentas debido a la liberalización de las economías y la

mayor integración de éstas al contexto global liderado por países del primer mundo. Durante esta época, muchas economías emergentes adoptaron sistemas de cambio flotantes (libres), lo que contribuyó a facilitar los movimientos de capitales y el crecimiento de los mercados. Ortiz (2009) hace énfasis en que los mercados emergentes *“se han internacionalizado principalmente incrementando sus exportaciones y captando importantes recursos externos para sus empresas y gobiernos... sin embargo... presentan grandes ineficiencias y segmentaciones respecto a los mercados mundiales”*.

Ortiz (2009) revisa la magnitud de la inversión extranjera directa en países emergentes desde 1990 hasta 2008, y observa que esta ha tenido un crecimiento irregular, sostenido hasta el año 2000, pero con fuertes descensos en adelante, aunque al final del período analizado se recupera. Esto se puede apreciar en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Inversión extranjera directa en mercados emergentes*

Año	Total	África	Asía	América	Europa	Medio Oriente
				Latina	Oriental	
1990	29,958	977	17,392	7,803	1,160	2,627
1991	40,717	2,544	20,843	13,085	2,694	1,622
1992	48,894	2,474	25,998	14,614	3,879	1,928
1993	75,285	2,901	46,212	14,288	5,663	6,222
1994	102,432	4,269	57,358	28,368	7,117	5,321
1995	121,788	4,439	64,823	30,704	17,290	4,532
1996	142,536	4,760	72,997	42,418	16,411	5,950
1997	182,162	6,663	79,981	61,544	22,939	11,034
1998	208,300	7,849	89,200	73,134	28,142	10,012
1999	245,600	11,015	107,400	88,922	31,420	6,776
2000	268,700	8,397	141,200	79,144	31,925	8,024
2001	232,100	18,934	100,100	71,040	33,827	8,100
2002	191,100	13,591	83,800	48,513	37,262	7,902
2003	194,209	17,086	86,600	40,854	36,611	12,863
2004	201,927	13,549	87,800	40,686	43,394	16,496
2005e	158,000	15,290	63,610	30,190	32,750	16,120
2006 e	132,200	12,500	61,600	17,300	33,800	7,000
2007e	205,400	28,300	84,800	31,400	44,400	16,600
2008e	226.8	28,500	88,200	38.7	51,100	19,400

e: Estimado *: Cifras en millones de dólares

Fuente: Fondo Monetario Internacional, En: Ortiz (2009)

Los flujos de capitales hacia países emergentes han ido en aumento y se espera que esto continúe de esta forma debido a los altos rendimientos que ofrecen estas economías en comparación con las del primer mundo. Sin embargo, existe una discusión sobre el

beneficio real que ha generado este flujo de capitales en las economías emergentes; esto debido a que las inversiones realizadas en cartera y Bolsa (mercado secundario) no representan una llegada de dinero para financiar proyectos del sector productivo, y constituyen en muchas ocasiones mero capital especulativo y de corto plazo que puede llegar a generar burbujas y salir rápidamente ante cualquier asomo de crisis, desestabilizando economías de países y regiones.

Una medida que permite dimensionar la importancia y crecimiento de los mercados de capitales emergentes es la capitalización total, que indica el tamaño del mercado a partir de la valoración de las empresas que cotizan en la Bolsa al precio de mercado de sus acciones en una fecha determinada.²⁶ La tabla 3.2 muestra la capitalización total a nivel mundial de los mercados de capitales, dividida porcentualmente entre los mercados en países desarrollados y en países emergentes durante 21 años (1990 - 2010).

Tabla 3.2 Capitalización de Mercados Emergentes en el contexto Global

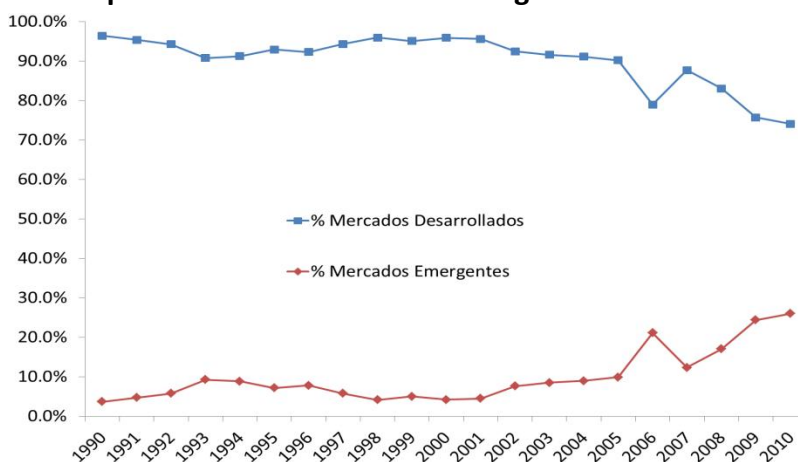
Año	Capitalización Total Mundial (mdd)	Participación en el Total Mundial		Crecimiento anual de la Capitalización	
		Desarrollados	Emergentes	Desarrollados	Emergentes
1990	8,893,310	96.4%	3.6%		
1991	10,588,677	95.3%	4.7%	17.8%	54.0%
1992	10,113,536	94.2%	5.8%	-5.6%	17.4%
1993	12,947,803	90.8%	9.2%	23.3%	105.3%
1994	14,503,617	91.2%	8.8%	12.5%	6.8%
1995	17,123,598	92.9%	7.1%	20.3%	-4.7%
1996	19,529,295	92.3%	7.7%	13.3%	24.3%
1997	21,721,134	94.3%	5.7%	13.7%	-18.0%
1998	25,435,814	95.9%	4.1%	19.1%	-15.8%
1999	34,975,701	95.0%	5.0%	36.3%	66.7%
2000	30,956,650	95.9%	4.1%	-10.7%	-26.5%
2001	26,596,181	95.5%	4.5%	-14.4%	-7.4%
2002	22,834,111	92.4%	7.6%	-16.9%	45.8%
2003	31,309,044	91.5%	8.5%	35.8%	53.5%
2004	37,244,987	91.1%	8.9%	18.4%	25.5%
2005	42,156,520	90.2%	9.8%	12.1%	24.5%
2006	62,727,805	78.9%	21.1%	30.2%	219.1%
2007	51,749,445	87.7%	12.3%	-8.3%	-51.8%
2008	33,299,151	83.0%	17.0%	-39.1%	-11.1%
2009	49,180,451	75.7%	24.3%	34.7%	111.3%
2010	56,822,071	74.1%	25.9%	13.1%	23.1%

Fuente: Cálculos y elaboración propia. Datos de *World Federation of Exchanges*

²⁶ La capitalización es igual al número de acciones multiplicado por el precio de la acción. Por lo tanto indica el valor de mercado de una empresa. La capitalización total (suma de todas las empresas listadas) indicará entonces el valor del mercado de capitales de un país, en suma, el valor de sus empresas más grandes.

Se puede observar que la participación de los países emergentes dentro de la capitalización total pasa del 3.62% en 1990 a un importante 25.9% en 2010. Sin embargo, el crecimiento es bastante irregular, con picos bastante explosivos y caídas que indican la ocurrencia de eventos económicos de importancia. En efecto, al contrastar la evolución del esta serie con los años en que hay caídas en el valor de participación de los mercados emergentes se puede evidenciar el efecto de diversas crisis financieras ocurridas en países como México, Brasil, Argentina, Rusia y los tigres asiáticos (Hong Kong, Singapur, Corea del Sur y Taiwán), durante la década de los noventas.²⁷ Esto se aprecia de forma más clara en el gráfico 3.1, que corresponde a la primera serie presentada en la tabla 3.2.

Gráfico 3.1 Capitalización de Mercados Emergentes en el contexto Global



Fuente: Cálculos y elaboración propia. Datos de *World Federation of Exchanges*.

La segunda serie presentada en la tabla 3.2 da cuenta del porcentaje de crecimientos interanuales de la capitalización total de los mercados bajo la misma clasificación, emergentes y de países desarrollados. Para analizar esas cifras es de utilidad calcular algunos estadísticos de resumen básicos:

	Desarrollados	Emergentes
Suma total en 21 años	205.3%	642.1%
Desviación estándar	0.201	0.607
Promedio anual	10.3%	32.1%

Queda claro que la globalización financiera ha impactado en los mercados de capitales emergentes. En más de dos décadas analizadas, estos crecieron un total de un 642%, más de tres veces por encima de lo que lo hicieron los mercados de los países desarrollados. También queda claro que el crecimiento no ha sido un proceso estable, pues la desviación estándar es igualmente tres veces mayor para los países emergentes en comparación a los

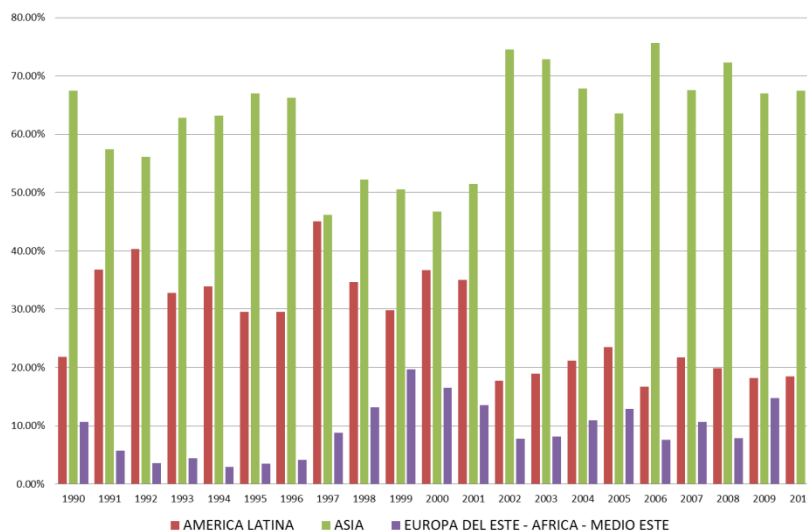
²⁷ Un análisis detallado sobre la ocurrencia de crisis financieras en países emergentes se presenta en: GIRÓN, Alicia. 2005. Crisis Financieras. Instituto de Investigaciones Económicas. México: UNAM.

desarrollados, esto significa que las caídas de los mercados y las consecuentes crisis generadas son más pronunciadas y fuertes en los países en vía de desarrollo, aunque las recuperaciones también suelen ser más rápidas. Estos estadísticos son un fiel descriptor de los procesos de alta volatilidad que se presentan en las Bolsas de los países en desarrollo.

En el siguiente análisis se presenta el estudio de los mercados emergentes vistos por regiones a nivel mundial. Este análisis se muestra en el gráfico 3.2, el cual permite observar durante los 21 años de la serie el tamaño de los mercados emergentes divididos en tres regiones geográficas: 1) mercados de América Latina, 2) mercados de Asia, y 3) mercados de Europa del este, África y Medio Oriente.

La importancia de la región asiática dentro de los mercados emergentes queda manifiesta en el gráfico 3.2, pues Asia ocupa siempre el primer lugar en tamaño de capitalización. Esto es consecuente con el enorme crecimiento de China e India, que ha jalonado el crecimiento a nivel mundial durante los últimos años, además de la recuperación y fortaleza de los tigres asiáticos después de la crisis de fines de los noventa.

Gráfico 3.2 Distribución de la capitalización total de mercados emergentes por regiones



Fuente: Cálculos y elaboración propia. Datos de *World Federation of Exchanges*.

Los mercados emergentes de Latinoamérica alcanzan una relevancia importante con la crisis asiática, llegando a obtener casi un tamaño similar a los asiáticos en 1997, pero la proporción vuelve a favorecer los países de Asia en adelante hasta la fecha.²⁸ Esto se debe quizá a que las empresas en Asia han logrado usar el mercado de valores como una

²⁸ No significa esto que los mercados de Latinoamérica no hayan crecido, sino que los mercados asiáticos lo han hecho de forma más acelerada en la última década.

herramienta más eficiente de capitalización para crecer, encontrando menos restricciones ante este modelo de desarrollo que las existentes en Latinoamérica.

3.2.2 Mercados de Capitales de Latinoamérica²⁹

En la tabla 3.3 se presenta un resumen completo sobre la capitalización de los mercados de Latinoamérica durante las últimas dos décadas. A partir de estas cifras se observa que la Bolsa líder de la región es la brasileña, que se encuentra ubicada en *Sao Paulo*. Esto concuerda con la importancia que ha adquirido Brasil en el contexto mundial durante la última década debido al sólido crecimiento de su economía y el mejoramiento de indicadores sociales para su población; no en vano es muy popular por estos días hablar del bloque BRIC (Brasil – Rusia – India – China) como el conjunto de países llamados a ser las potencias que jalonan el crecimiento mundial en el siglo XXI.

El mercado accionario brasileño es de lejos el más grande de América Latina, alcanzando al cierre de 2010 un valor total de 1.545.566 millones de dólares (mdd) de capitalización total, lo cual representó el 56% de los mercados a nivel latinoamericano. Las transacciones de acciones en ese año sumaron 857.476 mdd, una cifra exorbitante para la región, a la cual no se acerca ningún otro mercado local.

Actualmente, el mercado mexicano de valores sigue al mercado brasileño en tamaño. Hace veinte años ocupaba el primer lugar de la región (en términos de capitalización), pero no mantuvo un ritmo de crecimiento similar al del país del sur (véase la tabla 3.4). México tuvo al cierre de 2010 una capitalización de 454.345 mdd, que representaron el 16.5% del tamaño total de los mercados en Latinoamérica, y se negociaron 108.476 mdd en acciones. Sobre el mercado mexicano hay que destacar que a pesar de tener una amplia oferta de acciones listadas³⁰, que en total suma 406 empresas, tan sólo 125 de estas son nacionales.

El tercer mercado de Latinoamérica es el chileno. En 2010, la Bolsa de Santiago representó un 12.4% del total de la región, alcanzando una capitalización de 341.799 mdd y un flujo de negociaciones de 52.161 mdd. Chile se ha estabilizado en la posición del tercero regional, y su sólida economía sustenta un crecimiento permanente de su Bolsa que tiene un tamaño cada vez más parecido al de la Bolsa mexicana.

²⁹ A menos que se indique otra fuente, todas las cifras presentadas en este apartado fueron tomadas del Anuario Estadístico 2010 de la Federación Iberoamericana de Bolsas y la página web de la *World Federation of Exchanges*.

³⁰ La oferta es “amplia” dentro del contexto latinoamericano, pues al comparar con mercados de países desarrollados resulta mínima.

Tabla 3.3 Capitalización total de los mercados accionarios de América Latina de 1990 a 2010 (mdd)

Año	Brasil	México	Chile	Colombia	Perú	Argentina	Centro - América (1)	Venezuela	Ecuador	Bolivia	Bermudas	Total Latino-América
1990	11,201	41,054	13,636	n.d	812	3,615	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	70,318
1991	32,152	102,764	27,990	n.d	1,118	18,640	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	182,663
1992	45,416	138,745	29,595	5,702	2,630	18,623	n.d	10,817	n.d	n.d	n.d	251,528
1993	96,779	200,865	44,887	9,333	5,113	44,055	n.d	7,801	1,475	n.d	n.d	410,308
1994	189,303	130,246	68,195	14,069	8,178	36,867	556	4,991	2,692	n.d	n.d	455,096
1995	147,636	90,694	72,928	12,779	10,907	37,784	752	4,280	2,555	n.d	n.d	380,314
1996	216,906	106,770	65,971	13,578	12,583	44,692	1,176	10,045	2,381	n.d	n.d	474,103
1997	255,478	156,595	72,046	16,166	15,485	59,252	1,361	14,568	1,954	n.d	n.d	592,904
1998	160,886	91,746	51,866	11,183	9,869	45,333	2,730	7,580	1,556	n.d	1,500	384,249
1999	227,962	154,044	68,228	9,611	12,092	55,848	4,447	7,454	522	n.d	1,323	541,530
2000	226,152	125,204	60,401	6,965	9,750	45,839	4,288	8,128	747	n.d	2,160	489,634
2001	186,238	126,258	56,310	13,138	9,790	33,384	6,036	6,171	1,429	n.d	2,469	441,222
2002	121,640	103,941	49,828	11,095	11,441	16,549	5,502	3,967	1,758	1,469	2,175	329,366
2003	226,358	122,533	87,508	14,259	14,125	34,995	6,831	6,807	4,256	1,276	2,901	521,849
2004	330,347	171,940	116,924	25,223	17,975	40,594	7,381	8,212	5,314	1,983	1,852	727,745
2005	474,647	239,128	136,493	50,501	24,140	47,590	10,435	6,053	6,398	2,200	2,125	999,710
2006	710,247	397,725	212,910	101,956	69,386	57,070	14,614	12,837	4,185	2,184	2,731	1,585,845
2007	1,369,711	348,345	174,419	56,204	40,022	51,240	14,005	10,159	4,472	2,264	2,704	2,073,544
2008	591,966	234,055	131,808	87,716	37,877	39,850	13,640	8,386	4,582	2,672	1,912	1,154,464
2009	1,337,248	352,045	230,732	140,520	71,663	45,745	13,134	9,941	4,295	2,792	1,360	2,209,474
2010 (2)	1,545,566	454,345	341,799	208,502	103,347	63,910	18,061	13,669	5,906	3,840	1,535	2,760,480

1: En Centroamérica se incluyen los valores de Costa Rica, Panamá y El Salvador. / 2: Los valores de 2010 para Centroamérica, Venezuela, Ecuador y Bolivia fueron estimados con el crecimiento de los demás países, pues no existía información de estos mercados al momento de finalización de la tesis. / n.d.: información no disponible

Fuente: Elaboración propia. Datos de *World Federation of Exchanges* y la Federación Iberoamericana de Bolsas FIAB

Tabla 3.4 Distribución porcentual de la capitalización total en los mercados accionarios de América Latina (2000 – 2010)

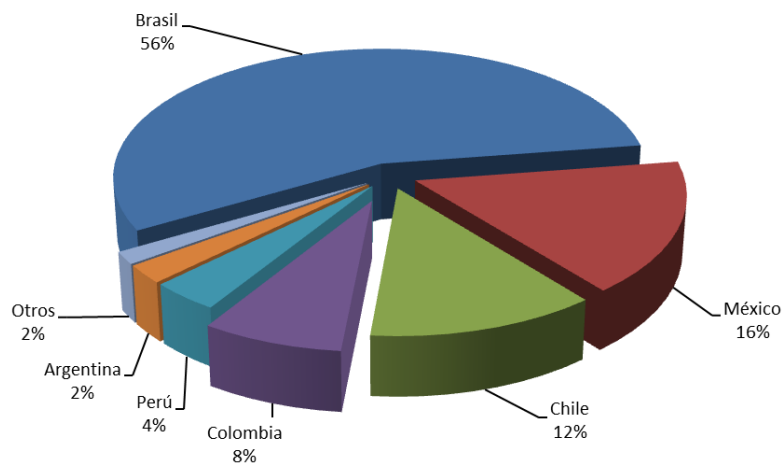
Año	Brasil	México	Chile	Colombia	Perú	Argentina	Otros*
2000	46.2%	25.6%	12.3%	1.4%	2.0%	9.4%	3.1%
2001	42.2%	28.6%	12.8%	3.0%	2.2%	7.6%	3.6%
2002	36.9%	31.6%	15.1%	3.4%	3.5%	5.0%	4.5%
2003	43.4%	23.5%	16.8%	2.7%	2.7%	6.7%	4.2%
2004	45.4%	23.6%	16.1%	3.5%	2.5%	5.6%	3.4%
2005	47.5%	23.9%	13.7%	5.1%	2.4%	4.8%	2.7%
2006	44.8%	25.1%	13.4%	6.4%	4.4%	3.6%	2.3%
2007	66.1%	16.8%	8.4%	2.7%	1.9%	2.5%	1.6%
2008	51.3%	20.3%	11.4%	7.6%	3.3%	3.5%	2.7%
2009	60.5%	15.9%	10.4%	6.4%	3.2%	2.1%	1.4%
2010	56.0%	16.5%	12.4%	7.6%	3.7%	2.3%	1.6%

*En Otros se incluyen: Venezuela, Ecuador, Bolivia, Panamá, El Salvador, Costa Rica y Las Bermudas.

Fuente: Elaboración propia. Datos de *World Federation of Exchanges* y la Federación Iberoamericana de Bolsas FIAB.

La Bolsa de Valores de Colombia es la cuarta a nivel regional, como se aprecia en el gráfico 3.3. Ha llegado a este lugar gracias al crecimiento espectacular que ha mantenido durante los últimos años, que le permitió en 2010 alcanzar un 7,6% del total regional, con una capitalización de mercado de 208.502 mdd y negociaciones de acciones por el orden de 22.909 mdd anuales. Detrás de Colombia se ubica la Bolsa de Lima, en representación de Perú, superando en términos de valor de las empresas listada a la de países como Argentina y Venezuela que tuvieron en décadas anteriores mayor protagonismo.

Gráfico 3.3 Valor de los mercados accionarios en América Latina - 2010



En "Otros" se incluyen: Venezuela, Ecuador, Bolivia, Panamá, El Salvador, Costa Rica y Las Bermudas.

Fuente: Elaboración propia. Datos de *World Federation of Exchanges* y la Federación Iberoamericana de Bolsas FIAB.

Sobre el mercado argentino vale la pena hacer la aclaración que se han presentado las cifras de capitalización sólo de sus empresas nacionales (al igual que para todos los demás mercados analizados), pues si se toma en cuenta empresas extranjeras cotizando en la Bolsa de Buenos Aires incrementaría su tamaño de forma importante. En este mercado, el número de empresas extranjeras listadas en realidad es pequeño (son tan solo 5 de un total de 106 que cotizan), pero el peso de estas en el volumen de operaciones es de un tercio del total. En 2010 se negociaron 3.815 mdd, de los cuales 1.237 correspondieron a valores extranjeros. En términos de capitalización el mercado argentino fue alguna vez un importante protagonista en la región, pero su crecimiento ha sido bajo comparado con otros países, y se vio severamente afectado por la crisis de 2000, lo que ha significado pasar de un 9.36% del total del mercado latinoamericano en 2000, a un 2.3% en 2010.

El comportamiento actual del mercado de capitales Venezolano pasa por factores de orden político que no se analizan en este documento. Sobre este mercado, vale la pena mencionar que tuvo durante la década de los noventas un tamaño similar e incluso mayor al de Colombia, pero los cambios en el modelo de desarrollo del país durante la última década relegaron la Bolsa de Caracas a un papel muy secundario dentro de la economía venezolana.

El Mercado Integrado Latinoamericano (MILA)

El 16 de septiembre de 2009 las Bolsas de Santiago, Lima y Colombia sorprendieron a analistas e inversionistas de la región con la firma de un acuerdo de intención para la integración³¹, que debía conducir a un proceso en el que las tres bolsas formaran un nuevo mercado al que denominaron Mercado Integrado Latinoamericano – MILA. Recordando los datos presentados antes en las tablas 3.3 y 3.4, es posible apreciar que la eventual integración de estos mercados los colocaría en el segundo lugar en tamaño a nivel de Latinoamérica, alcanzando un valor de capitalización total de 442.914 mdd, superando en tamaño al mercado mexicano y quedando solamente detrás del brasileño. La capitalización total no es la única cifra interesante que arroja este proyecto de integración, evaluando el tamaño de mercado de acuerdo al número de empresas listadas en Bolsa, el MILA pasará a ser el primer mercado de Latinoamérica con 564 firmas inscritas, seguido de las 406 empresas que cotizan en México (donde se incluyen las 281 firmas extranjeras que cotizan en ese país), y las 386 del mercado brasileño.

Los beneficios de la integración saltan a la vista. Para los inversionistas representará mayores alternativas de inversión en instrumentos financieros, con lo que se amplían las posibilidades de diversificación, se mejora el balance riesgo-retorno, y se abre la posibilidad de crear nuevas carteras para distribución a clientes locales. Para los emisores el MILA representa el acceso a

³¹ La noticia de la firma del acuerdo de intención puede verse en: <http://bit.ly/dAyU7Q>

nuevos mercados, la ampliación de la demanda para su financiamiento captando el interés de mayor número de inversionistas y la reducción de costos de capital para las empresas.³²

El proceso de integración formal ya ha sido aprobado en las tres Bolsas y es cuestión de tiempo. La etapa de pruebas a nivel operacional empezó el 22 de noviembre de 2010 y concluyó el 25 de marzo de 2011. De acuerdo al calendario oficial del MILA, se realizará una etapa de “Alistamiento, Marcha Blanca y Pre-Producción” a partir del 25 de abril de 2011, que deberá concluir el 30 de Mayo de 2011 con el inicio de las operaciones de los mercados de Colombia, Chile y Perú como un mercado integrado.³³ Más allá del proceso de empalme tecnológico, la integración será un hecho consumado durante el año 2011, y hará falta tiempo para apreciar las consecuencias que tendrá este proyecto sobre las economías de Colombia, Chile y Perú.

Es importante resaltar que el crecimiento de las Bolsas Latinoamericanas a partir de su integración en el ámbito mundial es un claro ejemplo de las consecuencias de la globalización financiera, siendo más visible en algunos países que han adopto políticas liberales de forma acelerada. La creación del MILA es la primera integración de Bolsas en Latinoamérica, pero no es difícil pensar que procesos de este tipo sigan sucediendo en un horizonte de tiempo no muy lejano, hasta dar origen a un mercado de capitales común en la región.

3.3 Mercado de Capitales en Colombia

A continuación se abordará el estudio del contexto en el que se desenvuelve el mercado accionario colombiano. Para hacerlo, se iniciará por presentar una revisión histórica del marco económico-político de Colombia, que sin el ánimo de tener la exhaustividad que requeriría un trabajo de Ciencias Sociales, pues este es un trabajo de Ingeniería, presenta de forma puntual la situación en la cual se ha desarrollado la economía colombiana y que ha sustentado la poca importancia del mercado accionario como mecanismo de intermediación de capitales dentro de la economía. Se presentará también la evolución histórica del mercado accionario de Colombia, y la consolidación de la Bolsa en la última década como uno de los mercados emergentes más atractivos de Latinoamérica.

3.3.1 Contexto Económico-Político de Colombia: Revisión Histórica

Colombia alcanzó su independencia en 1810, y la consolidó militarmente en 1819 tras la victoria en la batalla de Boyacá. Su evolución como nación no ha sido estable ni unidireccional, al contrario se ha caracterizado por notables altibajos históricos que han ido formando el carácter de la República actual, pero a su vez han dejado huellas en aspectos sociales, políticos y económicos que definen las características del país en la actualidad.

³² Tomado de la información en la página web del MILA: <http://www.mercadointegrado.com/>

³³ Esta es la información disponible a 27 de abril de 2011.

La economía Colombiana en el siglo XIX fue básicamente feudal. Los principales actores económicos en las distintas regiones del país eran los terratenientes y los campesinos, que mantenían una relación basada en la servidumbre. Sin embargo, esta relación no permaneció estable por mucho tiempo después de la independencia. La inestabilidad económica y política que ha caracterizado a Colombia se evidencia al estudiar las permanentes revueltas sociales y políticas del siglo XIX. Al respecto, Kalmanovitz (2003) señala que estas *“convulsiones sociales y políticas debilitaban permanentemente la capacidad de las clases dominantes regionales para institucionalizar e interiorizar su autoridad sobre las clases dominadas”*. A esto se sumaba una baja capacidad presupuestaria a nivel nacional, que otorgaba mayor poder a los gobiernos federales que al gobierno central, y desarticulaba la república como la unidad que se intentaba consolidar tras la independencia.³⁴ Bajo este ámbito, era poco probable alcanzar un sólido desarrollo de la economía, y esto se convertiría en un círculo vicioso que provocaría nuevas revueltas populares.

Kalmanovitz (2003) indica que circulación de papel moneda en el siglo XIX fue bastante baja, y en su lugar se comerciaba con oro o plata, que era también el principal producto en exportación. Sólo hasta que se consolidaron haciendas cafeteras, inicialmente en la región de Santander, se pudo introducir al país en el contexto global de forma estable con un producto característico, el café, que sigue siendo hoy en día bastante representativo dentro de la balanza comercial del país.

Políticamente Colombia consiguió mayor estabilidad como nación al consolidar la constitución de 1886, luego de múltiples reformas ocurridas desde la independencia (que representaron incluso varios cambios en el nombre del país). Esta estabilidad favoreció el fortalecimiento del control central del Estado, y dio mayor soporte a la economía nacional. En este mismo año, se pudo consolidar el Banco Nacional como primer banco central del país, que otorgó mayor liquidez a la economía y favoreció el uso de papel moneda.

Al entrar al siglo XX las tensiones sociales volvieron a provocar caos en el país, y esto se tradujo en un conflicto civil sin precedentes hasta ese momento: la guerra de los mil días. Esta guerra civil empezó en 1899 y se extendió hasta 1903, dejando un número de víctimas mayor al de cualquier otro conflicto ocurrido en Colombia hasta ese momento. Sánchez *et ál.*(2003) desarrollan en detalle una análisis sobre el surgimiento de la guerra de los mil días como *“un conflicto entre los dos partidos políticos del país, el partido conservador que gobernaba, y el*

³⁴ En particular, el proyecto independentista de Bolívar que integraba los territorios que hoy son Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia, fracasó al poco tiempo de alcanzar la independencia, y se olvidó por completo tras la muerte del Libertador. Adicionalmente, lo que quedó conformado como Colombia mantuvo regiones aisladas y con pretensiones de autonomía durante la mayor parte del siglo XIX, que dificultaron alcanzar una unidad nacional y estabilidad para el crecimiento económico. Un análisis muy completo se presenta en: Kalmanovitz (2003).

partido liberal que formó sus ejércitos y constituyó guerrillas para derrotar al gobierno". Este conflicto tuvo efectos catastróficos para la precaria economía del país: se interrumpieron las exportaciones y el transporte interno, y la moneda se devaluó en un importante porcentaje tras frecuentes emisiones que tuvo que hacer el gobierno (Sánchez *et ál.*, 2003).

Otra consecuencia importante (aunque indirecta) de esta guerra fue la pérdida del istmo de Panamá, que consolidó su separación ante la falta de poder del gobierno central. Méndez (2003) expone la tesis central sobre las causas de la separación panameña, indicando que esta radica en básicamente en la conjunción de intereses comerciales norteamericanos de construir un canal interoceánico, y la inconformidad de los habitantes del entonces departamento de Panamá con el gobierno central Colombiano tras el abandono generalizado desde la independencia, lo cual mantenía condiciones económicas muy difíciles en esta región.

El inicio del movimiento separatista de Panamá se ubica en 1903 tras el rechazo por parte del congreso colombiano al tratado Herrán - Hay entre Colombia y Estados Unidos, que tenía el fin de adelantar la construcción de un canal interoceánico.³⁵ Méndez (2003) establece que a raíz de este hecho, los norteamericanos promovieron entre ciudadanos panameños el movimiento separatista que desencadenó en la independencia el 3 de noviembre de 1903, en momentos en que el país se intentaba sobreponer a la inestabilidad política y económica tras la guerra de los mil días, y el poder y capacidad de reacción del gobierno central era mínima. Los panameños firman el acuerdo Hay – Bunau - Varilla con los EEUU para la construcción del canal, y además entregan el control de este durante un siglo a los norteamericanos.

Después de la guerra de los mil días se sobrevino un período de calma relativa en el país que permitió afianzar el crecimiento económico y la especialización agraria en diferentes regiones (Kalmanovitz, 2003). La política monetaria Colombiana fue afectada en múltiples ocasiones por factores externos, como la ocurrencia de las guerras mundiales, que redujo en gran medida el comercio exterior afectando a las haciendas productoras. Hacia 1922 la escasez de circulante evidenció que era necesario fortalecer y estabilizar la moneda y el crédito mediante la creación de un banco central sólido, que se encargara de manejar la política monetaria nacional.

Es por esto que en marzo de 1923 el entonces presidente, Pedro Nel Ospina, contrató un grupo de expertos presidido por el profesor Edwin Walter Kemmerer, que más tarde se llamó la Misión Kemmerer.³⁶ La primera actividad de esta misión fue el estudio de la realidad económica del país mediante el contacto y discusión con cámaras de comercio, sociedades de agricultores y agentes oficiosos regionales. Posteriormente la Misión estableció el direccionamiento que se

³⁵ Más información sobre la independencia de Panamá, desde el punto de vista colombiano en Méndez (2003) y del panameño en Beluche (2003)

³⁶ Basado en la Historia del Banco de la República publicada en su página web: <http://www.banrep.gov.co/>

debía seguir para consolidar el Banco Central que iba a ser creado y direccionar las políticas monetarias nacionales.

Así surgió en 1923 el Banco de la República, como banco central colombiano (después de tres intentos fallidos que iniciaron en la década de los ochentas del siglo XIX). Esta institución recibió la facultad única de emisión de moneda, así como el manejo de la política monetaria y financiera del país, el manejo de las transferencias de divisas extranjeras, y en general, las funciones que tendría cualquier banco central de una nación.

Es importante señalar que la organización que instruyó la misión Kemmerer al sistema financiero colombiano marcó el estilo de desarrollo del país, orientándolo hacia el esquema alemán conocido como Modelo Renano, en el cual la banca central actúa como dador de liquidez a la banca comercial, la cual intermedia el paso de los flujos monetarios hacia el sector productivo. La banca comercial tiene entonces una enorme importancia en la economía del país y generalmente mantiene participaciones en los activos de las grandes empresas, lo que promueve la formación de grandes conglomerados empresariales. Este sistema de desarrollo resta prioridad a los mercados de capitales como fuente de financiamiento, lo que en gran medida es una de las causales del bajo desarrollo del mercado accionario en Colombia.³⁷ La consolidación del sistema financiero facilitó la aparición y el desarrollo de grandes empresas a nivel nacional³⁸, y la formación de los conglomerados económicos hasta la fecha dominan los negocios en Colombia.

Período de 1950 – 2000³⁹

El crecimiento económico colombiano durante la segunda mitad del siglo XX se puede estudiar en dos períodos: de 1950 a 1980, donde el PIB tuvo un importante crecimiento promedio del 5% anual, que permitió expandir la economía y consolidar grandes empresas a nivel nacional; y el período de 1980 a 2000 donde la tasa media de crecimiento fue sólo del 3.3%, período en el cual se adoptaron importantes cambios políticos y económicos que liberalizaron al país y lo integraron al contexto global, dejando en consecuencia una profunda crisis financiera en 1998 y 1999 que hundió al país en la recesión.

Si la dinámica de crecimiento que presentó la economía colombiana entre 1950 y 1980 se hubiera mantenido, esto le habría permitido al país duplicar su producto interno bruto en 14 años; sin embargo, la desaceleración en el período de 1980 – 2000 significa que para duplicar el PIB se requieren cerca de 21 años.

³⁷ La alternativa al modelo Renano es el modelo Neoamericano, en el cual la financiación de las inversiones empresariales se realiza a través del mercado de capitales. Más sobre estos modelos en Ortiz (2009)

³⁸ Como Bavaria, Avianca, Nacional de Chocolates, Coltejer, Postobón, Paz del Río, Carvajal, entre otras.

³⁹ A menos que se señale otra fuente, todas las cifras presentadas en este apartado y el siguiente han sido tomadas de las series estadísticas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia, DANE.

Gaviria (2005) señala que en el período 1950 – 1980 estuvo vigente en el país la estrategia de crecimiento fundada en la sustitución de importaciones y la expansión del mercado interno, aunque esta que *evidenció signos de agotamiento desde mediados de los setenta*. Sin embargo, las mayores tasas de crecimiento del PIB se presentaron en las décadas de los sesentas y setentas (ver la tabla 3.5), cuando la estrategia sustitutiva estuvo acompañada de una política importante de promoción de las exportaciones manufactureras, las cuales tuvieron un rápido crecimiento especialmente en el 1970 – 1974 (Gaviria, 2005). La aceleración en el crecimiento durante este período estuvo acompañada de una reducción de la volatilidad en el mismo, como se observa al calcular la desviación estándar. Esto representó un período no sólo de crecimiento económico, sino también de una importante estabilidad para el país.

El desempeño en términos per cápita resulta bastante similar, observándose una mayor dinámica en las décadas de los sesenta y setenta, con un debilitamiento sustancial de la misma en los años ochenta y noventa. A lo largo de ese medio siglo la tasa media de crecimiento del PIB real per cápita se acercó al 1.7%, destacando que entre 1950 y 1980 fue del 2.2% y entre 1980 y el 2000 cayó al 1% anual. Para Gaviria (2005), crecer en términos per cápita a una tasa del 2.2% anual *“equivale a duplicar el ingreso real per cápita al cabo de unos 32 años, que es la diferencia media de edades entre dos generaciones sucesivas*. En cambio, *hacerlo a una tasa del 1% anual significa que para duplicar el ingreso per cápita se requieren por lo menos 70 años.”*

Tabla 3.5 Tasas de crecimiento promedio por década en Colombia de 1950 a 2000

Período	PIB real	Desv. est.	PIB real per cápita
1950 - 1960	4.33	2.02	1.37
1960 - 1970	5.11	1.21	2.1
1970 - 1980	5.45	1.73	3
1980 - 1990	3.5	1.44	1.2
1990 - 2000	3	2.82	0.81

Fuente: Gaviria (2005)

Aunque esa volatilidad siguió siendo baja, en los años ochenta se observa una desaceleración del crecimiento económico. En esta década, el país y la región cayeron en una profunda crisis económica y de deuda externa que obligó a realizar importantes ajustes macroeconómicos. Al mismo tiempo, la inestabilidad política del país agitaba el ambiente de calma una vez más. El escenario de conflicto no era ya una guerra de partidos, sino que se introdujeron nuevos actores en las escena; el desarrollo del narcotráfico y el enorme flujo de capitales de este hacia al país, que le otorgó riqueza y poder a varios carteles, y algunos capos asumieron un papel preponderante en el ámbito nacional. El asesinato en 1989 del candidato liberal a la presidencia, Luis Carlos Galán, fue un golpe directo del narcotráfico que ejerció presión por medios violentos para evitar la aprobación de la extradición en la nueva legislación. El

fortalecimiento de las guerrillas surgidas en los sesentas a raíz de movimientos de la izquierda comunista representaría también otro problema para la estabilidad política y económica, sobre todo durante la década de los noventas y hasta la fecha.

La constitución política colombiana de 1986 llegó a cumplir más de 100 años de vigencia y dejó de representar la realidad nacional, por lo que se promovió un proceso constituyente que en 1991 dio origen a una nueva constitución, con la que se esperaba hacer frente a las grandes problemáticas existentes. Se introdujeron cambios en los regímenes relacionados con la banca central, el comercio exterior, la tasa de cambio, la inversión extranjera, el mercado laboral y la seguridad social. Las restricciones cuantitativas a las importaciones fueron fuertemente disminuidas⁴⁰, en lo que constituyó la apertura del país y su integración al contexto globalizado.

Inicio del Siglo XXI

La última década en materia económica para Colombia ha marcado un crecimiento económico superior al de la década de los noventas, golpeada por la difícil recesión del 98-99. El estancamiento o crecimiento a bajas tasas con que inició el siglo XXI fue superado alcanzando importantes tasas de crecimiento de hasta el 7.5% (2007), aunque en los años 2008 y 2009 la crisis financiera internacional no ha sido ajena a la economía colombiana golpeando su nivel de crecimiento hasta un insignificante 0.4% en 2009 (que por lo menos no fue un retroceso). En la tabla 3.6 se presenta el Producto Interno Bruto nacional y su crecimiento.

Se debe destacar que por lo menos la última década arrojó un promedio de crecimiento anual del 4%, considerablemente mejor al 2.7% de la década de los noventas, incluso a pesar del estancamiento de 2008. Desafortunadamente, este crecimiento económico no se ha visto reflejado en mejoramiento de las condiciones reales de bienestar de la población. La tasa de desempleo que a comienzos de la década era del 16.7% (enero, 2001), al final del año 2010 fue del 11.1%, lo cual representa una disminución, pero no acorde al crecimiento de la economía. De hecho, analizando el sub-empleo⁴¹ que a comienzo de 2001 era del 29.7%, finalizando 2010 se situó en un 33% de la población económicamente activa, es decir, que prácticamente la reducción del desempleo en la última década se debe a que un porcentaje de la población dejó de buscar trabajo y se dedicó a actividades informales. Otro indicador poco alentador es el coeficiente Gini,⁴² que en 2001 fue de 0.57 y para 2009 se ubicaba en 0.585 (PNUD, 2009), es decir que empeoró a pesar de que el PIB per cápita haya ido en aumento los últimos años.

⁴⁰ El promedio de la tarifa del arancel pasó del 43.7% en 1989 al 11.7% en 1992

⁴¹ Se refiere a sub-empleo a todas aquellas personas que no cuentan con un trabajo en el sector formal de la economía, y generan ingresos en alguna actividad informal, sin cotizar en el sistema de seguridad social nacional.

⁴² Este muestra la concentración de la riqueza de un país; cuanto mayor sea su valor, indicará que la riqueza generada está distribuida de forma poco equitativa. Como referencia, los países con mejor Índice Gini tienen valores cercanos a 0.20, y los de peor distribución valores que rondan 0.70.

Tabla 3.6 PIB de Colombia 2000-2010

Año	Producto Interno Bruto*	
	Millones de pesos (COP)	Variación porcentual
2000	196,373,851	2.9
2001	200,657,109	2.2
2002	205,591,281	2.5
2003	215,073,655	4.6
2004	225,104,157	4.7
2005	237,982,297	5.7
2006	254,505,598	6.9
2007	273,710,257	7.5
2008	280,369,033	2.4
2009	281,367,310	0.4
2010 e	293,184,737	4.2

*: a precios constantes de 2000 / e: valor estimado por el DANE

Fuente: Elaboración propia. Datos del DANE.

No obstante los problemas sociales, el crecimiento del mercado de capitales ha sido acelerado y ha correspondido a los niveles de incremento en la economía real, con tasas mucho más elevadas. El principal índice de bolsa ha incrementado su valor en más de un 1.000% en la última década, como se analizará en detalle más adelante. Las empresas que han participado del mercado de valores (pese a no ser muchas) se han podido beneficiar de este crecimiento del mercado que les ha proporcionado una alternativa viable y competitiva de financiación (no sólo a través de capital, sino también del mercado de deuda de bonos corporativos).

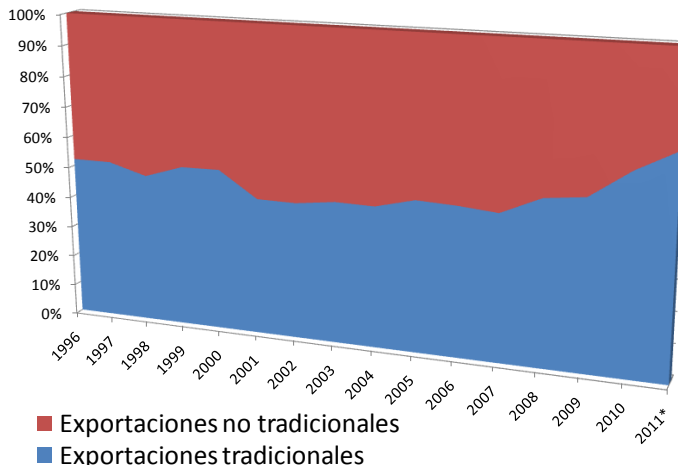
A nivel comercial, el país terminó la primera década del nuevo siglo impulsando su economía por una bonanza del sector minero-energético, sustentada en el descubrimiento y puesta en operación de nuevos yacimientos de petróleo, así como minas de carbón. En el gráfico 3.4 se puede apreciar la evolución de las exportaciones colombianas desde 1996 hasta 2011,⁴³ vistas como exportaciones tradicionales y no tradicionales. Dentro de la economía colombiana, se consideran tradicionales los sectores del petróleo y sus derivados, así como el carbón, el ferróníquel, y el café. En las exportaciones no tradicionales se agrupan los demás sectores productivos, clasificándolos en sector agropecuario, sector minero (excluyendo carbón y ferróníquel) y sector industrial.

De acuerdo al gráfico 3.4, es claro que desde 2007 las exportaciones tradicionales han experimentado un aumento sustancial, rompiendo el equilibrio de años anteriores para pasar a representar casi un 70% del total de exportaciones durante el primer trimestre de 2011. Al

⁴³ La cifra de 2011 corresponde a estimaciones del primer trimestre.

observar la distribución de estas exportaciones tradicionales al cierre de 2010 (gráfico 3.5), se confirma que los sectores que movilizan la economía actualmente son el petrolero y el minero representado en la extracción de carbón y ferróníquel

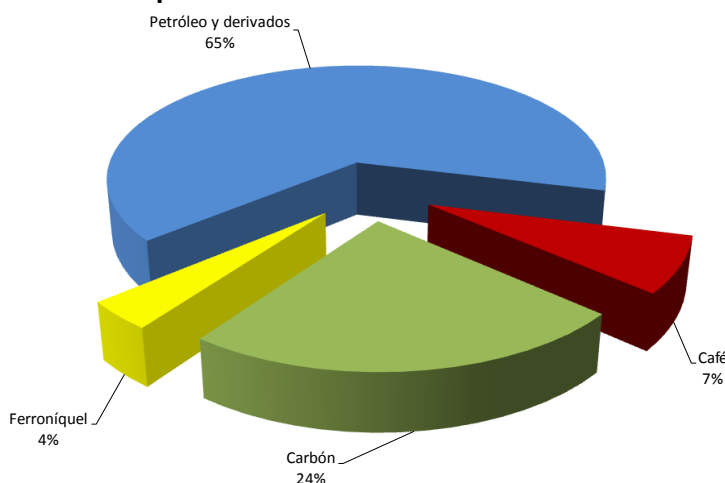
Gráfico 3.4 Evolución de las exportaciones colombianas 1996 -2011*



*2011: Datos estimados del primer trimestre

Fuente: Elaboración propia. Datos del DANE.

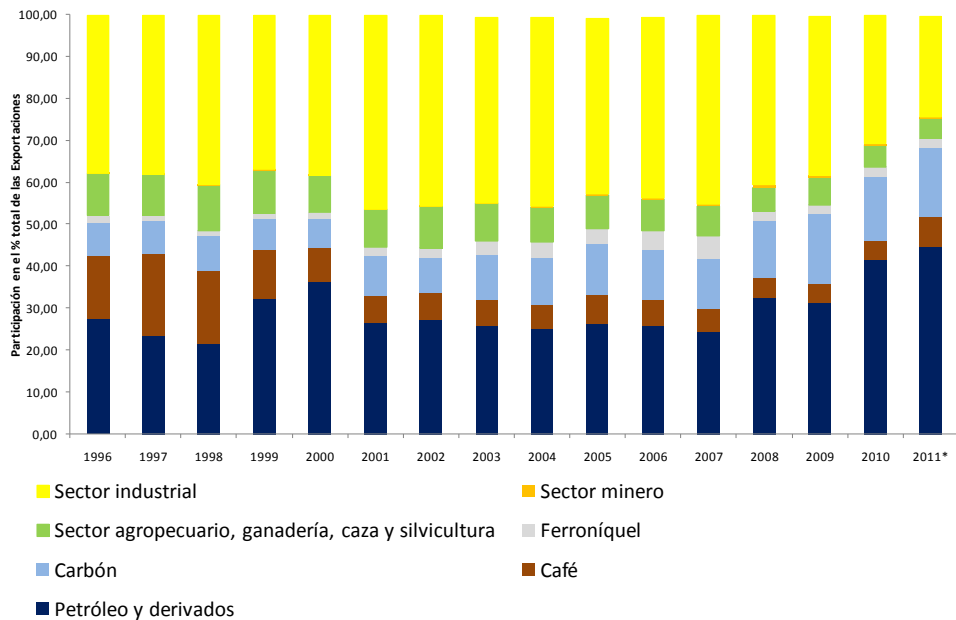
Gráfico 3.5 Exportaciones Tradicionales de Colombia - 2010



Fuente: Elaboración propia. Datos del DANE.

Por otro lado, el análisis en detalle de la evolución de las exportaciones en este período conduce a observar que el sector industrial es el más relevante dentro de las exportaciones no tradicionales. En el gráfico 3.6 se muestra que además de los productos tradicionales, los del sector industrial son los que mayor proporción ocupan dentro del comercio internacional del país, siendo limitada la participación de exportaciones agropecuarias y mineras en rubros diferentes a carbón y ferróníquel.

Gráfico 3.6 Evolución de las Exportaciones Colombianas por Sectores de 1996 a 2011*

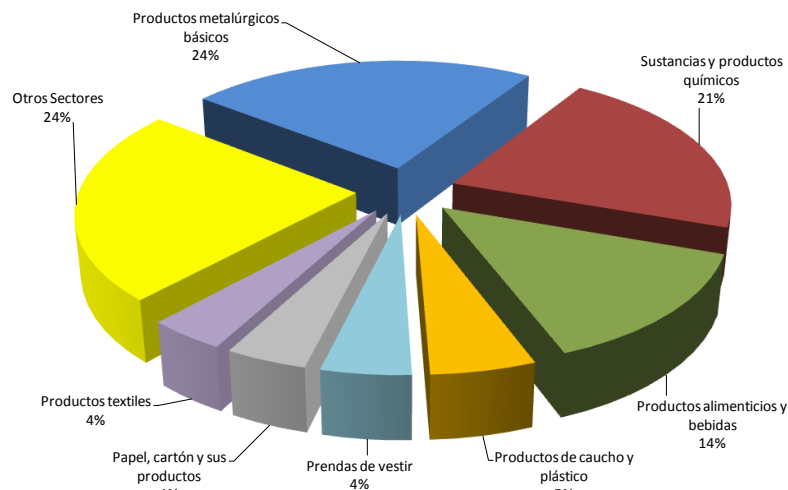


*2011: Datos estimados del primer trimestre

Fuente: Elaboración propia. Datos del DANE.

El análisis del sector industrial es realizado por el DANE de acuerdo a subsectores productivos. En el gráfico 3.7 se muestra cómo estuvieron distribuidas las exportaciones durante 2010 en estos subsectores específicos que conforman el sector industrial colombiano, resaltando que la mayor cantidad de divisas ingresan al país por concepto de venta de productos metalúrgicos básicos, sustancias y productos químicos, y productos alimenticios.

Gráfico 3.7 Exportaciones del Sector Industrial en 2010

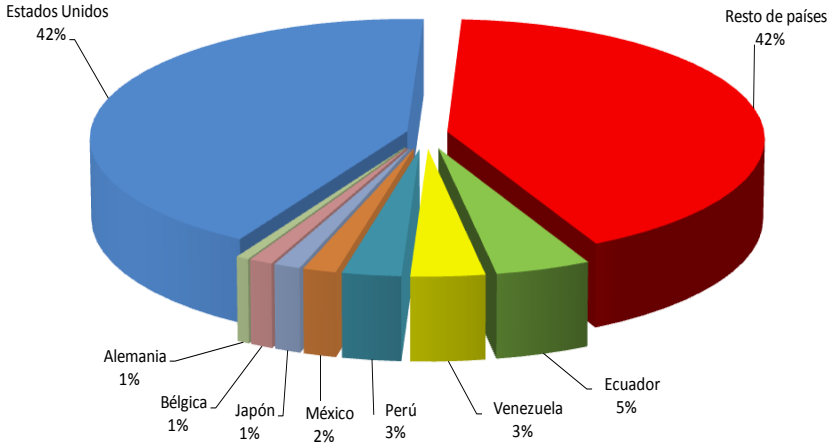


Fuente: Elaboración propia. Datos del DANE.

El análisis del destino de las exportaciones también entrega información relevante. En 2010, el 42% de las exportaciones colombianas fueron compradas por los Estados Unidos de América,

siendo este el principal socio comercial de Colombia durante las últimas décadas. El portafolio de comercio del país se encuentra bien diversificado, como se aprecia en el gráfico 3.8, pero no se puede negar la importancia que tienen las relaciones comerciales con los EEUU para la estabilidad de la economía nacional.

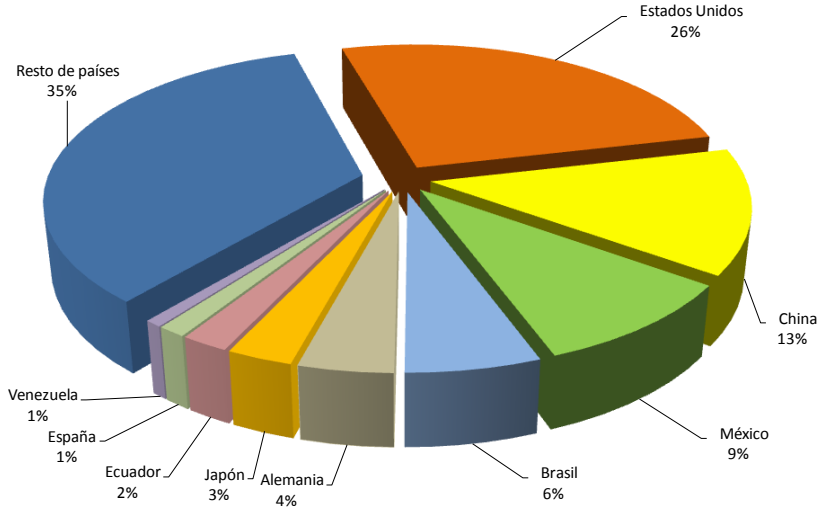
Gráfico 3.8 Destino de las Exportaciones Colombianas en 2010



Fuente: Elaboración propia. Datos del DANE.

Por otro lado, las importaciones del país muestran también a EEUU como el primer socio comercial de Colombia, aun cuando se observa una mayor diversificación en los orígenes de productos demandados del extranjero. Vale la pena resaltar que las importaciones desde la China alcanzaron en 2010 un 13% del total de importaciones del país, convirtiéndose en el segundo país de origen de las compras colombianas.

Gráfico 3.9 Origen de las Importaciones Colombianas en 2010



Fuente: Elaboración propia. Datos del DANE.

No se puede pasar por alto que México ocupa el tercer lugar como proveedor de Colombia, llegando a representar un 9% del total de importaciones, y manteniendo una balanza comercial positiva, lo que da muestras de que México puede estar aprovechando mejor que Colombia las ventajas del tratado comercial firmado por ambos países en 1994.

El análisis contextual presentado ha permitido observar que Colombia es un país atractivo para las inversiones internacionales, y el mejoramiento de indicadores de seguridad en la última década ha favorecido un crecimiento económico focalizado en algunos sectores específicos, el sector energético, petrolero y minero. El país se encuentra integrado de forma activa al contexto globalizado, y 20 años de experiencia en liberalización financiera lo hacen bastante competitivo en su entorno. Para finalizar este capítulo, a continuación se profundizará en la descripción del mercado accionario colombiano, con lo cual se finalizará la presentación del contexto en el que se desarrolló la presente tesis, y se dará paso al desarrollo del modelo multifactorial en el cual se exploró con técnicas econométricas la presencia de factores identificables de riesgo sistemático, con el fin de contribuir a generar información valiosa para la administración de riesgos en este mercado de capitales.

3.3.2 La Bolsa de Valores de Colombia

El nacimiento del mercado de valores Colombiano data ya de 82 años con la aparición en 1929 de la Bolsa de Bogotá. Esta fue la única entidad que concentró las operaciones durante varias décadas, hasta que en 1961 es fundada la Bolsa de Medellín, con lo que se ampliaron las operaciones bursátiles (que de por sí no representaban un volumen considerable en comparación con el negociado en países del primer mundo). En 1983 se da apertura a la Bolsa de Occidente en la ciudad de Cali, con lo que las tres principales ciudades ejes de desarrollo económico del país contaban con mercados de valores constituidos.

A pesar de que el mercado de valores Colombiano tenía ya siete décadas de haber nacido y evolucionado, para la década de los noventa aún no se consideraba representativo de la economía nacional, ni había logrado alcanzar el objetivo de ser el intermediario de flujos de inversión que permitiera alcanzar el desarrollo económico al país; se contaba con tres Bolsas de valores, lo cual en lugar de ser un factor positivo menguaba aún más las posibilidades de crecimiento, dispersando los pocos inversionistas y empresas emisoras en tres plazas.

Es por esto que surge el proyecto de unificar las tres Bolsas, con el fin de mejorar las oportunidades de crecimiento e inversión, e intentar ganar un lugar como plaza bursátil dentro de los países en vía de desarrollo. En Julio de 2001 se produjo la fusión de las tres Bolsas existentes (Bogotá, Medellín, y Occidente) y nació la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), entidad que se encargó de agrupar los mercados de valores nacionales y dar un nuevo impulso al desarrollo económico del país.

Los principales avances introducidos por la BVC han radicado en la implementación de modernas plataformas electrónicas de negociación, que potencian el desarrollo del mercado de valores. La plataforma de negociación de derivados estandarizados *X-Stream*, una herramienta de NASDAQ-OMX, fue adquirida en 2008 para dar nacimiento al mercado de productos Derivados en Colombia, que se ha estructurado en dos secciones: productos financieros, donde inicialmente ha ofrecido futuros sobre divisas, y productos energéticos, donde se han introducido los futuros de energía eléctrica. La plataforma *X-Stream* fue implementada durante 2009 no sólo para el mercado de derivados, sino además para las negociaciones del mercado accionario, con lo que la BVC facilitó la negociación electrónica de forma segura y rápida a través de internet, abriendo la puerta a la llegada de nuevos inversionistas globales interesados en títulos Colombianos.⁴⁴

El crecimiento en la participación de nuevos inversionistas durante la última década ha sido extraordinario. Según cifras de la BVC, han participado en las negociaciones más de 110.000 personas naturales, la mayoría dentro del mercado de renta variable, cifra que representa un crecimiento mayor al 100% desde integración de las tres Bolsas en 2001. El monto de las inversiones manejadas por estos inversionistas alcanzó en 2008 un 7.07% de las inversiones totales de la Bolsa, siguiendo una tendencia creciente desde su creación. A pesar de esto, no se puede ocultar que los grandes protagonistas del mercado son los Fondos de Pensiones, las Compañías de Inversión y el propio Gobierno, que dominan el mercado de valores concentrando casi el 90% de las operaciones en instrumentos de deuda (generalmente pública).

El crecimiento del valor de los títulos negociados en la BVC ha sido aún más extraordinario que el del número de inversionistas. Se puede estimar que los precios de las acciones se han valorizado a una tasa del 140% anual durante la última década, en total más de un 1.400%. Esto es fácil de comprobar si se observa la evolución del principal índice de la Bolsa, el IGBC.

El índice de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC) mide de manera agregada la evolución de los precios de las acciones más representativas del mercado. El objetivo principal es reflejar la variación en el tiempo del precio de tal forma que cumpla el requisito de replicabilidad, es decir, que a partir del mismo se pueda conformar un portafolio con las acciones del índice y así tener una base fundamental para la construcción de productos derivados.⁴⁵

Es un índice construido bajo parámetros de liquidez, específicamente la rotación y la frecuencia. La rotación es un indicador calculado al dividir el número de acciones negociadas en un período entre el total de acciones suscritas por el emisor. La frecuencia se refiere a la periodicidad con que se negocian las acciones (el número de rondas en que se negociaron en un período

⁴⁴ Esta y la demás información de este apartado fue tomado de la página web de la Bolsa de Valores de Colombia: <http://www.bvc.com.co>

⁴⁵ Tomado de la página web de la Bolsa de Valores de Colombia: www.bvc.com.co

determinado). Para la selección de las acciones que conformarán la canasta del índice se inicia determinando cuáles han tenido una rotación igual o mayor al 0.5% durante el último semestre. De este listado, se escogen aquellas cuya frecuencia de negociación haya sido igual o mayor al 40% en el último trimestre (es decir que se negociaron como mínimo en el 40% de las rondas). Pasando estos dos criterios, se tiene la canasta de acciones que conforman el IGBC, teniendo este índice la particularidad de que la cantidad de instrumentos que lo conforman no es fija, y pueden integrarlo todas las acciones que cumplan los criterios antes mencionados.

La canasta de acciones del IGBC se actualiza trimestralmente, utilizando los criterios de liquidez antes mencionados. Para la determinación del IGBC se sigue el siguiente modelo:

$$I^k(t) = E \sum_i W_i^k P_i(t)$$

Donde $I^k(t)$ es el valor del índice en el instante t, con la canasta de acciones del trimestre k, W_i es la ponderación de cada acción, P_i el precio, y E es una constante multiplicadora que sirve como factor de enlace. Esta constante se calcula cada trimestre y sirve para evitar saltos en el índice al rebalancear la canasta de acciones. La ponderación W_i se calcula según la liquidez y el número de acciones en circulación. Para el tercer trimestre de 2010 (3Q-2010) el IGBC estuvo compuesto por una canasta de 32 acciones, ponderadas dentro del indicador como se indica en la tabla 3.7 a continuación.

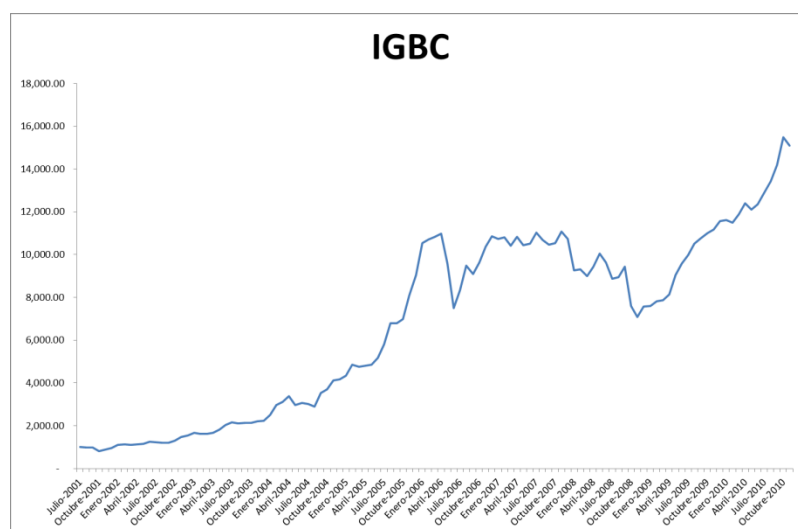
Tabla 3.7 Canasta de Acciones que conforman el IGBC 3Q 2010

No.	Empresa	Participación en el IGBC	No.	Empresa	Participación en el IGBC
1	ECOPETROL	17.48%	17	BVC	1.11%
2	GRUPOSURA	12.07%	18	SIE	1.01%
3	PFBCOLOM	11.22%	19	FABRICATO	0.98%
4	PREC	9.22%	20	INTERBOLSA	0.73%
5	CEMARGOS	7.69%	21	COLINVERS	0.66%
6	ETB	6.77%	22	BOGOTA	0.44%
7	ISAGEN	6.31%	23	MINEROS	0.38%
8	INVERARGOS	3.63%	24	PFHELMBANK	0.31%
9	BCOLOMBIA	3.31%	25	ENKA	0.28%
10	ISA	3.24%	26	COLTEJER	0.23%
11	EEB	3.17%	27	BIOMAX	0.20%
12	EXITO	2.88%	28	ODINSA	0.20%
13	CORFICOLCF	1.67%	29	PFCORFICOL	0.18%
14	TABLEMAC	1.64%	30	BNA	0.18%
15	CHOCOLATES	1.35%	31	VALOREM	0.10%
16	GRUPOAVAL	1.32%	32	PAZRIO	0.05%

Fuente: Elaboración propia. Datos de Interbolsa.

Desde su creación en 2001 el IGBC ha crecido más de un 1.400%, iniciando sus operaciones en 1.000 unidades y tocando un máximo histórico de 16.278 unidades el 5 de noviembre de 2010, aunque su valor descendió en los meses posteriores.⁴⁶ Esta evolución se puede apreciar en el gráfico 3.10, donde se observa un mercado creciente, con altos niveles de rendimiento y también alta volatilidad, que ofrece alternativas para inversionistas interesados en especular en sus portafolios con el objetivo de obtener rendimientos elevados. Sin embargo, este no es el objetivo central que persigue la BVC, pues dentro de sus premisas se encuentra promover el desarrollo del mercado interno para convertirse en una alternativa de financiación para las empresas nacionales y de inversión para los ciudadanos, logrando una mejor distribución de los recursos y la riqueza nacional, es decir, impactando en el desarrollo económico.

Gráfico 3.10 Evolución del IGBC 2001 - 2010



Fuente: Elaboración propia

No es claro si el *boom* que ha tenido la BVC en la última década ha ido de la mano con el mejoramiento de las condiciones reales del país a nivel económico. En el análisis histórico-económico presentado en el apartado anterior se pudo observar que la economía colombiana creció a tasas aceptables durante la última década (pese a las deficiencias en desarrollo social), lo cual podría ser un indicador de la existencia de algún tipo de relación entre el sector real y el comportamiento de la Bolsa. Esta investigación exploró la existencia de relaciones entre los rendimientos de la Bolsa y algunas de las variables que se pueden considerar representativas del crecimiento económico, como el índice de producción de la industria nacional. Las relaciones del rendimiento y los factores definidos fueron consideradas como fuentes de riesgo sistemático, aunque los resultados pueden ser origen de futuras investigaciones con otro enfoque académico (como el de desarrollo económico). El siguiente capítulo abordará el desarrollo del modelo multifactorial y la presentación de los resultados empíricos.

⁴⁶ Se observó el 26 de abril de 2011 en 14.295,90 puntos.

4. MODELO MULTIFACTORIAL DEL MERCADO ACCIONARIO COLOMBIANO

4.1 Metodología del Modelo

Se utilizó la regresión lineal múltiple como metodología econométrica para la construcción del modelo de múltiples factores (considerados de riesgo sistemático) que explican los rendimientos del mercado accionario colombiano. La construcción del modelo partió de incorporar como variable dependiente el Índice General de la Bolsa de Colombia (IGBC), y como variables independientes un número amplio de factores económicos internos y externos, que serán analizados en breve. El modelo general se especifica de la siguiente forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \mu$$

Donde Y es la variable dependiente, en este caso el IGBC; las X_i son las n variables explicativas del modelo, los factores de riesgo sistemático que se definirán más adelante; los β_i representan los parámetros del modelo de regresión lineal, es decir, las betas de cada variable, donde se incluye β_0 como la constante del modelo; y μ es el término de perturbación estocástica del modelo, es decir, el término de error de las estimaciones.

La estimación de los parámetros del modelo de regresión lineal múltiple se realizó utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios MCO, aplicando el teorema de Gauss - Markov que permite obtener los mejores estimadores lineales insesgados. A su vez, la utilización de este teorema impone los siguientes supuestos:

1. Linealidad: los valores de la variable dependiente son generados por un modelo lineal como el descrito.
2. Homoscedasticidad: la varianza de las perturbaciones es constante para toda la muestra.
3. Independencia: las perturbaciones aleatorias μ_i son independientes entre sí, es decir, no hay correlación serial.
4. Normalidad: los términos de perturbación aleatoria μ_i del modelo siguen una distribución normal con media cero.
5. Las variables explicativas X_i se obtienen sin errores de medida.

El cumplimiento de los supuestos planteados obliga a realizar una verificación *post-mortem* del modelo de regresión, para garantizar que los parámetros estimados sean adecuados. Las regresiones realizadas en este trabajo fueron evaluadas con el fin de comprobar si cumplían con los supuestos mencionados, observando los siguientes aspectos:

- Nivel de significancia individual de los coeficientes estimados para cada variable.
- Nivel de significancia global del modelo de regresión.

- Detección de problema de Multicolinealidad entre las variables regresoras.
- Pruebas de Normalidad en la distribución de los residuos de los errores del modelo.
- Análisis de la varianza de los residuos de error del modelo (detección de problemas de heteroscedasticidad)
- Análisis de correlación serial (o autocorrelación) en los residuos de los errores.
- Análisis de especificación del modelo.

Se utilizaron dos mecanismos de análisis de los datos para la elaboración la regresión; en consecuencia, se presentarán dos modelos de regresión. El primero se obtuvo utilizando la metodología conocida como regresión *paso a paso* o de introducir/eliminar (*stepwise regression*), que consiste en elaborar varias regresiones de prueba introduciendo y eliminando variables explicativas de acuerdo al ajuste de cada modelo, hasta obtener una regresión óptima. En cada regresión se aplicaron las pruebas mencionadas hasta obtener la mejor, verificando el progreso de los siguientes criterios⁴⁷:

- Capacidad de predicción real medida por el coeficiente R^2 ajustado (aumento).
- Criterio de Información Akaike (disminución).
- Criterio Schwarz (disminución).
- Criterio Hannan-Quinn (disminución).

La segunda metodología utilizada fue el Análisis de las Componentes Principales - ACP, que permite extraer en un número reducido de nuevas variables o componentes, un alto porcentaje de la variabilidad de los datos de las variables originales, con la ventaja que estas nuevas componentes son ortogonales entre sí, por lo que se elimina la posibilidad de que existan problemas de multicolinealidad. Esta metodología se aplicó con el fin de probar si algunas de las variables eliminadas del primer modelo por su baja significancia individual, podrían hacer parte de alguna componente de riesgo que generara un modelo con mejores estadísticos de ajuste. Una vez determinadas las componentes principales (que se convierten en los factores de riesgo), se construyó un modelo de regresión y se verificó el cumplimiento de los supuestos de la estimación, tal como para el modelo desarrollado con la primera metodología.

Es importante señalar que el modelo planteado evaluó las primas que “paga” el mercado accionario colombiano a los inversionistas por el riesgo que representa cada factor definido. Estas primas de riesgo se definen en términos de rendimientos adicionales o superiores a la tasa libre de riesgo del mercado, por lo que el planteamiento del modelo lineal tiene se ajusta para incluir la tasa libre de riesgo. Definiendo r como la tasa libre de riesgo del mercado, y tomando

⁴⁷ Sobre la determinación de estos criterios y su validez para determinar el ajuste y capacidad de un modelo se recomienda ver: GUJARATI, D. y PORTER, C. 2009. Econometría. 5ta edición. México: McGraw Hill. Capítulo 13.

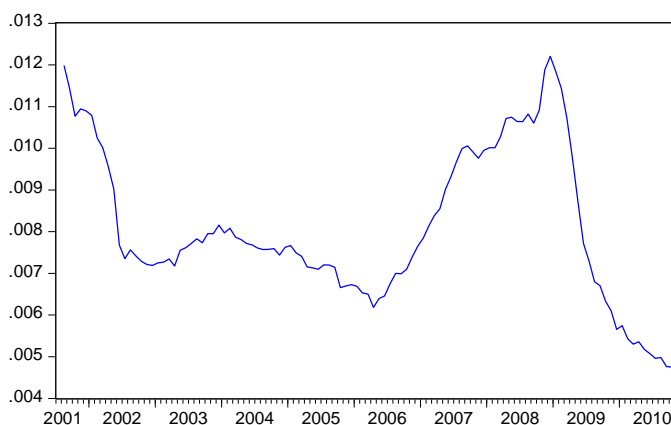
en cuenta que todas las variables (X_i y Y) se plantean en términos de rendimientos, el modelo a estimar es el siguiente:

$$(\hat{Y} - r) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * (X_1 - r) + \hat{\beta}_2 * (X_2 - r) + \dots + \hat{\beta}_n * (X_n - r) + \hat{\mu}$$

La estructura de la regresión lineal múltiple es la misma, pero la interpretación de sus resultados cambia porque se estiman como primas por el riesgo del mercado, que representan el valor esperado por la inversión en renta variable, es decir, la forma en que el mercado premia a los inversionistas que asumen un riesgo mayor al invertir en títulos de renta variable frente a los de renta fija.

En el marco teórico de este trabajo se mencionó que el instrumento libre de riesgo en Colombia es el TES, un certificado de deuda pública emitido por la Tesorería General de la Nación y subastado por el Banco de la República, con el fin de obtener financiación para el funcionamiento del Estado. En el período de análisis, las tasas de interés de los TES han tenido el comportamiento que se muestra en el gráfico 4.1, con una tendencia decreciente inicialmente, interrumpida en 2006 donde se observa un cambio en la política monetaria sostenido hasta finales de 2008, cuando se hizo imprescindible la reducción de las tasas para reactivar la economía.

Gráfico 4.1 Tasa de interés mensual de los TES – Período 2001-2010



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

Vale la pena hacer claridad de que el modelo planteado no es un APT, por cuanto no se desarrollará para una serie de activos del mercado bajo el principio de no arbitraje (sólo se estudiará el IGBC) como postula esta teoría, con lo cual no se establecerán relaciones de equilibrio de los factores entre ninguna serie de activos.⁴⁸ Como resulta obvio, el modelo tampoco es un CAPM porque no se estudia la relación de un título específico con el mercado

⁴⁸ En la APT los factores de riesgo son múltiples pero deben ser comunes a todos los activos del mercado. En el caso del modelo de este trabajo no se evalúa la fijación de precios para ningún conjunto de activos.

como único factor de riesgo sistemático, sino del mercado propiamente dicho con otros factores de riesgo sistemático. Como se proponen varios factores, lo que se plantea es un modelo Multifactorial, en el que el análisis se limitará a estudiar la fijación de la prima de riesgo del mercado, medida a través del principal índice de la Bolsa, el IGBC, explicada por primas de riesgo debidas a factores de origen económico, de mercado, de políticas de control macroeconómico, y de factores externos al país.

El análisis comprendió series de tiempo mensuales para el período de Julio de 2001 (cuando inició operaciones la BVC) hasta Noviembre de 2010, en total 113 observaciones por variable. Al trabajar las variables en diferencias se perdió el primer dato (o los dos primeros en segundas diferencias); se entrará en detalle al respecto más adelante. Para las variables cuyos datos originales son diarios se tomó la mediana de los datos de cada mes para definir el valor representativo de la muestra en el mes respectivo. No se desarrolló un modelo de datos diarios porque generalmente los precios de las acciones en periodos muy cortos tienen una alta correlación con los inmediatamente anteriores, ocasionando rachas de comportamiento (bajadas o subidas), que son difíciles de ajustar en un modelo econométrico y dificultan la identificación de factores de riesgo (porque todo se explica por el pasado). Lo más relevante es observar los cambios de comportamiento estructural, por lo que tomando las variables de forma mensual se esperaba conseguir un modelo adecuado.⁴⁹

Los análisis econométricos y las pruebas estadísticas se realizaron utilizando los paquetes de *software* Eviews7 y SPSS (PASW18). Las fuentes de los datos fueron el Banco de la República de Colombia a través de su página web <<http://www.banrep.gov.co/>>, la agencia federal de administración de la información energética de los Estados Unidos (*U.S. Energy Information Administration*) a través de su página web <<http://www.eia.doe.gov/>>, y la base de datos financiera de *Yahoo.com* <<http://finance.yahoo.com/>>.

4.2 Análisis de las Variables

Las variables que se analizaron para la construcción del modelo son las siguientes:

- a. **IGBC:** el Índice General de la Bolsa de Colombia.
- b. **Producción:** el Índice de Producción Nacional de la Industria Colombiana (esta variable se considera en representación del PIB, el cual sólo tiene estimaciones trimestrales).
- c. **Inflación:** el índice mensual de precios al consumidor IPC, publicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. Cabe señalar que esta variable es un índice, y representará la inflación sólo cuando se trabaje en primeras diferencias logarítmicas (variación del índice de un mes a otro).

⁴⁹ Además se tienen observaciones diarias de pocas variables. Tampoco se considera un modelo trimestral porque para el período de análisis (2001-2010) reduciría considerablemente el tamaño de la muestra.

- d. **Cartera:** la cartera neta de las instituciones del sector financiero del país en miles de millones de pesos colombianos.
- e. **Interés:** la Tasa de Interés Activa del mercado, un promedio ponderado por monto de las tasas de interés de crédito de consumo, preferencial, ordinario y de tesorería, calculado y reportado por el Banco de la República.
- f. **Reservas:** las reservas internacionales brutas del país en millones de dólares.
- g. **M1:** la oferta monetaria de país en miles de millones de pesos colombianos.
- h. **TCambio:** el tipo de cambio del peso colombiano frente al Dólar (COP / USD).
- i. **IGBC(-1):** valor del IGBC en el mes anterior.⁵⁰
- j. **WTI:** el precio promedio mensual del barril de petróleo *West Texas Intermediate* de referencia para Colombia (USD / barril).
- k. **USA:** el Índice S&P 500 de los Estados Unidos.

Debido a las diferentes magnitudes de las series analizadas, se realizó una transformación logarítmica de los datos, aplicando logaritmo natural a cada serie (excepto a Interés⁵¹). Esto permitió hacer un análisis por completo adimensional. Con fines de practicidad, se continuarán mencionando todas las variables con el nombre definido antes sin especificar la notación LN (X).

4.2.1 Variable Endógena: el IGBC

La variable que explicará el comportamiento del mercado colombiano en conjunto es el IGBC, indicador que fue descrito en el capítulo anterior. Este es un índice amplio, que se compone de los principales activos negociados en la Bolsa Colombiana y que representa de forma adecuada la evolución del mercado. Incluso se podría afirmar, basado en la teoría del portafolio y el CAPM, que al seleccionar el IGBC como variable dependiente se establece que es una aproximación válida y apropiada del Portafolio de Mercado, partiendo del principio según el cual el Portafolio de Mercado puede ser bien replicado por un índice accionario amplio.⁵²

En la interpretación de los resultados del modelo econométrico resulta muy importante considerar el IGBC como el Portafolio de Mercado para Colombia, pues de esta forma se sabe que los rendimientos generados por este índice estarán sometidos solamente al riesgo sistemático (de los n factores que se definan), ya que el riesgo intrínseco de cada acción que lo conforma estaría reducido al máximo por el efecto de la diversificación. Sin embargo, el modelo multifactorial considera un término de error estocástico μ para recoger las perturbaciones que existan; estas perturbaciones deben ser estrictamente aleatorias, por lo que no serían

⁵⁰ Se verificará con esto si el mercado responde a la información del pasado.

⁵¹ En el medio académico generalmente se trabajan los intereses sin transformaciones logarítmicas debido a que éstos son adimensionales, y representan por si mismos un rendimiento.

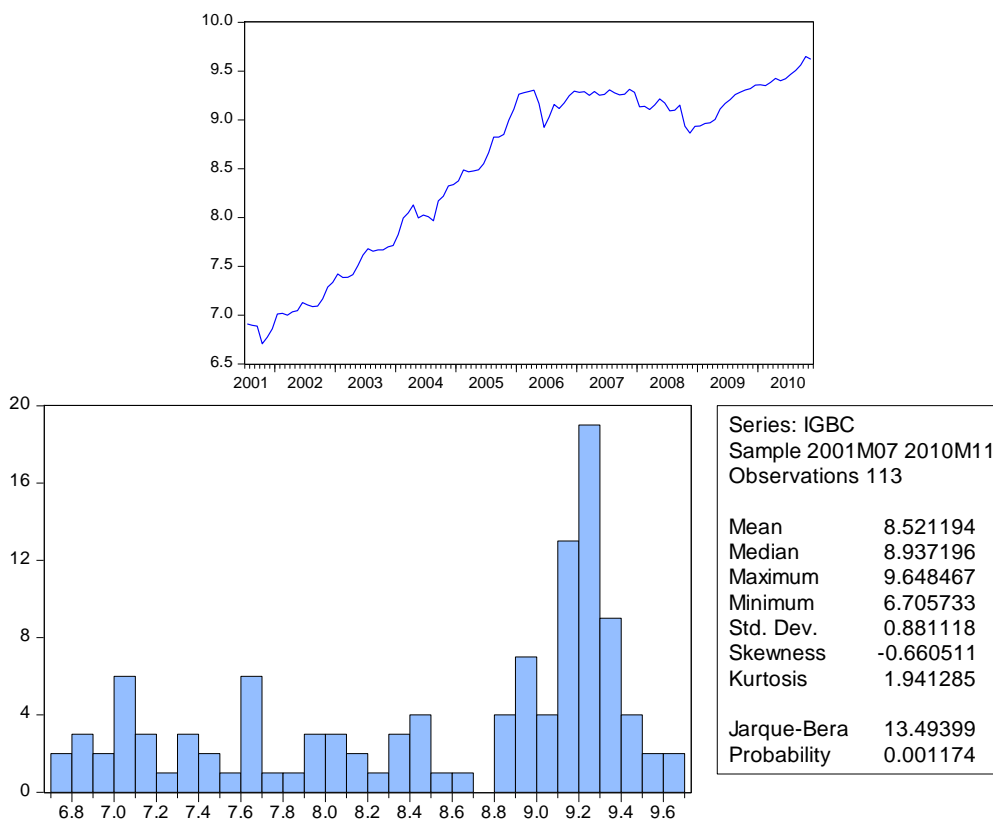
⁵² Como se mencionó en el marco teórico de este trabajo.

consideradas producto del riesgo intrínseco, y en un modelo bien especificado tampoco representarían parte del riesgo sistemático.⁵³

Queda claro que el propósito primordial del modelo no es la valoración del activo IGBC, sino la definición de los múltiples factores que tienen relación con los rendimientos. Lo primordial no es hallar un modelo con alta capacidad predictiva, sino identificar qué factores afectan al mercado (definirlos), de qué forma (su signo), y en qué magnitud (su beta), haciendo la precisión de que las estimaciones saldrán del análisis de una muestra de datos para un período específico (pues es bien sabido que la beta puede variar con el paso del tiempo y frente a hechos económicos relevantes).

El comportamiento del IGBC diario se observó antes en el gráfico 3.4, donde fue posible apreciar la tendencia creciente desde su creación, marcada por picos de alta volatilidad. Como es de esperar, la tendencia es similar al graficar los valores para intervalos mensuales y en términos logarítmicos. Esto se aprecia en el gráfico 4.2, donde también se presentan los valores de esta serie en un histograma que permite apreciar la distribución poco convencional de los datos.

Gráfico 4.2 Tendencia y distribución de la serie IGBC



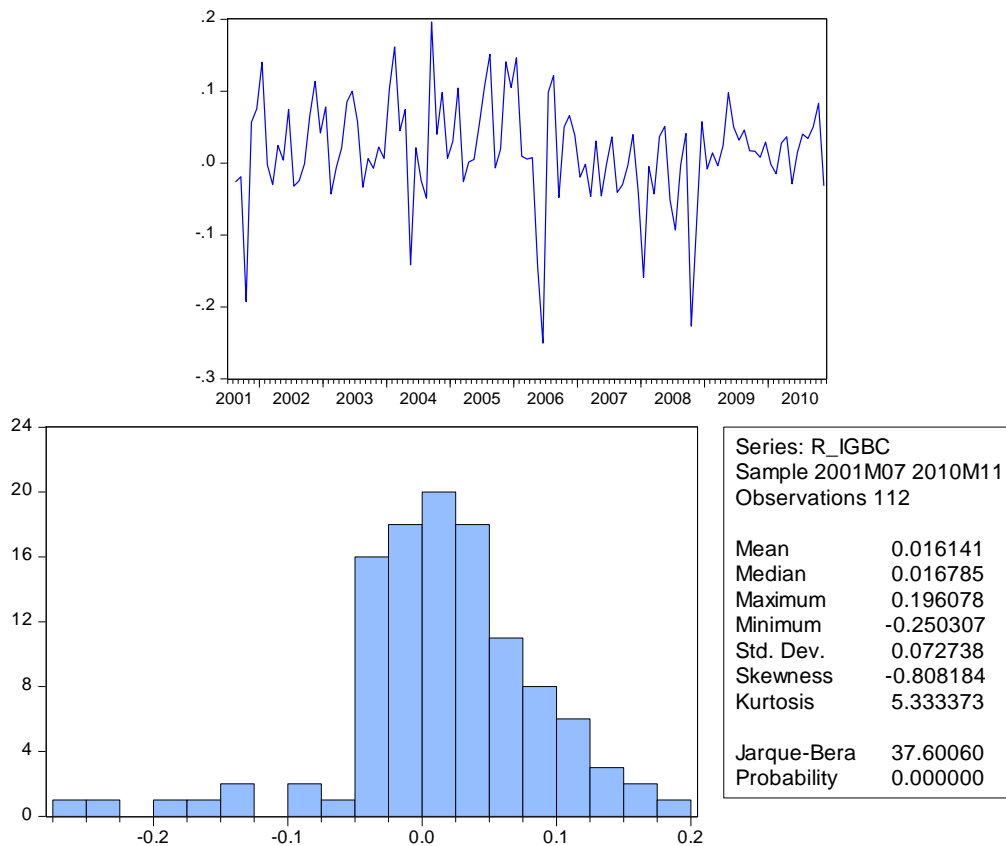
Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

⁵³ Si las perturbaciones no resultaran puramente estocásticas, su tendencia podría estar recogiendo el efecto de algún factor de riesgo sistemático no planteado, por lo que se tendría un problema de especificación en el modelo.

Al observar el gráfico 4.2, resulta obvio que la serie no tiene un comportamiento estacionario. Para verificar esto, se realizó el test de raíz unitaria basado en el Argumento de Dickey–Fuller Aumentado (ADF), en el cual la hipótesis nula es que la serie de tiempo presenta raíz unitaria, es decir, no es estacionaria. Se obtuvo un valor t de 2.56 [0.9974], por lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula, la serie tiene raíz unitaria.

La transformación a realizar resulta lógica y esperada, además de deseada; se trabajará la serie en primera diferencia. Como los valores están en escala logarítmica, la primera diferencia constituirá los rendimientos del índice de Bolsa de un mes al otro. Al generar la nueva serie en diferencias se verifica que esta no presente raíz unitaria mediante el ADF; en esta ocasión, se obtuvo un valor t de -7.85 [0.0000], con lo cual quedó claro que la serie diferenciada es estacionaria y será apropiada para realizar las estimaciones.

Gráfico 4.3 Tendencia y distribución de la serie IGBC en primera diferencia



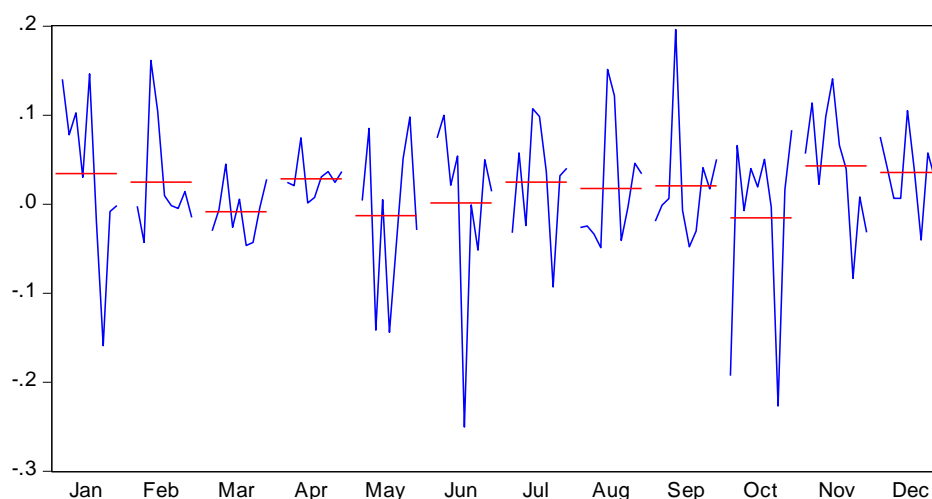
Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

El gráfico 4.3 presenta la serie IGBC diferenciada (rendimientos) y el histograma de distribución de los datos diferenciados. Como dato interesante puede observarse que la media de los rendimientos de la Bolsa fue de 1.6141% mensual en exceso a la tasa libre de riesgo para el período analizado. Este rendimiento mensual equivale al 21.18% efectivo anual por encima de la

tasa libre de riesgo, una recompensa importante para el inversionista que incluye en su portafolio las acciones en lugar de los instrumentos de deuda. También se debe destacar la alta volatilidad del mercado, medida por la desviación estándar de los rendimientos, que alcanza el 7.2738% mensual. Como se esperaba, esta medida de riesgo para las inversiones en la Bolsa de Colombia es elevada, y refleja que el mercado es altamente volátil y susceptible a fuertes cambios en períodos cortos de tiempo.

Como análisis complementario se observó el comportamiento de la variable dependiente de acuerdo al mes del año. Sin tener expectativas de encontrar algo relevante, se quería verificar si había indicios de la existencia de alguna anomalía de mercado relacionada con el mes observado (efecto-mes), pues este tipo de anomalías han sido observadas en diversos mercados alrededor del mundo. La primera aproximación en este sentido fue realizar el gráfico 4.4, donde se presentan los rendimientos del IGBC de forma estacional, agrupados de acuerdo al mes del año para el período de estudio.

Gráfico 4.4 Rendimientos del IGBC por mes del año



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

Es claro que el comportamiento dista de ser similar en todos los meses del año. Existen meses con grandes picos de variación (positiva o negativa), es decir de alta volatilidad, y otros con variaciones muy pequeñas y en general estables. Quitando la presencia de puntos únicos de volatilidad alta, se observó que los meses con rendimientos más anormales en la muestra fueron Enero, Mayo, Junio y Octubre. No se explorarán las causas de estos comportamientos, pues es algo que va más allá del alcance de este trabajo, pero si se tomará en cuenta crear cuatro variables adicionales que representen los meses mencionados, con el fin de observar si resultan significativas en el modelo. En caso que alguna de estas variables resulte relevante, se dejará abierta una temática de discusión para futuros estudios que profundicen en la existencia y razón de dicha anomalía. Las nuevas variables llevarán el nombre de cada mes evaluado

(Enero, Mayo, Junio, y Octubre), y tomarán el valor de “1” en su respectivo mes durante todo el período analizado, y “0” para el resto de los meses del año. Los resultados se presentarán más adelante; por ahora, tras haber estudiado con detalle el comportamiento de la variable dependiente, se presentarán a continuación las variables explicativas, los factores de riesgo sistemático propuestos en este trabajo.

4.2.2 Variables Exógenas: los Factores de Riesgo Sistemático

Como se ha mencionado, el riesgo sistemático impacta los rendimientos de todos los activos del mercado y no es susceptible de control por diversificación. La definición de los factores de riesgo sistemático no se sujeta a criterios teóricos probados, pues no existe uniformidad de resultados en diferentes estudios realizados en distintos mercados de todo el mundo. Sin embargo, resulta intuitivo definir *a priori* variables de tipo económico como factores de riesgo sistemático y verificar posteriormente su validez estadística. Esta metodología exploratoria ha sido replicada ampliamente en muchos estudios y será aplicada en el desarrollo de esta investigación.

Las variables consideradas *a priori* como fuentes de riesgo sistemático para el mercado colombiano fueron clasificadas de acuerdo origen de la siguiente forma:

- 1) **Fuentes internas:** provienen de la economía nacional, es decir que son endógenas al sistema. Estos factores de riesgo sistemático se pueden clasificar en tres categorías: a) indicadores generales de la economía, que reflejan diversos aspectos del estado real del sistema; b) variables de control macroeconómico, que reflejan las políticas monetarias del Banco central que intentan direccionar la economía del país; y c) Variables de mercado, que se ajustan (en teoría) por las leyes de la oferta y la demanda.
- 2) **Fuentes externas:** variables exógenas al sistema económico nacional que podrían tener impacto en los rendimientos de la Bolsa.

- **Fuentes Internas de Riesgo Sistemático:**

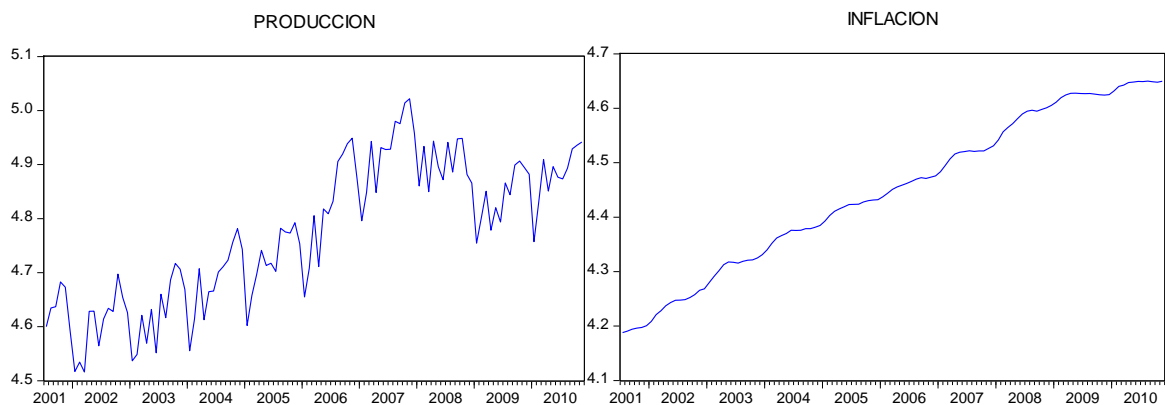
- a) **De la Economía:**

- **Índice de Producción Nacional:** este es un indicador mensual calculado por el Banco de la República, que se utiliza en lugar del PIB (del que se tienen sólo valores trimestrales), e indica de forma agregada el aumento o disminución en el nivel de producción de todas las industrias de bienes y servicios del país. Su medición permite observar el crecimiento o contracción de una economía, por lo que se considera *a priori* una variable de alta importancia como fuente de riesgo sistemático, suponiendo que la Bolsa responde al comportamiento real de la economía. Por lo anterior, la relación que se espera encontrar

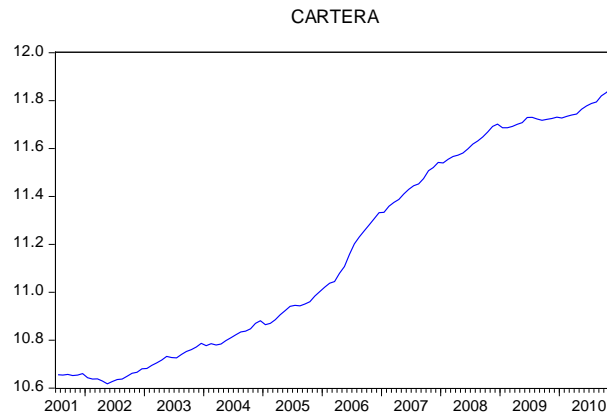
- con los rendimientos de la Bolsa es positiva. Si la variable no resultara significativa, podría concluirse que el mercado accionario no es representativo de la industria nacional.
- **Índice de Precios al Consumidor (inflación):** el índice de precios al consumidor IPC, es un indicador calculado por el DANE⁵⁴ que mide mensualmente el costo de una canasta de bienes y servicios de consumo básico para una familia colombiana promedio. La variación del IPC de un mes a otro se denomina inflación, y es definida como el aumento generalizado y sostenido del precio de los bienes y servicios de la economía. Representa la pérdida del poder adquisitivo del dinero con el paso del tiempo. La inflación (y sus cambios) es uno de los factores de riesgo sistemático utilizados de forma más recurrente en diferentes trabajos empíricos, pues representa el rendimiento mínimo que debe producir una inversión para no perder la capacidad adquisitiva del dinero.
 - **Cartera neta del sector financiero:** este es un indicador que refleja el comportamiento del crédito en Colombia. Se elabora con base en los reportes semanales de las entidades financieras a la Superintendencia Financiera de Colombia (entidad encargada de la regulación en Colombia), y ha mantenido una tendencia creciente durante el período analizado, que no se vio reducida por la crisis de 2008.

Las tendencias de estas tres variables en escala logarítmica son presentadas en el gráfico 4.5, donde se observa cómo la producción nacional a pesar de ir en aumento, presenta ciclos marcados por altibajos que son una señal de presencia de tendencias estacionales de acuerdo al mes del año. Las series de inflación y cartera son más estables y tienen una tendencia creciente. Es importante resaltar que la inflación en Colombia se ha estabilizado en cifras menores a un dígito durante la última década. El comportamiento de las tres series arroja evidencias de falta de estacionariedad (lo cual será verificado más adelante) por lo que sería necesario trabajarlas en diferencias.

Gráfico 4.5 Tendencia de las fuentes de riesgo sistemático internas de orden económico



⁵⁴ Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia.



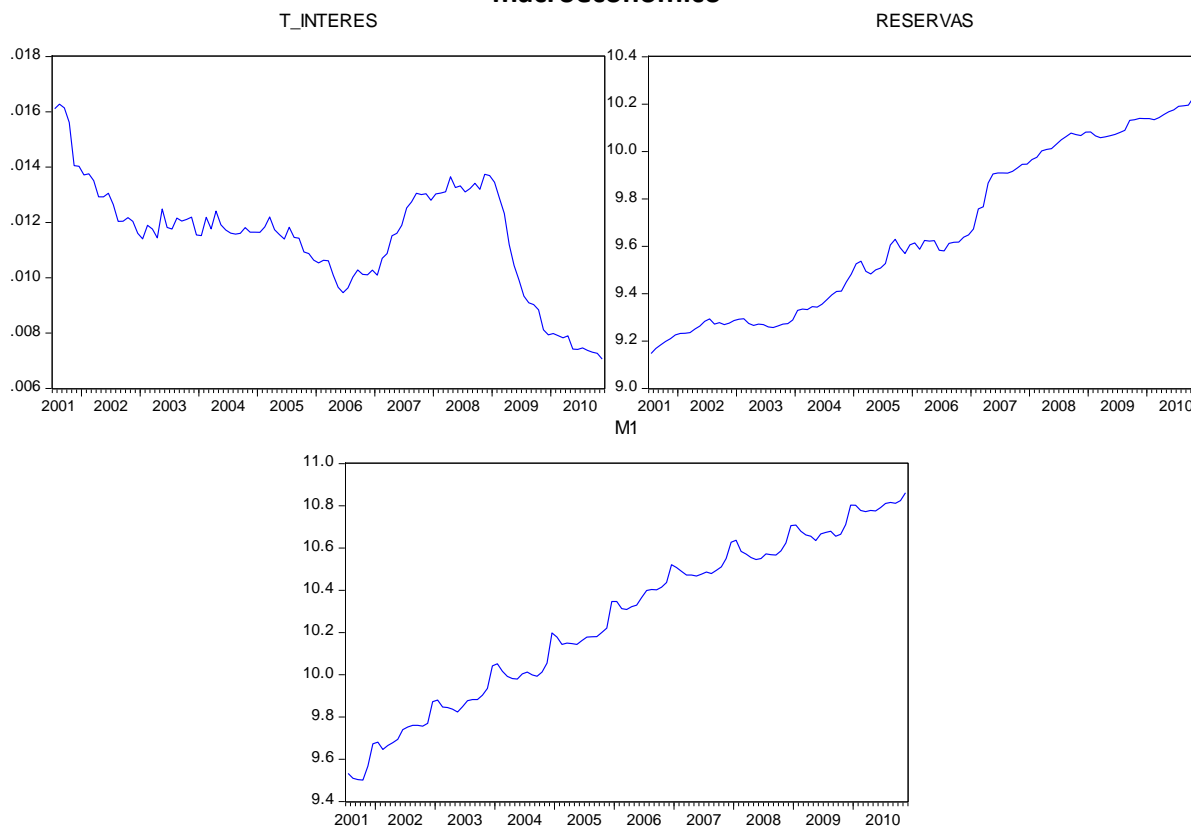
Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

b) De Control Macroeconómico:

- **Tasas de interés:** se utiliza la tasa de interés activa calculada por el Banco de la República para observar la influencia de los tipos de interés en el rendimiento de la Bolsa. Esta tasa es calculada como un promedio ponderado por monto de las tasas de interés de crédito de consumo, preferencial, ordinario y de tesorería. Aunque no es una tasa de control directo del Banco de la República (pues incluye el diferencial cobrado por los bancos en la colocación del crédito), su tendencia es controlada de forma indirecta a través de los TES, por lo que será una variable representativa de la política de control macroeconómico del Banco de la República, la cual debería ser una fuente de riesgo sistemático con relación negativa o inversa (pues si los intereses suben se esperaría que los inversionistas optaran por instrumentos de deuda descartando las acciones). El control de esta variable podría reflejarse en el comportamiento de la inflación, lo cual se revisará con cuidado para evitar problemas de multicolinealidad.
- **Reservas Internacionales:** las reservas internacionales son los activos en el exterior bajo el control de las autoridades monetarias. De acuerdo al Banco de la República, un activo externo debe cumplir con dos condiciones para ser considerado activo de reserva: en primer lugar, debe estar bajo el control directo y efectivo de las autoridades monetarias y, segundo, debe tener una disponibilidad de uso inmediata. Las reservas colombianas han ido en aumento durante la última década, pasando de 9.000 mdd en 2001 a más de 28.000 mdd en 2010. De acuerdo a la teoría económica, esta variable debería estar relacionada con el tipo de cambio del país. Por lo tanto, se tendrá especial cuidado de detectar problemas de multicolinealidad.
- **Oferta Monetaria M1:** se refiere al total de dinero circulante en el país, e incluye no sólo el dinero en efectivo, sino también el ampliado por cuentas corrientes. Es otra variable de control macroeconómico que tiene el Banco de la República, y podría estar relacionada con la inflación y la producción.

En el gráfico 4.6 muestra las series anteriores, y se observa un comportamiento creciente para las reservas del país y la oferta monetaria M1, sin picos de alta volatilidad y con una clara secuencia estacional en la oferta monetaria que seguramente está relacionada con ampliaciones o contracciones del dinero en determinados meses del año. Las tasas de interés tienen una tendencia decreciente, aunque no es permanente pues se observa un cambio en el período 2006 -2008. Se puede intuir que estas tres series tampoco son estacionarias a nivel.

Gráfico 4.6 Tendencia de las fuentes de riesgo sistemático internas de control macroeconómico



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

c) De mercado:

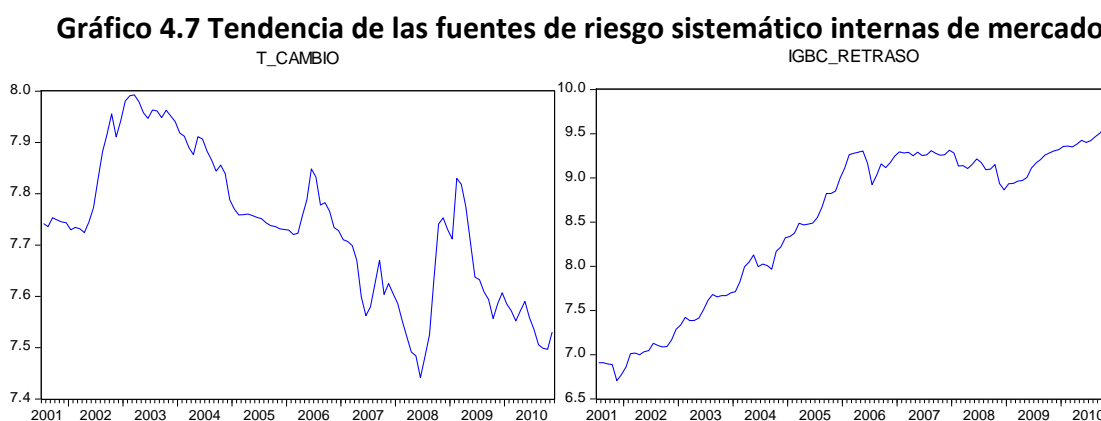
- **Tipo de Cambio COP/USD:** esta variable representa la cantidad de pesos colombianos (COP) que se pagan por un dólar estadounidense (USD). Se tomará como referencia la Tasa Representativa del Mercado – TRM.⁵⁵ Es importante mencionar que el tipo de cambio en Colombia es libre y fijado por los actores del mercado en función de la oferta y la demanda. La intervención del banco central en el mercado cambiario es mínima y se limita a la compra o venta de dólares en periodos de alta volatilidad, con el propósito de estabilizar la

⁵⁵ La TRM es determinada diariamente por el Banco de la República con base en el promedio de negociación del dólar en el país, y este valor rige como oficial para todas las transacciones del gobierno en dólares.

moneda. Como fuente de riesgo sistemático el tipo de cambio puede influir de forma significativa en caso que los inversionistas colombianos alternen su inversión en Bolsa con la inversión en divisas. Se presume que esto es así, por lo que la relación que se espera encontrar con los rendimientos es inversa.

- **Rendimientos pasados del mercado accionario:** la variable de rezago IGBC(-1) se formará con los rendimientos del mercado accionario en el mes anterior al mes observado. Al tomar tendencias mensuales se espera determinar si el mercado realmente valora la información del pasado inmediato en períodos más largos (como los mensuales).⁵⁶

El gráfico 4.7 muestra las tendencias de estas dos variables. Es lógico que la variable del IGBC rezagado tenga una estructura similar a la ya observada y analizada para el IGBC. En el caso del tipo de cambio, se observa un proceso de apreciación de la moneda colombiana frente al dólar en el período de análisis, con importantes picos de volatilidad.



- **Fuentes Externas de Riesgo Sistemático:**

- **Precio del petróleo WTI⁵⁷:** Esta variable es incluida como fuente de riesgo sistemático en el modelo porque el sector de hidrocarburos es muy importante para la economía colombiana al generar una gran cantidad de divisas. La Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, ingresó a la BVC en 2007 tras una emisión de acciones que colocó el 20% de sus títulos en manos privadas, adquiriendo así una estructura de capital mixto donde el Estado mantiene

⁵⁶ Esto debido a que al examinar rendimientos diarios es posible que se encuentren muchas rachas positivas o negativas que den la impresión de que los rendimientos siguen un proceso auto regresivo. De ahí la importancia de tomar rendimientos mensuales, para verificar si se sigue un patrón más estable de relación con el pasado inmediato.

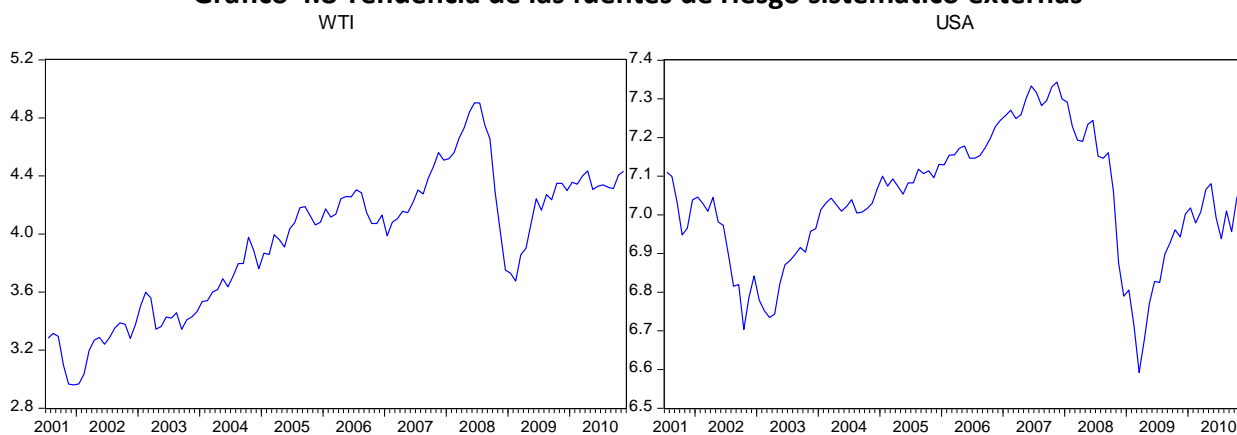
⁵⁷ El petróleo *West Texas Intermediate* (WTI) es definido como un promedio (en términos de calidad) del petróleo producido en los campos occidentales del Estado de Texas en los Estados Unidos, y su precio es utilizado para liquidar el valor del barril de crudo producido en otras regiones del mundo cuando la calidad de este se asemeja a la establecida. Este es el caso del petróleo Colombiano.

la propiedad mayoritaria y el control. Como su acción es la líder del mercado, se esperaría encontrar una relación positiva entre el precio del petróleo y los rendimientos de la Bolsa.

- **Índice S&P 500 de los Estados Unidos:** el índice Standard & Poor's 500 es el índice más amplio e importante de la economía de los Estados Unidos, pues reúne a las 500 empresas más grandes que cotizan en los mercados accionarios de ese país. La inclusión del S&P 500 como variable del modelo intenta evaluar el impacto que tienen las fluctuaciones del mercado norteamericano en Colombia, basándose en el hecho de que Estados Unidos es el primer socio comercial de Colombia. Se espera encontrar una relación positiva entre los rendimientos de ambos mercados.

Las tendencias de las variables consideradas como fuentes de riesgo sistemático externas al país se muestran en el gráfico 4.8. Es claro que se necesitará expresar estas series (al igual que las demás) en términos de rendimientos (diferencias), para lograr eliminar las tendencias y obtener series estacionarias en el tiempo.

Gráfico 4.8 Tendencia de las fuentes de riesgo sistemático externas



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

La definición y observación de las tendencias de las fuentes de riesgo sistemático dejó intuir que las series de tiempo no eran estacionarias. Esto se verificó realizando la prueba ADF para cada serie con el fin de verificar si estas presentaban raíz unitaria. En la tabla 4.1 se resumen los resultados encontrados en las pruebas de estacionariedad de las series.⁵⁸ Con esta prueba se validaron las conclusiones del análisis gráfico, observando que era necesario trabajar en primera diferencia con las siguientes variables: Cartera, Reservas, Tipo de Cambio, Intereses, IGBC rezagado, WTI (Precio del Petróleo), y USA (Índice S&P500). La variable IPC es estacionaria en

⁵⁸ La hipótesis nula de la prueba del Argumento Dickey–Fuller es que la serie de datos presenta raíz unitaria, lo que significa que no es estacionaria. Se rechaza esta hipótesis si la probabilidad calculada es menor al nivel de significancia establecido, en este caso del 5%. La importancia de esta prueba radica en que realizar una regresión sobre series de tiempo no estacionarias o de tendencia estocástica, puede llevar a la obtención de conclusiones erróneas y sin validez, generando el fenómeno denominado regresión espuria. Para evitarlo, se trabajarán las series en los términos de diferencias que se resumen en la tabla.

primera diferencia, y esto constituye la definición de la Inflación. Las variables Índice de Producción Nacional y Oferta Monetaria M1 son estacionarias sólo al integrarse en segunda diferencia.⁵⁹

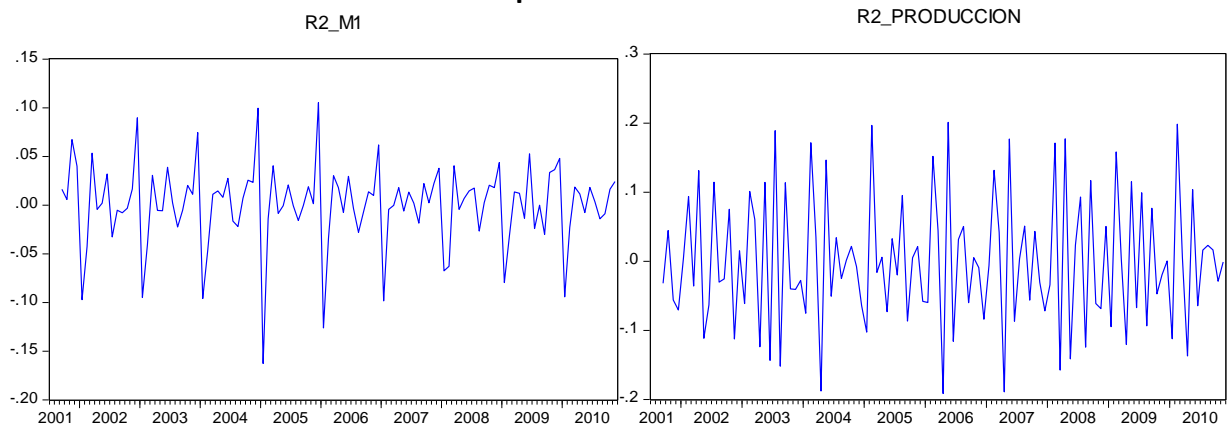
Tabla 4.1 Estacionariedad de las series de tiempo analizadas

Variable	Raíz Unitaria a Nivel		Raíz Unitaria en Primera Diferencia		Raíz Unitaria en Segunda Diferencia		Serie Estacionaria en
	estadístico t	Prob.	estadístico t	Prob.	estadístico t	Prob.	
Producción	1.6764	0.9768	-1.5919	0.1045	-12.5825	0.0000	Segunda Diferencia
Inflación	7.6368	1.0000	-3.6147	0.0004			Primera Diferencia
Cartera	4.8532	1.0000	-2.8477	0.0047			Primera Diferencia
Interés	-1.9720	0.2988	-11.5606	0.0000			Primera Diferencia
M1	1.9836	0.9885	-1.0502	0.2633	-17.5396	0.0000	Segunda Diferencia
Reservas	4.9708	1.0000	-7.5097	0.0000			Primera Diferencia
Tcambio	-0.4065	0.5350	-7.1507	0.0000			Primera Diferencia
IGBC(-1)	-1.3339	0.6118	-8.4478	0.0000			Primera Diferencia
WTI	0.6205	0.8489	-7.7001	0.0000			Primera Diferencia
USA	-0.0341	0.6693	-8.3539	0.0000			Primera Diferencia

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

Las variables en términos de diferencias (rendimientos) fueron ajustadas para representar los excedentes sobre la tasa libre de riesgo, según lo expuesto en la metodología del modelo. Las series definitivas se presentan en el siguiente gráfico.

Gráfico 4.9 Variables explicativas en términos de rendimiento*



⁵⁹ Para la interpretación de las segundas diferencias conviene definir las como el cambio en el rendimiento de una variable. En este caso, se puede presumir que la variable producción mantiene en general una tendencia creciente, por lo que resulta relevante saber no sólo cómo crece (sus rendimientos – primera diferencia), sino cuándo y en cuánto varía su crecimiento (segunda diferencia), pues esto indicará cambios en el ritmo de desarrollo de la industria nacional (la entrada a procesos de crecimiento o de recesión). Algo similar se puede analizar del significado de las segundas diferencias para la oferta monetaria; representará los momentos en que cambia la política monetaria del país acelerando o frenando el ritmo de crecimiento de la oferta de dinero.



* Producción y M1 en segundas diferencias / Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

4.2.3 Análisis Exploratorios

Previo al desarrollo del modelo de regresión, se realizaron dos análisis exploratorios de los datos, el primero para observar la correlación de primer grado entre las variables seleccionadas, y el segundo para observar la dispersión de los datos de la variable dependiente e identificar los puntos de volatilidad extrema que podrían dar origen a variables ficticias.

Se construyó la matriz de correlaciones de primer orden entre las variables analizadas, encontrando que las variables con más influencia sobre los rendimientos del IGBC en el período de la muestra fueron: USA (rendimientos del S&P500) y Tipo de Cambio. Le siguen a estas, en un grupo con correlación media, las variables WTI (petróleo), Reservas, Cartera e Intereses. Finalmente, las variables Oferta Monetaria M1, Inflación y Producción parecen no tener correlación alguna con el IGBC.

La matriz de correlación también permite analizar de forma exploratoria la posible existencia de problemas de multicolinealidad en el modelo a desarrollar. Para hacerlo, se puede observar si existen altas correlaciones de primer orden entre algunas variables, o calcular el determinante de la matriz como medida general de multicolinealidad.⁶⁰

Tabla 4.2 Matriz de Correlación de las variables

VARIABLES	IGBC	INTERES	M1	PRODUCCION	CARTERA	INFLACION	RESERVAS	TCAMBIO	USA	WTI
IGBC	1.00	0.16	-0.07	-0.00	-0.17	0.05	0.22	-0.31	0.38	0.22
INTERES	0.16	1.00	-0.16	0.05	-0.06	0.18	0.09	-0.09	0.06	0.22
M1	- 0.07	-0.16	1.00	-0.15	0.33	-0.34	-0.06	0.02	0.07	-0.06
PRODUCCION	- 0.00	0.05	-0.15	1.00	0.03	0.09	-0.05	0.07	-0.11	-0.03
CARTERA	- 0.17	-0.06	0.33	0.03	1.00	-0.06	-0.10	0.06	0.01	-0.05
INFLACION	0.05	0.18	-0.34	0.09	-0.06	1.00	0.05	-0.11	0.01	0.14
RESERVAS	0.22	0.09	-0.06	-0.05	-0.10	0.05	1.00	-0.28	0.23	0.11
TCAMBIO	- 0.31	-0.09	0.02	0.07	0.06	-0.11	-0.28	1.00	-0.39	-0.20
USA	0.38	0.06	0.07	-0.11	0.01	0.01	0.23	-0.39	1.00	0.30
WTI	0.22	0.22	-0.06	-0.03	-0.05	0.14	0.11	-0.20	0.30	1.00

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

⁶⁰ Si el valor del determinante es cercano a 0 indicará un alto nivel de multicolinealidad; si está cercano a 1 indicará ausencia total de este problema.

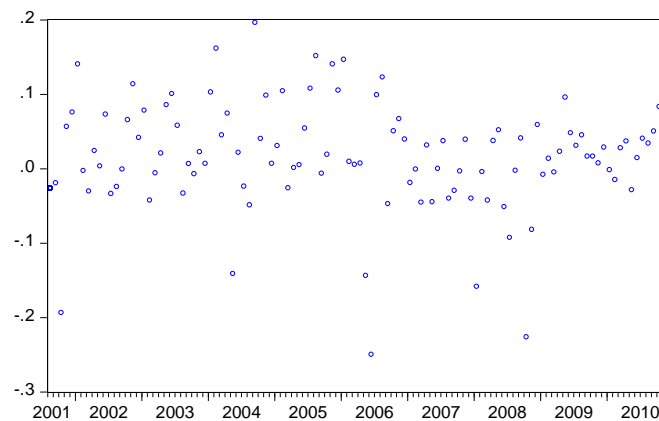
El valor del determinante en este caso es de 0.3466, lo que indica que podría existir algún grado de multicolinealidad de moderado a bajo, marcado principalmente por las correlaciones que se observan entre las siguientes variables:

- Oferta Monetaria con Inflación y Cartera (esperadas de acuerdo al argumento de la teoría económica).
- Reservas del país con el Tipo de Cambio (esperada) y con el índice de USA
- Tasas de Interés con el índice de USA.
- Tipo de cambio con el índice de USA.

Es importante destacar que desde el punto de vista econométrico las correlaciones obtenidas son bajas y no afectan la construcción de modelos de regresión. Para verificar de forma definitiva que los modelos no presenten problemas de multicolinealidad, se analizaron los factores de inflación de varianza, y los índices de condición calculados a partir de los autovalores (*eigen values*) de las variables en cada regresión realizada.⁶¹

El siguiente análisis exploratorio consistió en localizar los puntos de volatilidad extrema en la muestra de datos analizada. Ya se había advertido antes de la presencia de estos picos (subidas y caídas) en el gráfico 4.3, y este análisis se complementa al realizar el gráfico de dispersión de los datos que se muestra a continuación.

Gráfico 4.10 Dispersión de los rendimientos del IGBC



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

Los puntos de alta volatilidad sobresalen de la nube de puntos, son claramente atípicos y están condicionados por la ocurrencia de eventos específicos de orden económico y político en el ámbito nacional e internacional. Los valores identificados son los siguientes:

⁶¹ Los resultados de todas las pruebas no hacen parte del cuerpo principal del trabajo, pero se presentan en el Apéndice 1.

- Punto 1: Octubre 2001, caída de la Bolsa en un 19.2%
- Punto 2: Febrero de 2004, crecimiento de la Bolsa en un 16.1%
- Punto 3: Septiembre de 2004, crecimiento de la Bolsa en un 19.6%
- Punto 4: Junio de 2006, caída de la Bolsa en un 25%
- Punto 5: Enero de 2008, caída de la Bolsa en un 15.9%
- Punto 6: Octubre de 2008, caída de la Bolsa en un 22.7%

Los puntos identificados son candidatos a convertirse en variables *dummy* del modelo, aunque este análisis dependerá del ajuste que tengan los valores predichos por el modelo de regresión frente a los valores observados. Por lo tanto, sólo se permitirá ajustar la regresión con variables *dummy* cuando se hayan definido los factores de riesgo sistemático relevantes para el mercado (de acuerdo a las pruebas de hipótesis), y esto se hará a partir del análisis de los términos de error.

4.3 Análisis de Cointegración de Factores

Es bien conocido entre quienes analizan series de tiempo que al realizar una regresión con un grupo de variables que no son estacionarias se puede caer en el problema de la regresión espuria, donde los resultados obtenidos no son válidos por representar relaciones de causalidad falsas.⁶² Es por esto que generalmente se trabajan las series en diferencias, tal como se ha propuesto en el análisis de las variables presentado en la sección anterior. Sin embargo, si se realizara una regresión con variables que no son estacionarias en nivel $I(0)$, pero son integradas de primer orden $I(1)$ (estacionarias en primera diferencia), y la serie de términos de error de esta regresión resultara estacionaria en nivel $I(0)$, se puede afirmar que las variables en cuestión están cointegradas, es decir, que se encuentran en equilibrio económico en el largo plazo.

Para verificar que una serie de términos de error es integrada en nivel $I(0)$, se debe determinar que esta serie no tenga de raíz unitaria; esto no se podrá verificar con la prueba de Dickey-Fuller Aumentada utilizada en la sección anterior debido a la naturaleza de los errores calculados, ya que estos provienen de una estimación por MCO y por lo tanto son de varianza mínima, lo cual hace que la prueba tradicional esté sesgada hacia aceptar la hipótesis de estacionariedad (y de cointegración) con facilidad. Esto fue descubierto por Engle y Granger (1987), quienes propusieron una serie de valores críticos para esta prueba utilizando dos variables y muestras de 100 observaciones; a partir de esto, Mackinnon (1991, 1996) amplió con superficies de respuesta los valores críticos para cualquier tamaño muestral. En la práctica, el software econométrico *Eviews* entrega los resultados de las pruebas de cointegración con sus valores críticos, con lo cual se puede comprobar fácilmente si dos o más series están cointegradas.

⁶² A pesar de tener medidas de bondad de ajuste R^2 muy altas.

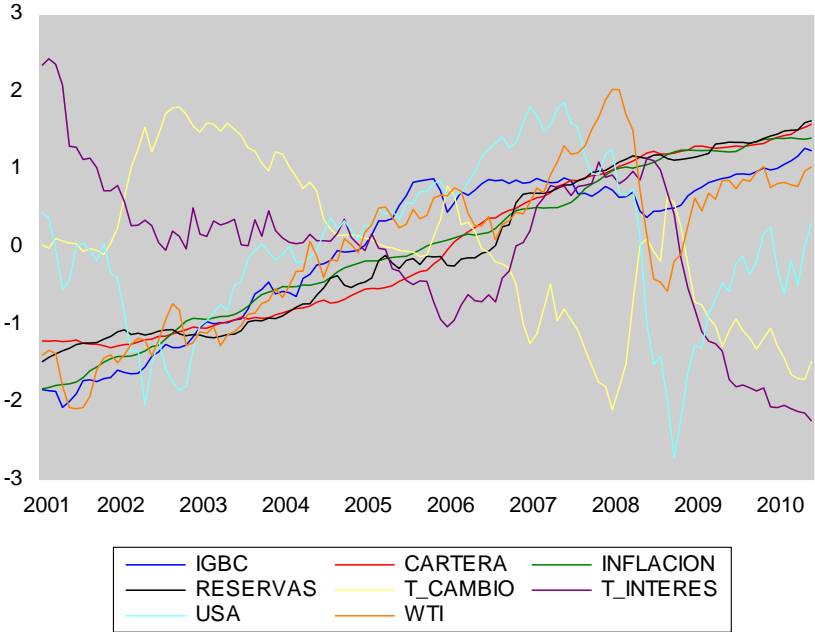
El análisis de cointegración permite descartar que una regresión con valores a nivel sea espuria, debido a que cuando las variables están cointegradas, a pesar de tener tendencias estocásticas, su combinación lineal “cancela” estas tendencias, produciendo un modelo significativo (no espurio) denominado regresión cointegrante, cuyo significado económico es muy importante. Esta regresión representa que las series tienden a converger en el largo plazo, donde alcanzan el equilibrio, pese a que se puedan presentar desequilibrios temporales en el corto plazo.

A menudo se considera que el análisis de cointegración es un paso previo a la realización de regresiones en diferencias, por cuanto puede indicar si estas serán necesarias para evitar la obtención de resultados espurios. Por esta razón, se realizó este análisis para verificar si las variables del modelo multifactorial estaban cointegradas.

El primer paso encontrar relaciones de cointegración es determinar la estacionariedad de las series analizadas, para comprobar que todas sean de integradas de primer orden $I(1)$. Esto fue verificado ya en el análisis de las variables presentado en el apartado anterior, donde se aplicó la prueba de raíz unitaria a través del argumento de Dickey-Fuller Aumentado. Basándose en los resultados presentados en la tabla 4.1, resulta claro que las variables *producción* y *oferta monetaria M1* no son integradas de primer orden, y por lo tanto no cointegrarán con la serie del *IGBC*. Para las demás variables propuestas se siguió con el análisis de cointegración.

Previo a aplicar una prueba formal de cointegración, se puede verificar de forma gráfica si las series tienen tendencia común. Esto se observó en el gráfico 4.11, donde se muestran las series analizadas en valores logarítmicos y normalizados.

Gráfico 4.11 Tendencia de las series analizadas



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

No resultaba evidente que las series de Tasas de Interés (violeta) y Tipo de Cambio (amarilla) converjan con el IGBC (azul) en el período analizado, pues sus movimientos van claramente en direcciones diferentes. La serie del índice S&P500 denominada USA (turquesa) tiene un comportamiento fluctuante frente al IGBC, alejándose y acercándose a su tendencia por períodos, lo que no permite tener una idea clara sobre la existencia de una tendencia común. Las demás series, Reservas (negro), Cartera (rojo), WTI (naranja) e Inflación (verde), siguen una tendencia creciente que se observa similar a la del IGBC; por lo tanto, estas series son en apariencia candidatas más claras a resultar cointegradas.

El análisis gráfico no fue concluyente, aunque resultó importante con fines exploratorios. Para obtener un resultado robusto, se procedió a realizar una prueba formal de cointegración utilizando el Método Bietápico de Engle y Granger. Como ya se ha dicho, esta prueba aplica los mismos principios del test de raíz unitaria de Dickey-Fuller sobre los residuos de error de una regresión de las variables analizadas, pero incorpora valores críticos más estrictos que parten de las distribuciones determinadas inicialmente por Engle y Granger (1987) y ampliadas posteriormente por Mackinnon (1996). La prueba se aplicó en pares y de forma conjunta a todas las variables, obteniendo los resultados que se presentan en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Resultados de la Prueba de Cointegración

Variables	Estadístico tau	Prob	Estadístico Z	Prob	Conclusión
IGBC - CARTERA - INFLACION - RESERVAS - T_CAMBIO - T_INTERES - USA - WTI	- 3.266	0.8497	- 19.780	0.8534	No cointegran
IGBC - CARTERA	- 1.787	0.6379	- 4.586	0.7612	No cointegran
IGBC - INFLACION	- 1.605	0.7209	- 5.128	0.7168	No cointegran
IGBC - RESERVAS	- 1.548	0.7448	- 3.853	0.8182	No cointegran
IGBC - TIPO DE CAMBIO	- 2.652	0.2249	- 7.725	0.5043	No cointegran
IGBC - TASAS DE INTERES	- 1.020	0.8982	- 1.923	0.9349	No cointegran
IGBC - USA	- 1.984	0.5388	- 2.974	0.8788	No cointegran
IGBC - WTI	- 4.055	0.0085	- 37.366	0.0006	Si cointegran

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

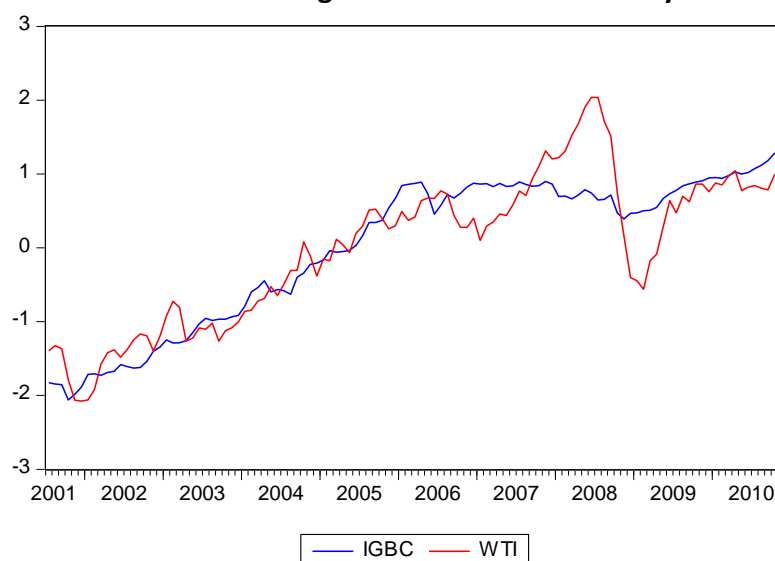
Se rechazó la hipótesis de existencia de cointegración para la regresión conjunta de todas las variables, de lo que se desprende que no es posible realizar una regresión de los valores en niveles porque se obtendrían resultados espurios, por lo que se trabajarán los datos en términos de diferencias (rendimientos) para la elaboración del modelo multifactorial.

El contraste de cointegración realizado en parejas de variables descartó la existencia de este tipo de relación en la mayoría de las series frente al IGBC, siendo la excepción el resultado de la prueba con la serie WTI, los precios del petróleo. En este caso, con un 99% de confianza no fue posible rechazar la hipótesis de que las series IGBC y WTI estaban cointegradas. Este hallazgo

representa que los precios de las acciones de la Bolsa de Colombia, vistos a través del IGBC, se encuentran en equilibrio de largo plazo con los precios del barril de petróleo WTI.

La relación IGBC–WTI se puede apreciar en el gráfico 4.12, donde se presentan las series normalizadas al igual que el gráfico anterior [4.11], pero retirando las demás series que generaban ruido en el análisis. Se observa el gran nivel de convergencia entre los precios representados por las dos series, que se alteró en un período de aproximadamente dos años (2007 – 2009), pero retornó a su estado previo. Este tipo de alteraciones son propias de las series cointegradas, y se denominan disequilibrios de corto plazo. Lo interesante es observar que si las series mantienen una relación de largo plazo, estos disequilibrios tarde o temprano serán corregidos, y para el caso particular parece que un período de dos años sin equilibrio no fue suficiente para romper la relación de largo plazo.

Gráfico 4.12 Cointegración de las series IGBC y WTI



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

La evidencia de cointegración entre el precio del petróleo y el IGBC ya había sido advertida por Osuna (2009), aunque en el momento de su análisis esta autora planteó la ruptura de la relación de largo plazo entre las variables; este planteamiento era válido en el momento de su análisis (series hasta 2008), pero no actualmente. En este orden de ideas, la contribución de la presente tesis al hallar evidencias de cointegración entre el IGBC y el precio del petróleo, es comprobar que esta aparente ruptura de la relación de largo plazo correspondía a un disequilibrio temporal, por cuanto a partir de 2009 las series de precios retomaron su convergencia, y esto hace más sólidos los argumentos a favor de la tesis de que estas series están cointegradas.

Como se comprueba que hay cointegración es posible obtener la regresión cointegrante de estas dos series, cuyos resultados se presentan en la tabla 4.4. Esta es una regresión estimada

por MCO, con la particularidad de utilizar un mecanismo para la corrección de errores *MCE* en la estimación.⁶³

Tabla 4.4 Regresión cointegrante entre IGBC y WTI

Variables explicativas	Coefficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	1.46470	0.58264	2.51393	0.0134
WTI	1.79197	0.14660	12.22336	0.0000
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente	IGBC			
R-cuadrado	0.817511	R-cuadrado ajustado	0.815852	

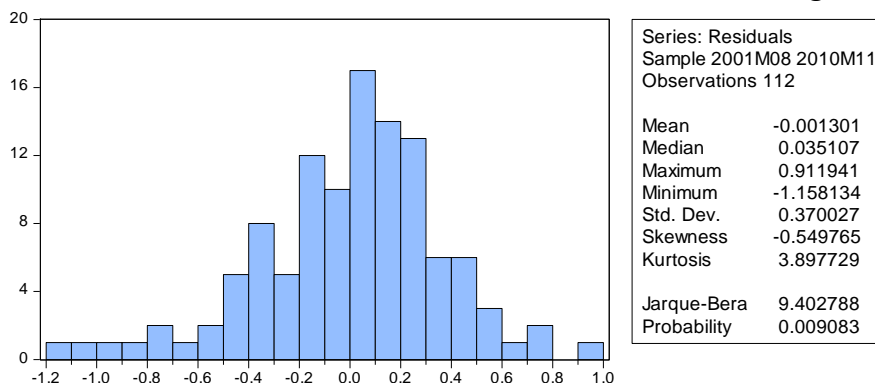
Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

De la regresión se obtiene un modelo de carácter predictivo, calculado con valores a nivel (recordando que las variables están calculadas en logaritmos), y cuyos resultados no son espurios debido a la relación de cointegración existente. El modelo tiene una medida de bondad de ajuste muy alta y podría ser utilizado para pronosticar tendencias futuras, aun cuando se debe guardar cautela sobre sus resultados. La ecuación que se desprende de la tabla es la siguiente:

[EC 4.1]
$$\ln(IGBC) = 1.4647 + 1.79197\ln(WTI)$$

La reserva frente a los resultados de un pronóstico se debe guardar, entre otras cosas, porque los términos de error de la ecuación 4.1 no se distribuyen normalmente, con lo cual se hace más complicado estimar intervalos de confianza adecuados para el pronóstico. Sus resultados pueden ser vistos más desde la perspectiva de indicar la tendencia que seguirá la Bolsa en un período determinado. La distribución de los términos de error se presenta en el gráfico 4.13.

Gráfico 4.13 Distribución de los términos de error de la ecuación cointegrante IGBC-WTI



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

⁶³ Se utiliza Eviews7 para hacer esta regresión, y este software utiliza como MCE el método de estimación de matriz de covarianza de Bartlett kernel y datos fijos de Newey-West

Finalmente, se puede destacar que la relación de cointegración hallada puede tener origen en la importancia del petróleo y, en general, del sector de hidrocarburos en la economía colombiana. El petróleo crudo es el primer producto de exportación de Colombia, y con el hallazgo de un importante número de nuevos yacimientos en la última década y su puesta en operación se ha logrado elevar la producción a valores record alrededor de un millón de barriles diarios. Esto representa ingresos importantes para las arcas estatales y consolida la acción de Ecopetrol como líder en la Bolsa, no sólo por el incremento en el precio de sus títulos, sino por el atractivo pago de dividendos que ofrece. A continuación se presentarán los resultados del modelo multifactorial, con las regresiones realizadas incorporando las variables en términos de rendimientos y primas de riesgo.

4.4 Resultados del Desarrollo Económico

Para la construcción de los modelos de regresión se utilizaron dos métodos de análisis de datos: la regresión lineal entre las variables en su forma original, y la regresión lineal utilizando como variables las componentes de riesgo calculadas a partir del ACP (Análisis de Componentes Principales). En el primero, se analizó la influencia directa de las variables definidas frente al IGBC empleando el método de introducir/eliminar o regresión paso a paso (*stepwise regression*) para determinar las variables relevantes en el modelo hasta llegar hasta una regresión óptima en términos de significancia estadística. Por otro lado, en el ACP se extrajeron 3 componentes del riesgo que recogían la mayor cantidad de varianza posible de los datos originales (de todas las variables), y sobre estas componentes se realizó la regresión. Las componentes surgen como combinación lineal de las variables originales, son ortogonales entre sí y por lo tanto carecen de problemas de multicolinealidad (siendo esta la principal ventaja de este enfoque), aun cuando podría ser difícil su interpretación económica.

A continuación se presentarán los dos modelos resultantes a partir de ambos enfoques y la interpretación de los resultados. El proceso de construcción de los modelos (regresiones intermedias realizadas) y las pruebas de especificación y cumplimiento de los supuestos de estimación por MCO se reportan el Apéndice 1.

4.4.1 Primer Modelo: Análisis Directo de las Variables

En el primer modelo de regresión se desestimó la importancia de la mayoría de las variables,⁶⁴ quedando al final sólo dos de los factores de riesgo propuestos originalmente: la prima de riesgo por el rendimiento del Índice S&P500 de Estados Unidos (serie denominada R_USA), y la prima de riesgo por el rendimiento mensual del Tipo de Cambio COP/USD (serie denominada $R_Tcambio$). Adicionalmente, se encontró que la variable de efecto-mes para *Mayo* propuesta

⁶⁴ Se descartaron las variables Producción, Inflación Interés, Cartera, WTI, IGBC(-1), M1, y Reservas. Véase el Apéndice1.1

como anomalía del mercado es significativa en la muestra de datos analizada, por lo que hace parte del modelo final.⁶⁵

Como había sido previsto, el modelo de regresión fue ajustado con la introducción de variables dummy que capturaron los cambios en meses de volatilidad atípica, y permitieron que el modelo superara las pruebas de especificación y estimación por MCO. Los meses que representan las dummy del modelo son:

- Dummy1: Octubre 2001
- Dummy2: Septiembre 2004
- Dummy3: Junio 2006
- Dummy4: Enero 2008

Se calculó la regresión con las variables mencionadas, utilizando el *software* econométrico Eviews7, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4.5 Resultados del Primer Modelo

VARIABLES explicativas	Coeficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.02397	0.00606	3.95703	0.0001
R_USA	0.41974	0.11984	3.50253	0.0007
R_TCAMBIO	-0.33925	0.17943	-1.89072	0.0614
MAYO	-0.04714	0.01946	-2.42260	0.0171
DUMMY1	-0.18152	0.05683	-3.19406	0.0019
DUMMY2	0.16438	0.05588	2.94143	0.0040
DUMMY3	-0.23999	0.05678	-4.22666	0.0001
DUMMY4	-0.18530	0.05592	-3.31345	0.0013
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente	R_IGBC (Prima de Riesgo del Mercado)			
R-cuadrado	0.454481	Akaike info criterion	-2.876044	
R-cuadrado ajustado	0.417764	Schwarz criterion	-2.681865	
F-statistic	12.377750	Hannan-Quinn criter.	-2.797260	
Prob(F-statistic)	0.000000	Durbin-Watson stat	1.811706	

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

De la tabla 4.5 se deduce que el modelo multifactorial de riesgo sistemático para el mercado accionario colombiano se estructura así:

⁶⁵ Se descartó que se presentara efecto mes en Enero, Junio y Octubre. Véase el Apéndice 1.1.

$$[EC. 4.2] PRM = \Delta IGBC - r = 0.02397 + 0.41974(\Delta USA - r) - 0.33925(\Delta TCAMBIO - r) - 0.04714 Mayo + \sum_{i=1}^4 (\beta_i Dummy_i)$$

Donde

- PMR = Prima de riesgo del mercado, el rendimiento del mercado accionario en exceso a la tasa libre de riesgo,
- $\Delta IGBC$ = rendimiento mensual del Índice General de la Bolsa de Colombia (diferencia en términos logarítmicos),
- r = tasa libre de riesgo de Colombia, correspondiente a la tasa de los TES en términos mensuales,
- ΔUSA = rendimiento mensual del Índice S&P500 de los Estados Unidos (diferencia en términos logarítmicos),
- $\Delta TCAMBIO$ = rendimiento mensual del tipo de cambio COP/USD medido por la TRM (diferencia en términos logarítmicos),
- *Mayo* = variable de efecto-mes que toma el valor de uno cada mes de mayo y cero el resto de los meses del año,
- β_i (con $i=1,2,3,4$) = coeficientes estimados para las variables dummy presentados en la tabla 4.3,
- *Dummy_i* (con $i=1,2,3,4$) = variables dummy utilizadas en el modelo, que tomaron el valor de uno durante un mes específico definido, y cero para el resto de los períodos.⁶⁶

De acuerdo a la [EC.4.2], el rendimiento del mercado accionario estará relacionado no sólo con el cambio de los factores de riesgo definidos y el efecto-mes de Mayo, sino además con la constante del modelo (intercepto), que representa el rendimiento autónomo del mercado, y con la tasa libre de riesgo en términos mensuales.⁶⁷

Desarrollando la ecuación 4.2 se llegará a la siguiente expresión:

$$\Delta IGBC = r + 0.02397 + (0.41974 * \Delta USA) - 0.41974 * r + (-0.33925 * \Delta TCAMBIO) + 0.33925 * r + (-0.04714 * Mayo)$$

factorizando r

⁶⁶ Se podrían omitir de la ecuación final si esta se utiliza con fines predictivos, pues hacia períodos futuros estas dummy tienen un valor de cero.

⁶⁷ Ya que el modelo se determina en términos de primas por el riesgo, evalúa los rendimientos del mercado en exceso a la tasa libre de riesgo.

$$\Delta IGBC = r * (1 - 0.41974 + 0.33925) + 0.02397 + (0.41974 * \Delta USA) \\ + (-0.33925 * \Delta TCAMBIO) + (-0.04714 * Mayo)$$

resolviendo y reordenando se obtiene

$$[EC.4.3] \quad \Delta IGBC = [0.02397 + 0.91951 * r] + 0.41974 * \Delta USA - 0.33925 * \Delta TCAMBIO - \\ 0.04714 * Mayo$$

La ecuación 4.3 es el mismo modelo multifactorial presentado antes, re-expresado con el fin de observar de forma sencilla la influencia de la tasa libre de riesgo y la constante de la ecuación en el modelo predictivo. Con fines prácticos, se omitió escribir las variables dummy en el desarrollo, ya que estas tendrán un valor de cero en cualquier aplicación predictiva donde se utilice el modelo multifactorial.

A partir de [EC.4.3] se puede observar (haciendo un análisis *ceteris paribus*) que el rendimiento esperado del mercado accionario colombiano tiene un “rendimiento autónomo” de 2.397% mensual más el 91.95% de la tasa libre de riesgo (TES) mensual.⁶⁸ Este es un rendimiento alto, significativamente superior al de la deuda pública⁶⁹, que sin duda representa una recompensa importante por el riesgo asumido. Por supuesto que el análisis es más complejo, pues es poco probable que todos los demás factores permanezcan constantes⁷⁰ (si fuera así la Bolsa nunca daría pérdidas en el corto plazo). Lo importante es considerar que existe un *rendimiento autónomo del mercado* que será el punto de partida en la generación de los rendimientos cuando se analice la influencia individual o conjunta de los factores de riesgo sistemático.⁷¹

El factor de riesgo sistemático que resultó más importante fue el rendimiento del Índice S&P500 de los Estados Unidos. Esta era una de las variables definidas como externas al sistema, y resulta interesante que sea la que tiene mayor influencia en los rendimientos, pues deja evidencia clara de las consecuencias del proceso de globalización financiera en Colombia, dado que este es un factor de riesgo internacional.

⁶⁸ Para hacer énfasis en el denominado “rendimiento autónomo” de los rendimientos del mercado se presentaron estos términos entre corchetes en EC.2

⁶⁹ Es superior en un análisis con todo lo demás constante, porque paga el 91% de la tasa de la deuda pública más un 2.4% mensual adicional; con este adicional generalmente se superará el 9% restante de la tasa de los TES.

⁷⁰ Por esto no debe interpretarse el *rendimiento autónomo del mercado* como un generador permanente de ganancias, ya que la confluencia de pérdidas en el mercado de EEUU y depreciación del peso colombiano, con todas sus infinitas posibles combinaciones, puede llevar los rendimientos del IGBC a terreno negativo.

⁷¹ De acuerdo a la teoría del mercado eficiente, este tipo de rendimientos autónomos deberían ser pasajeros y su media tendiente a cero en un modelo donde se observe la constante de la ecuación, o a r en un modelo de primas de riesgo. El resultado obtenido indica que el mercado accionario colombiano no cumple esta hipótesis de eficiencia.

La beta calculada para R_{USA} fue de +0.4197, y representa la elasticidad del índice IGBC de Colombia frente a cambios del índice S&P500 de Estados Unidos. El primer análisis se centra en observar el signo positivo encontrado, este indica que generalmente ambos mercados se mueven en la misma dirección, un comportamiento que era esperado debido a la fuerte relación comercial entre los dos países, complementada con la dependencia político-militar de Colombia frente a EEUU durante la última década, en la que se ha facilitado la entrega de importantes subvenciones de dinero destinadas al control de la seguridad. La beta indica que por cada cambio de 1.00% en los rendimientos del S&P500 se producirá un cambio *ceteris paribus* de 0.42% en los rendimientos del IGBC (más el rendimiento autónomo del mercado).

El riesgo representado por el S&P500 para la Bolsa de Colombia podría ser denominado factor de riesgo internacional. Al ser este el factor de riesgo más significativo, se evidencia que los inversionistas locales observan el desarrollo de los mercados globales y actúan en el propio de forma cautelosa aunque en la misma dirección de los eventos externos. Como se tiene una beta menor que 1, se puede hablar de una relación “cautelosa” porque los resultados en los Estados Unidos no se verán magnificados en la Bolsa colombiana, y por el contrario serán menguados en términos de magnitud; se podría afirmar que los resultados internacionales producirán un estado de optimismo (o pesimismo) moderado (al 42%) entre los inversionistas de la Bolsa de Colombia. Producto de este resultado, en futuras investigaciones se podría explorar la existencia de relaciones que representen el riesgo internacional de Colombia frente a otros países, como por ejemplo los que integrarán el proyecto del MILA (Chile y Perú), o los principales socios comerciales (después de EEUU, siguen en comercio bilateral Ecuador y Venezuela).

Otro aspecto interesante de la beta calculada es que puede servir también como parámetro guía para estudios de diversificación internacional de portafolios. En este caso, se utilizarían los mismos criterios planteados por Markowitz, y se determinaría la relación entre otros mercados con el norteamericano. La comparación de las betas sería la base para determinar los criterios de diversificación de la inversión en portafolios de países (incluyendo a Colombia). Este es otro eje de estudio que queda abierto para futuras investigaciones.

Pese a que el análisis de cointegración descartó que las series del IGBC y el Índice S&P500 estuvieran cointegradas, los resultados significativos de la regresión en términos de rendimientos sugieren que estas dos series podrían llegar a converger en un futuro, sobre todo si se profundizan los procesos de liberalización financiera y comercial en Colombia, centrándose en la ampliación de las relaciones comerciales entre ambos países. Se debe tener en cuenta que el mercado accionario colombiano es aún muy joven (desde su unificación), por lo que la serie analizada no fue lo suficientemente extensa como para permitir analizar sub-periodos en los que podrían haberse presentado cambios estructurales, lo cual en algunas circunstancias puede

cambiar los resultados de las pruebas de cointegración.⁷² Pese a esto, si la dinámica de relaciones comerciales y dependencia económica con los Estados Unidos se profundizara en la próxima década (con la eventual aprobación del TLC negociado hace más de tres años), la beta calculada podría verse afectada acercando su valor a la unidad, con lo que las series de precios estarían más cerca de converger en el equilibrio de largo plazo. Este es un análisis simplemente especulativo, por cuanto no puede haber total certeza sobre el rumbo económico y político de ambos países.

El segundo factor de riesgo sistemático encontrado en el modelo incorpora la valoración que hacen los inversionistas colombianos del riesgo cambiario del país, vista a través del rendimiento mensual del Tipo de Cambio COP/USD. La beta estimada para los datos de la muestra fue de -0.3393, y representa la elasticidad del rendimiento del IGBC frente a cambios en el rendimiento del Tipo de Cambio mensual. El signo negativo de la beta indica una relación inversa las variables, la cual era esperada debido a que se presumía que los inversionistas alternan sus portafolios entre el mercado cambiario y el accionario.

En términos numéricos, la beta indica que una caída del 1.00% en el tipo de cambio promedio mensual en un período, representará una subida *ceteris paribus* de 0.34% (más el rendimiento autónomo del mercado) en el valor del IGBC durante el mismo período. De esta forma, se encuentra que los procesos de depreciación de la moneda nacional afectan negativamente los precios de las acciones en Colombia. Los inversionistas escogen mantener el dinero en la Bolsa durante épocas de estabilidad cambiaria y aún más en procesos de apreciación del peso colombiano, pero cuando las tendencias de mercado de divisas cambian, optan por liquidar sus carteras y refugiarse en la compra de divisas, lo que origina un efecto de desplome en la Bolsa y puede acentuar aún más el proceso de devaluación de la moneda debido al aumento en la demanda de dólares. Este proceso puede convertirse en un círculo vicioso, con resultados potencialmente catastróficos para todo el sistema económico.

Una situación como la descrita antes no es ficticia ni poco probable, de hecho ya ha ocurrido antes. Si se observa el comportamiento de la serie Tcambio durante el período analizado (ver gráfico 4.7 en la sección 4.2.2) se pueden apreciar fuertes y aceleradas tendencias de depreciación de la moneda finalizando el año 2001, a mediados del año 2006 y a comienzos del año 2008, que coinciden con caídas importantes de la Bolsa colombiana. Estos procesos sistemáticos sólo se detuvieron con la intervención (en los tres períodos) del Banco de la República en el mercado cambiario, entrando a vender dólares para calmar el ánimo del mercado y estabilizar la moneda.⁷³

⁷² Como en el análisis hecho por López (2007) para el mercado mexicano.

⁷³ Complementando con otras medidas ante estas situaciones como el incremento en las tasas de interés.

De igual forma, podría especularse que los procesos de crecimiento acelerado de la Bolsa están altamente relacionados con la tendencia de apreciación del peso frente al dólar. Si se estudiara detalladamente la entrada de flujos extranjeros a Colombia y su direccionamiento hacia la Bolsa, y se encontrara que esta representa una proporción alta del volumen negociado, se podría establecer una alerta temprana sobre la ocurrencia de una crisis similar a la mexicana (guardando magnitudes y proporciones) en la década de los noventas, el llamado efecto tequila. No obstante, puede ser que la mayor parte de las inversiones en la Bolsa no provengan del extranjero, en cuyo caso serían los mismos inversionistas colombianos quienes se refugian en el mercado de divisas cuando las perspectivas no son buenas en el mercado accionario, o viceversa. Evaluar a profundidad esta relación implicaría desarrollar una investigación ciertamente más extensa que la que se está presentando, por lo cual sólo se puede dejar planteado el interrogante como una temática interesante para estudios futuros. No obstante, queda claro que el riesgo cambiario es valorado por los inversionistas locales, y entra en la baraja de los factores de riesgo sistemático junto con el riesgo internacional.

El tercer hallazgo relevante es haber encontrado significativo el efecto mes de mayo como factor de riesgo sistemático del mercado. Resulta complicado explicar el origen de esta anomalía del mercado, pero su determinación constituye también un punto de partida para futuras investigaciones en que se profundice en el estudio de las causas de la anomalía y la vinculación de esta a la ocurrencia de eventos específicos. Lo cierto es que de acuerdo a los datos evaluados, la beta de Mayo es de -0.0471, lo que representa que el rendimiento de la Bolsa es en promedio un 4.71% más bajo en el mes de mayo, frente a los demás meses del año.

Para concluir el análisis del primer modelo vale la pena destacar que el comportamiento futuro de los factores de riesgo encontrados podría ser analizado a través de los mercados de derivados, lo que permitiría hacer uso del modelo con fines de pronóstico. En el CME (*Chicago Merchantil Exchange*) se negocian futuros sobre el índice S&P500 con los que se podría tener una estimación adecuada del comportamiento del índice para sub-períodos de tres meses, y recientemente la BVC ha introducido en Colombia futuros del tipo de cambio COP/USD negociados sobre la TRM, con lo que se completaría la información necesaria para la estimación del pronóstico.⁷⁴

4.4.2 Segundo Modelo: Análisis de las Componentes Principales (ACP)

La estimación de las componentes principales se realizó con ayuda del software estadístico *PASW18* y los detalles del procedimiento del ACP y las regresiones se presentan en el Apéndice 1.2. En la tabla 4.6 se muestra la solución rotada de la matriz de componentes principales

⁷⁴ Aunque la tasa libre de riesgo debería ser estimada de forma aproximada a partir de estudios de tendencias económicas.

extraídas, en donde se observan los coeficientes de correlación de las variables originales con cada una de las nuevas componentes. Mediante el análisis de estos coeficientes se puede intentar apreciar qué fenómeno económico está explicando cada componente.

Tabla 4.6 Matriz Componentes Principales extraídas: solución rotada

Variables	Componente		
	1	2	3
R_Usa	.758		.151
R_Tcambio	-.715		
R_Cartera			.840
R_Reservas	.565		-.246
R_Interes	.188	.605	
R_WTI	.514	.420	.114
R2_M1		-.437	.705
R2_produccion	-.308	.515	
Inflacion		.648	-.226

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con PASW18

A partir del análisis de la solución rotada se definen las tres componentes calculadas así:

- **Primera Componente “factores de riesgo cambiario e internacional”**

Esta componente combina en proporciones altas una correlación positiva con el índice S&P500 de Estados Unidos y una correlación negativa con el tipo de cambio. Por esto, su nombre simboliza que la componente describe tanto el riesgo cambiario como el internacional. Además tienen una representación importante en la componente las variables Reservas, que puede ser vista como complementaria del riesgo cambiario, y Precio del petróleo WTI, que también es una fuente de riesgo internacional. La interpretación de los resultados que se obtengan sobre esta componente se realizará en función a estos dos ejes de riesgo, siendo complicado poder desagregarlo de forma particular en cada uno.

- **Segunda Componente “factores de riesgo macroeconómico”**

Teniendo en cuenta que las variables que tienen una mayor relación con esta componente son los tipos de interés y la inflación, y en menor medida la oferta monetaria M1, se ha definido que representa los factores de riesgo macroeconómico, aquellos cuyas variables observables son vigiladas dentro de la política de control monetario. La componente también incluye una relación importantes de con la producción, lo que le da el calificativo adicional a la segunda componente de representante del estado de la economía real del país.

- **Tercera Componente: “factor de riesgo de falta de liquidez en la economía”**

La tercera componente está claramente dominada por dos variables: la cartera del sector financiero y la oferta monetaria, por lo que se ha definido como el factor de riesgo

proveniente del sector financiero. Incluso, se puede afirmar que define exactamente el factor de riesgo de liquidez de la economía, por cuanto representa el dinero colocado en circulación por el Estado, y el dinero prestado por los bancos en su función de intermediación del ahorro y la inversión.

El análisis de regresión descartó que las componentes 2 y 3 fueran significativas para explicar los rendimientos de la Bolsa colombiana. Esto indica que el mercado accionario podría no estar reflejando la realidad de la economía nacional, ni respondiendo a los ajustes de la política económica que realiza el Banco de la República. La componente 1, que se mantuvo en la regresión por su alta significancia estadística, representa el riesgo internacional y el riesgo cambiario. Además de la primera componente, se probó la importancia del efecto mes-mayo en este modelo y resultó significativa (al igual que en el primer modelo). Los resultados de la regresión final del Segundo Modelo se presentan en la tabla 4.7

Tabla 4.7 Resultados del Segundo Modelo

Variables explicativas	Coefficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.02573	0.00544	4.73285	0.0000
Comp1	0.01959	0.00553	3.54391	0.0006
Mayo	-0.04129	0.01864	-2.21464	0.0290
Dummy1	-0.19505	0.05419	-3.59922	0.0005
Dummy2	0.16316	0.05379	3.03349	0.0031
Dummy3	-0.24260	0.05462	-4.44123	0.0000
Dummy4	-0.18982	0.05377	-3.53013	0.0006
Dummy5	-0.18602	0.05701	-3.26297	0.0015
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente		R_IGBC		
R-cuadrado	0.496770	Akaike info criterion	-2.949574	
R-cuadrado ajustado	0.462570	Schwarz criterion	-2.754292	
F-statistic	14.525410	Hannan-Quinn criter.	-2.870354	
Prob(F-statistic)	0.000000	Durbin-Watson stat	1.642804	

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con *Eviews7*

Se agregaron cinco variables dummy que ajustaban los términos de error del modelo estimado retirando el efecto de puntos de alta volatilidad. Las fechas para las que se usaron las variables ficticias fueron Octubre de 2001, Septiembre de 2004, Junio de 2006, Enero de 2008, y Octubre de 2008.

El Segundo Modelo representa, al igual que el Primero, la prima por el riesgo del mercado; en términos de ecuación se expresa de la siguiente forma:

$$[\text{EC.4.4}] \Delta IGBC - r = 0.02573 + 0.01959 * Comp1 - 0.04129 * Mayo + \sum_{i=1}^5 (\beta_i Dummy_i)$$

En este modelo se mantiene la estructura de generación de rendimientos en exceso a la tasa libre de riesgo del mercado, vinculándolos con un factor de riesgo sistemático, la Componente 1 definida como el factor de riesgo cambiario e internacional, y además influenciados por el descenso en los rendimientos debido al efecto-mes de Mayo. Las variables ficticias pueden ser omitidas en pronósticos (toman el valor de cero), al igual que en el primer modelo.

El análisis comparativo entre los dos modelos se aborda en dos aspectos: el “rendimiento autónomo del mercado” y el efecto mes de Mayo. El rendimiento autónomo visto sólo a partir de la constante del modelo es un poco más elevado en el modelo de componentes principales frente al primero, aunque la diferencia es realmente muy pequeña,⁷⁵ y por esto se puede establecer que el mercado accionario colombiano generó un rendimiento autónomo *ceteris paribus* de entre 2.4% y 2.6% mensual durante el período analizado.

Respecto al efecto-mes de Mayo, este presenta una magnitud más atenuada en el segundo modelo respecto al primero,⁷⁶ aunque sigue manteniendo un valor considerable. Lo importante es observar que los dos modelos no se contradicen, a partir de ambas metodologías se llega a la conclusión que sí existe un efecto-mes de Mayo en el mercado accionario de Colombia durante el período estudiado, que este efecto afecta de forma negativa los rendimientos haciendo que sean en promedio más bajos que en los demás meses del año, y que la magnitud de la disminución de los rendimientos es (como mínimo) de un 4.413% (la beta del segundo modelo).

El análisis numérico de los resultados sobre el factor de riesgo sistemático del Segundo Modelo resulta mucho más complejo que en el primer modelo donde se tenían las variables observables de forma directa. Como la Componente 1 es una variable por naturaleza no observada (al ser generada como una combinación lineal de otras variables), se hace imposible transformar los datos de forma inversa (regresar hacia las variables originales), por lo que la interpretación numérica de la Beta carece de sentido. Pese a esto, si es posible estudiar el hecho de que la beta de la componente 1 tenga signo positivo (+), pues esto indica que la influencia de las variables originales sobre los rendimientos del mercado accionario será reflejada por la componente 1 de forma directa según el signo de su coeficiente de correlación en la matriz de componentes. Estos coeficientes presentados antes en la tabla 4.6, son replicados a continuación para facilitar este análisis:

⁷⁵ En el primer modelo se tuvo una constante de 0.2397 frente a la de 0.2573 del segundo modelo.

⁷⁶ De -4.21% en el segundo modelo frente a -4.71% en el primero.

	ΔUsa	$\Delta Tcambio$	$\Delta Reservas$	ΔWTI	$\Delta(2)Producción$	$\Delta Interés$
Correlación con la Componente 1	+0.758	-0.715	+0.565	+0.514	-0.308	+0.188

Lo primero que se observa es que las variables más influyentes en la Componente 1 son los mismos factores de riesgo sistemático determinados en el Primer Modelo: el rendimiento del índice S&P500 de Estados Unidos y el rendimiento del Tipo de Cambio COP/USD. Con esto se tiene una confirmación sobre la importante influencia que ejercen estos dos factores sobre los rendimientos del IGBC, y se determina que son primordiales en la generación de la prima por el riesgo sistemático que deben entregar los pagos de los títulos de renta variable colombianos.

Después de estas dos variables, la siguiente en importancia dentro de la componente 1 es el cambio de las reservas internacionales del país. Como se ha dicho, esta es una variable de control macroeconómico que puede impactar en el tipo de cambio. Su influencia sobre la prima de riesgo del mercado es positiva, por lo que se deduce que el aumento en las reservas es interpretado como una buena señal por los inversionistas en la Bolsa colombiana. No se podrá precisar la magnitud de la influencia, pero está claro que es menor que la que ejercen las variables USA y Tipo de Cambio. Si se observa de forma conjunta las variables Reservas y Tipo de Cambio como representantes del Riesgo Cambiario, se puede concluir que este tiene un papel muy relevante dentro de los factores de riesgo sistemático. La relación contraria de signos en las correlaciones de Tcambio (-) y Reservas (+) es adecuada, debido a que la teoría económica establece que un nivel alto de reservas puede mantener controlado el tipo de cambio, evitando la depreciación de la moneda.

Se había observado antes que la serie de precio del barril de crudo mantenía una relación de cointegración con el IGBC, pero en el primer modelo no se encontró que en términos de rendimientos esta relación fuera significativa; sin embargo, WTI es una variable relevante dentro de la Componente 1 (con una correlación mayor a 0.5), y por esta razón el segundo modelo concilia los resultados con análisis de cointegración, al incorporar la influencia positiva del cambio en los precios del petróleo sobre los rendimientos del mercado accionario⁷⁷.

Finalmente, las variables Producción e Intereses aparecen en la cola con una correlación más baja frente a la componente 1 en comparación con las demás variables. Dejando a un lado el análisis de magnitudes, que no son observables, los hallazgos sobre la dirección (signo) de las influencias sobre los rendimientos son interesantes. En primer lugar, se determina que el cambio en los rendimientos del índice de producción nacional⁷⁸ tiene una influencia negativa en los rendimientos del mercado accionario. Este es un signo inesperado, toda vez que la relación entre la economía real y los rendimientos en Bolsa deberían ser similares si el mercado

⁷⁷ La influencia se observa de forma indirecta a través de la Componente 1.

⁷⁸ Se recuerda que esta es una variable trabajada en segundas diferencias de acuerdo a lo expuesto en [4.2.2].

accionario fuera representativo del sector empresarial. No parece existir evidencia de que el mercado accionario colombiano responda a la realidad económica del país, y esto coincide con lo encontrado en otros estudios del contexto colombiano, como el realizado por Uribe (2007).

El signo de la variable Interés es positivo en la componente 1, por lo que el incremento de las tasas de interés tiene un efecto positivo sobre los rendimientos de la Bolsa, lo que constituye otro hallazgo fuera de lo normal para la Bolsa colombiana. Un incremento en las tasas de interés representa un mayor pago de los instrumentos de renta fija, y esto debería mover los capitales hacia la Deuda en lugar de la Renta Variable, pues se esperaría que la prima por el riesgo del mercado accionario se hiciera más pequeña; por esta razón, el comportamiento encontrado no es el esperado para un mercado accionario desarrollado. Una posible explicación de la relación positiva es observar las tasas de interés como otra variable del factor de riesgo cambiario, ya que el incremento en las tasas puede ser utilizado como herramienta de control del Banco Central para frenar los procesos de devaluación. En este caso, se tendría una tripleta de variables dentro de la primera componente representando el riesgo cambiario como factor de riesgo sistemático: el Tipo de Cambio, las Reservas Internacionales y las Tasas de Interés.

El segundo modelo, construido a partir del Análisis de las Componentes Principales, permitió observar la influencia de un mayor número de variables frente a los rendimientos del mercado accionario colombiano. Esta influencia no pudo ser determinada en magnitud, pero si se observó la dirección del impacto (inverso o directo) a través de la componente 1. A partir del análisis se puede concluir que los factores que generan la prima por el riesgo sistemático del mercado accionario colombiano tienen origen en dos fuentes de riesgo:

- El riesgo Cambiario, visto a través del tipo de cambio, y de otras variables como las reservas internacionales y las tasas de interés.
- El riesgo Internacional, visto a través del estado del mercado accionario norteamericano y de los precios del petróleo.

Finalmente, no se encontraron evidencias que las variables que representan el estado real de la economía nacional, en el sector industrial y financiero, tengan influencia en la prima de riesgo del mercado, y por esto se puede afirmar que el mercado accionario colombiano es un mercado de alto riesgo (volatilidad) que brinda la oportunidad de obtener importantes rendimientos, pero no parece cumplir aún el objetivo de ser una alternativa real para el financiamiento de la industria nacional.

5. CONCLUSIONES

La teoría financiera establece que en la toma de decisiones de inversión se debe tener en cuenta dos aspectos fundamentales: el rendimiento esperado y el riesgo de la inversión; la relación entre estos factores es directa, implicando que las inversiones con mayor nivel de riesgo deberían ofrecer mayor rendimiento para compensar la exposición al riesgo. Por esto, el nivel de incertidumbre sobre el resultado de una inversión es el factor clave al momento de tomar decisiones financieras, y el conocimiento de los elementos que impactan en los rendimientos esperados es fundamental para realizar un adecuado análisis del riesgo, en el que se observen las consecuencias del desarrollo de un proyecto dentro de un determinado entorno económico.

Este análisis es abordado por los modelos de valoración de activos de capital, los cuales parten del análisis del comportamiento individual que hace la teoría financiera, para establecer el principio de que los inversionistas son racionales y, por lo tanto, adversos al riesgo, y de esta forma determinar las relaciones riesgo – rendimiento a partir de modelos de media – varianza que permiten valorar el riesgo sistemático como generador de rendimientos. De acuerdo a estos modelos, el riesgo intrínseco se hace irrelevante, por cuanto la diversificación permite reducirlo al máximo; es por esto que la importancia del estudio del riesgo sistemático radica en que este impacta en el resultado de cualquier proyecto desarrollado dentro de un sistema económico, y por esta razón conocer los factores de riesgo sistemático de un entorno representa mejorar la calidad de la información disponible para la toma de decisiones de inversión.

Bajo este contexto, los modelos multifactoriales de valoración de activos establecen que el rendimiento esperado de un activo se puede explicar por el cambio en múltiples factores de riesgo, y la relación de estos factores con el rendimiento se calcula a partir de un modelo lineal que determina la Beta de cada factor, que se convierte en la mejor unidad de medida del riesgo sistemático para un mercado de capitales. Los modelos multifactoriales son más robustos que el tradicional CAPM porque abordan el estudio del riesgo sistemático desde diversos enfoques, superando la restricción de un solo factor.

En esta tesis se desarrolló un modelo multifactorial en términos de excedentes a la tasa libre de riesgo, determinando así la prima de riesgo del mercado accionario colombiano durante el período de 2001 a 2010, en función a diversas variables económicas como el tipo de cambio, el índice S&P500 de EEUU, la inflación, la producción, las reservas internacionales, el precio del petróleo WTI, las tasas de interés, la oferta monetaria, y la cartera del sector financiero. Siguiendo los principios de la Teoría del Portafolio y el CAPM,

se estableció que la utilización de un índice amplio como el IGBC era una buena aproximación al portafolio de mercado, y de esta forma la diversificación propia del índice redujo al máximo el riesgo intrínseco. A partir del desarrollo empírico se pudo concluir que la prima de riesgo del mercado tiene una fuerte relación con dos de las variables estudiadas en términos de rendimientos: el Índice S&P500 de los Estados Unidos, con el que existe una relación directa, y el Tipo de Cambio COP/USD, que presenta una relación inversa con los precios de la Bolsa. El coeficiente de determinación del modelo desarrollado fue de 0.42. De esta forma, uno de los principales aportes de esta tesis es determinar que el riesgo sistemático del mercado accionario colombiano responde a factores de riesgo internacional y a factores de riesgo cambiario.

El riesgo internacional fue relacionado de forma directa con el estado de la economía de los Estados Unidos, por ser este el primer socio comercial de Colombia. Su impacto en los rendimientos de la Bolsa fue el más considerable, y su beta tiene signo positivo; por esta razón se estableció que existe una relación directa entre los rendimientos de las Bolsas norteamericanas y la Bolsa colombiana. Esta relación podría profundizarse en los próximos años si se aprueba el tratado de libre comercio entre ambas naciones, llevando a la economía del país a una dependencia más generalizada de su socio del norte. Sin embargo, en el momento actual la beta de este factor de riesgo sistemático es de 0.42, lo que representa que por cada punto porcentual que se mueve el mercado norteamericano, el mercado colombiano varía en la misma dirección un 0.42%; por esta razón se puede decir que el mercado colombiano atenúa los resultados del norteamericano, siendo afectado de forma menos severa por la ocurrencia de crisis externas, en comparación a otros mercados del entorno, como por ejemplo el mexicano.

Respecto al riesgo cambiario, este constituyó un factor de riesgo sistemático para las inversiones en Bolsa con una beta negativa, representando una relación inversa entre los rendimientos del tipo de cambio y de las acciones, con una beta calculada de -0.34. Esta investigación determinó que los procesos de apreciación de la moneda colombiana frente al dólar norteamericano son generadores de pagos dentro de la prima de riesgo del mercado, y por esta razón aumentan los rendimientos esperados del mercado accionario; por consiguiente, al presentarse depreciaciones de la moneda se afectan negativamente los rendimientos de la Bolsa, y esto se atribuye a la salida de capitales de la renta variable hacia el mercado cambiario para proteger el valor de las inversiones. A partir de este análisis se concluyó que Colombia debe prestar especial atención a la entrada excesiva de capital especulativo y golondrino a la Bolsa de Valores, en la medida en que este podría llegar a desestabilizar la economía de forma sistémica a partir de una salida en desbandada que puede afectar el tipo de cambio. La recomendación que se hace en este

aspecto es regular la salida de capitales del país, sin llegar a un control excesivo que repercuta en pérdida del atractivo para las inversiones internacionales.

Es evidente que ambos factores de riesgo sistemático tienen relación con los Estados Unidos, aunque desde perspectivas diferentes: el tipo de cambio depende de la interacción de ambas economías, en tanto que el índice S&P500 de Estados Unidos depende sólo de factores propios de su economía. Dicho de otra forma, Estados Unidos es importante para Colombia, pero esto no implica que la relación ocurra en el sentido inverso. Este trabajo dejó evidencias claras sobre esta relación de dependencia, y permitió concluir que las inversiones en la Bolsa se encuentran condicionadas fundamentalmente por la interacción de la economía colombiana con la norteamericana y, por lo tanto, la alternativa de diversificación internacional de portafolios que contemple ambos mercados debería ser complementada con inversiones en otros mercados globales que se encuentren menos correlacionados.

Un aspecto interesante de los hallazgos de esta investigación es observar que los factores con que se modeló el riesgo sistemático pueden ser seguidos a través del mercado de derivados, pues el índice S&P500 tiene futuros y opciones que se negocian en el *Chicago Mercantile Exchange*, y el tipo de cambio COP/USD tiene futuros que se negocian en la Bolsa colombiana desde el año 2009. De esta forma, se concluye que el modelo multifactorial es una herramienta adecuada y práctica para el análisis de la información y el riesgo sistemático del mercado accionario colombiano, superando las expectativas planteadas en la definición de los factores, al incorporar la posibilidad de ajustar predicciones basándose en los mercados de derivados.

Además del estudio de las fuentes de riesgo sistemático, se encontró que durante la última década los rendimientos de la Bolsa colombiana presentaron una anomalía de orden mensual que se denominó *Efecto Mes de Mayo*. A partir de este hallazgo se concluyó que los rendimientos entregados por las acciones colombianas durante los meses de mayo presentan una disminución anormal cercana al 4% frente a los demás meses del año, sin que exista ninguna razón aparente para que esto ocurra. El hallazgo de esta anomalía pone en duda la eficiencia del mercado accionario colombiano, y constituye un tópico de investigación abierto para futuros proyectos donde se contraste el cumplimiento de la hipótesis de eficiencia del mercado en sus tres formas (débil, semi-fuerte y fuerte) y se determine la presencia de otras anomalías en períodos de estudio diferentes.

A partir del análisis de componentes principales, se pudo determinar que existían otros factores de riesgo sistemático que impactan los rendimientos de la Bolsa; sin embargo, la

influencia de estos es menor a la de los dos factores analizados antes, y no pudo ser observada en una regresión directa. Estos factores fueron: las Reservas Internacionales, el precio del petróleo WTI y las tasas de interés en términos de rendimientos, así como la Producción de la Industria Nacional, en términos de cambios del rendimiento de este índice.

En cuanto a las Reservas Internacionales, se encontró una relación positiva con los rendimientos del mercado accionario, y se concluyó que esta variable recogía también el impacto del riesgo cambiario sobre la Bolsa, pues existe una relación entre el aumento de las reservas y los procesos de apreciación de la moneda. En el caso de las tasas de Interés, se evidenció una relación débil aunque positiva con los rendimientos de la Bolsa, que también se enmarcó dentro del riesgo cambiario, pues el incremento en las tasas de interés es una medida clásica de los bancos centrales para frenar procesos de depreciación de la moneda. De esta forma se confirmó el vínculo estrecho e inverso entre el rendimiento de la Bolsa y el rendimiento del mercado cambiario, que durante el período analizado llegó a provocar intervenciones indirectas del Banco de la República para estabilizar la moneda, utilizando herramientas como la compra o venta del dólar (dependiendo del tipo de inestabilidad), y por consiguiente afectando las reservas internacionales, así como incrementando los tipos de interés para defender la moneda ante procesos de depreciación muy fuertes y acelerados.

Respecto al rendimiento del precio del petróleo WTI se encontró una relación positiva con los rendimientos de la Bolsa, la cual es correspondiente con la importancia del sector de hidrocarburos en la economía nacional, que es impulsada actualmente por la bonanza en los sectores petrolero y minero. Esto se ve reflejado en la relevancia de la acción de la Empresa Colombiana de Petróleos dentro de la Bolsa de Colombia, que representa más del 18% del valor del IGBC. La relación va más allá del modelo multifactorial de riesgo sistemático desarrollado, por cuanto se comprobó que el precio del petróleo WTI y el Índice General de la Bolsa de Colombia están cointegrados, lo que permite concluir que estas series mantienen una relación de equilibrio en el largo plazo, y descubre nuevamente la importancia de la exposición al riesgo internacional al que están sometidos los títulos que cotizan en la Bolsa colombiana.

La ecuación cointegrante entre WTI e IGBC constituye un aporte importante de esta investigación, y a nivel predictivo puede brindar una idea del rumbo que tomarán los precios de la Bolsa, haciendo la salvedad de que en horizontes de corto plazo se pueden presentar desequilibrios. Al igual que en el caso de los factores de riesgo del modelo multifactorial, se puede hacer uso del mercado de derivados para hacer pronósticos sobre la tendencia de los precios de las acciones en la bolsa colombiana partiendo de la

cotización de los futuros sobre el barril de petróleo WTI que se negocian en Chicago. Una ventaja adicional de la regresión cointegrante frente al modelo multifactorial es que en el mercado de futuros del petróleo se negocian títulos de plazos considerablemente largos (incluso de hasta 10 años), y esto facilitará pronosticar tendencias de largo plazo sobre los precios de la Bolsa, en donde se esperaría que la relación de cointegración lleve al equilibrio. No se está concluyendo con esto que se tiene la última palabra sobre los precios de las acciones en Colombia, sino que los resultados de los modelos pueden ser utilizados para pronosticar tendencias, más allá de valores puntuales. En conclusión, el modelo cointegrante WTI-IGBC es otra herramienta que aporta esta investigación para tener un mayor nivel de información en la toma de decisiones bajo incertidumbre sobre el mercado accionario colombiano.

Aunque la relación con el precio del petróleo WTI evidencie un lazo entre un sector real de la industria, el petrolero, y la Bolsa, ninguna de las demás variables analizadas pudo comprobar que esta relación fuera amplia. De hecho, se descartó la importancia de variables como la inflación y la cartera de crédito de las instituciones financieras con los rendimientos de la Bolsa. El factor del cambio en el rendimiento del índice de producción nacional mostró una relación negativa con el rendimiento de la Bolsa, por lo que se concluyó que el mercado accionario no parece ser representativo de todos los sectores de la industria nacional. A partir de esta conclusión, se refuerza la idea de que la emisión de acciones no es considerada aún como una opción válida para el financiamiento en Colombia. Esto se sustenta no sólo en la evidencia empírica, pues a partir del análisis del contexto de desarrollo histórico-político de Colombia se pudo evidenciar que el modelo de desarrollo del país fue orientado en las primeras décadas del siglo XX por la misión Kemmerer de acuerdo con los lineamientos del modelo Renano, en el cual las instituciones Bancarias son fundamentales dentro del sistema económico cumpliendo el papel de intermediarios entre el ahorro y la inversión, y se relega a un segundo plano al mercado de capitales como alternativa de financiamiento empresarial.

Por esto, a pesar que la existencia de Bolsas de Valores en Colombia data de la misma época en que se empezó a dar estructura al sistema financiero nacional, su alcance no es considerable si se compara con la influencia de la Banca Comercial dentro de la economía real. Otro factor a considerar es la inestabilidad política que caracterizó varios períodos de la historia nacional, y que a nivel económico es una fuente de barreras hacia la apertura de la propiedad de las empresas a través de la emisión de acciones, bien sea porque la situación de riesgo no es propicia para atraer inversiones, o porque los fondos de las inversiones pueden tener orígenes dudosos. En cualquiera de los casos, estas situaciones se han tornado favorables para que la solidez del sistema bancario colombiano se haya

convertido en un aspecto fundamental de la economía, y la consolidación de la Bolsa de Valores haya pasado a un segundo plano.

La Bolsa de Valores de Colombia ha vivido un crecimiento espectacular durante la última década, que le ha representado pasar a ocupar el cuarto lugar regional, reportando importantes valorizaciones en los títulos negociados. No obstante, el número de empresas que cotizan ha permanecido casi igual durante el mismo período, y esto refuerza la conclusión de que no se ha conseguido tener una representatividad real de la economía nacional en el mercado accionario, como se ha observado en el desarrollo empírico. Pese a esto, desde el punto de vista de oportunidades de inversión, la BVC es sin duda un referente en el contexto Latinoamericano, y el proyecto de integración con los mercados chileno y peruano potenciará las oportunidades, por lo que se auguran mayores opciones de conformación de portafolios expuestos a menores niveles de volatilidad.

El estudio del riesgo en el mercado accionario colombiano ha sometido a comprobación la hipótesis de la existencia de factores de riesgo sistemático que explican la prima de riesgo del mercado, validándola para los factores de riesgo internacional y cambiario que impactan sobre los rendimientos de la Bolsa, y rechazándola para variables de orden macroeconómico relevantes en otros mercados, tales como la inflación, la oferta monetaria, las tasas de interés y la producción nacional. Se han alcanzado, de esta forma, todos los objetivos planteados al inicio de esta investigación. Queda abierta ahora la posibilidad de ahondar en nuevos proyectos de investigación sobre el impacto que tendrá la integración planteada para los mercados regionales, y los nuevos retos que este proceso implica para el análisis de las inversiones. Este tipo de investigaciones deberán ser reevaluadas con frecuencia para ajustarse a los cambios en la forma en que los mercados incorporan la información existente y valoran los factores de riesgo sistemático, pues este es un proceso continuo que seguirá avanzando de forma acelerada debido a la globalización financiera, consolidándose en el contexto regional latinoamericano a través de proyectos de integración que ofrecerán nuevas y mayores oportunidades de inversión.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ARBELAEZ, María; ZULUAGA, Sandra y GUERRA, Martha. 2002. *El mercado de capitales colombiano en los noventa y las firmas comisionistas de Bolsa*. Bogotá: Fedesarrollo.
- BASTIDAS, Alexander. 2008. Incertidumbre de la prima de riesgo del mercado accionario de Colombia 1991 – 2007. *Perfil de Coyuntura Económica*, 12 (Dic). 159–178. Medellín: Universidad de Antioquia.
- BERNAL, Humberto y ORTEGA, Byron. 2004. *¿Se ha desarrollado el mercado secundario colombiano de acciones durante el período 1988 – 2002?*. Monografía de grado en Economía. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- BELUCHE, Olmedo. 2003. *La verdadera historia de la separación de 1903. Reflexiones en torno al centenario*. Panamá: Imprenta Articsa.
- BODIE, Zvi y MERTON, Robert. 2003. *Finanzas*. México: Pearson Educación.
- BRAINARD, William y TOBIN, James. 1968. Pitfalls in financial model building. *American Economic Review*, Vol LVIII.
- BUCIO, Christian. 2009. *Factores Macroeconómicos, Riesgo Sistemático e Integración de los mercados de capitales del TLCAN*. Tesis de Maestría en Economía. México: UNAM.
- CHEN, Nai Fu; ROLL, Richard y ROSS, Stephen. 1986. Economic Forces and the Stock Market. *Journal of Business*, 59. 386-403.
- CHENG, Arnold. 1995. The UK stock market and economic factors: a new approach. *Journal of Business Finances and Accounting*, 22(1) January.
- ENGLE, Robert F. y GRANGER, C. W. J. 1987. Co-Integration and Error Correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica*, Vol. 55 No. 2 (March). 251-276.
- ESCUDERO, María Eugenia. 1998. Modelización de la rentabilidad en los mercados de valores. *Documentos de Econometría Aplicada*, No. 14. Working Paper Universidad de Santiago de Compostela.
- ESCUDERO, María Eugenia. 2000. *Análisis del comportamiento de los títulos en la bolsa española: un modelo de valoración de acciones*. Tesis Doctoral en Ciencias Económicas. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- FAMA, Eugene. 1976. *Foundations of Finance*. New York: Basic Books. En ORTIZ, 2009.
- FAMA, Eugene y FRENCH, Kenneth. 1993. Common risk factors in stock and bond returns. *Journal of Financial Economics*, 33. 3-56.

- FAMA, Eugene y FRENCH, Kenneth. 1996. Multifactor explanation of asset pricing anomalies. *Journal of Finance*, 51. 55-84.
- FREIXAS, X. y RUBIO, G. 1989. *Inflation and stock returns: evidence from the Spanish market*. FEDEA Documento 89 – 08.
- GAVIRIA Ríos, Mario. 2005. *Capital humano, complementariedades factoriales y crecimiento económico en Colombia*. Pereira: Universidad Católica Popular de Risaralda.
- GIRÓN, Alicia y CORREA, Eugenia. 1999. *Mercados financieros globales: desregulación y crisis financiera*. México: UNAM
- GIRÓN González, Alicia. 2005. *Crisis Financieras*. Instituto de Investigaciones Económicas. México: UNAM
- GOLSMITH, Raymond. 1969. *Financial structure and development*. New Haven: Yale University. En Ortiz, 2009.
- GROENEWOLD, N. y FRASER, P. 1997. Share prices and macroeconomic factors. *Journal of Business Finance and Accounting*, Vol. 24, No. 8 – 9. pp. 1367 – 1384.
- GUJARATI, D. y PORTER, C. 2009. *Econometría*. 5ta edición. México: McGraw Hill.
- GURLEY, John y SHAW, Edward. 1955. Financial aspects of economic development. *American Economic Review*, Vol XLV.
- KALMANOVITZ, Salomón. 2003. *Economía y nación: una breve historia de Colombia*. Bogotá: Editorial Norma.
- KOUTOULAS, George y KRYZANOWSKI, Lawrence. 1996. Macrofactor conditional volatilities, Time-Varying Risk Premia and Stock Return Behavior. *Financial Review*, 31. 169 – 195.
- LEVINE, Ross. 1997. Financial development and economic growth: views and agenda. *Journal of Economic Literature*, No. 35.
- LINTNER, John. 1962. Dividends, Earnings, Leverage, Stock prices and the Supply of Capital to Corporations. *Review of Economics and Statistics*. En LÓPEZ, 2006.
- LINTNER, John. 1965. The valuation of risk asset and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, No. 47 (1). 13-37
- LÓPEZ Herrera, Francisco. 2000. *Rendimiento y Riesgo en la Bolsa Mexicana de Valores*. Tesis de Maestría en Finanzas. México: UNAM.
- LÓPEZ Herrera, Francisco. 2006. *Factores macroeconómicos y Riesgo Sistemático: Modelos multifactoriales de los mercados de capitales del TLCAN*. Tesis de Doctorado en Economía. México: UNAM.
- LÓPEZ Herrera, Francisco y VÁZQUEZ, Francisco. 2002. Un Modelo de la APT en la Selección de Portafolios Accionarios en el Mercado Mexicano. *Contaduría y Administración*, no. 206 (Julio). 9 - 30

- MARKOWITZ, Harry. 1952. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, No. 7 (March). 77-91.
- MARKOWITZ, Harry. 1959. *Portfolio Selection, efficient diversification of investments*. New York: John Wiley and Sons.
- McKINNON, Ronald. 1973. *Money and capital in economic development*. Washington DC: Brookings Institution. En ORTIZ et ál., 2009.
- MACKINNON, James G. 1991. *Critical Values for Cointegration Tests*. En R.F. Engle y C. W. J. Granger (eds), *Log-run Economics relationships: Reading in cointegration*, Oxford University Press, Oxford. 267–276.
- MACKINNON, James G. 1996. Numerical distribution functions for Unit Root and Cointegration Tests. *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 11 No. 6 (Nov.-Dec.). 601-618.
- MENDEZ, Roberto. 2003. *Verdades y “medias verdades” sobre la separación de Panamá de Colombia*. En Publicación Seriada Tareas, Nro. 114, mayo-agosto 2003. Ceta, Panamá. pp. 133-140.
- MÉNDEZ Montaña, Saúl. 2008. *Los efectos macroeconómicos a través de factores de riesgo sistemático en la valoración de activos financieros en ausencia de arbitraje*. Tesis de Maestría en Economía. México: UNAM.
- MERTON, Robert. 1973. An intertemporal capital asset pricing model. *Econometrica*, 41 (5). 867 – 888.
- MILLER, Merton y MODIGLIANI, Franco. 1961. Dividend policy, growth, and the valuation of shares. *Journal of Business*, October. 411 – 433
- MOSIN, Jan. 1966. Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica*, 34 (4). 768–783.
- NIETO, B. 2001. *Los modelos multifactoriales de valoración de activos: un análisis empírico comparativo*. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas. V-3775
- ORTIZ, Edgar. 2009. Finanzas y Productos Derivados. Contratos Adelantados, Futuros, Opciones, Swaps. *Mimeo*. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. México: UNAM.
- ORTIZ, Edgar; CABELLO, Alejandra; y LÓPEZ, Francisco. 2007. *Mercados de capital emergentes y desarrollo e integración*. En GIRON, Alicia; CORREA, Eugenia. 2007. Del Sur hacia el Norte: Economía política del orden económico internacional emergente. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Buenos Aires. Octubre-2007.
- OSUNA, Diana. 2009. *Petróleo y mercado accionario en Colombia: evidencia empírica de una ruptura en la relación de largo plazo*. Tesis de Maestría en Finanzas. Cali: Universidad Icesi.

- PÉREZ-CARBALLO, Juan. 2007. *Rentabilidad Bursátil y prima de riesgo de mercado*. Santiago de Compostela: Escuela de negocios Caixanova.
- PNUD. 2009. Colombia: Desarrollo Humano. *Informes de desarrollo humano PNUD 1991 – 2009*. Disponible en: <http://www.saludcolombia.com/actual/Salud%2084/Colombia%20IDH.pdf>
- QI, Min y MADDALA, G. S. 1999. Economic factors and the stock market: a new perspective. *Journal of Forecasting*, 18. 151 – 166.
- RAMIREZ, Juan y SANDOVAL, Rogelio. 2003. Una propuesta para evaluar pronósticos de rendimientos de acciones cuando las distribuciones normales empíricas no son normales estacionarias. *Estudios económicos*, Vol. 18 No. 2 (36) (Jul. – Dic.). 237 -277. Publicado por El Colegio de México.
- REALPE Durán, Sonia. 2007. *Evolución conceptual de los paradigmas de las decisiones individuales: revisión a la teoría de la decisión en los postulados de John Von Neumann y Oskar Morgenstern, Maurice Allais, Daniel Kahneman y Amos Tversky*. Tesis de Grado en Economía. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- RODRÍGUEZ De Prado, Francisco y AMIGO Dobaño, Lucy. 2002. El problema de identificación de índices de referencia en los fondos de inversión de renta fija: desarrollo de una técnica alternativa para su selección. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 8, No. 1. 135 – 150.
- RODRÍGUEZ De Prado, Francisco y AMIGO Dobaño, Lucy. 2004. Influencia de las estacionalidades diarias sobre la rentabilidad y riesgo de las empresas en el nuevo mercado español. *Revista europea de dirección de empresa y economía de empresa*, Vol. 13 no. 1. 155 – 170.
- ROJAS, Armando. 2000. *Mercados Financieros Internacionales: Globalización Financiera y Fusiones Bancarias*. Seminario de Actividad Económica – Cátedra de Economía y Política. Bogotá: Universidad de Los Andes.
- ROSS, Stephen A. 1976. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory*, 13 (december). 341-360.
- ROSS, S.; WESTERFIELD, R.; y JAFFE, J. 2009. *Finanzas corporativas*. México: McGraw-Hill.
- SANCHEZ, Fabio; DIAZ, Ana María y FORMISANO, Michel. 2003. *Conflicto, violencia y actividad criminal en Colombia: un análisis espacial*. Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico –CEDE. Bogotá: Universidad de los Andes.
- SHARPE, William F. 1963. A simplified model for Portfolio Analysis. *Management Science*, Vol. 9, No. 2 (January). 277 – 293.
- SHARPE, William F. 1964. Capital Asset Prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, 19 (3). 425 – 462.

- SURIÑACH, Jordi; ARTÍS, Manuel; LÓPEZ, Enrique; y SANSÓ, Andreu. 1995. *Análisis económico regional: Nociones básicas de la teoría de la cointegración*. Barcelona: Universat de Barcelona y Antoni Bosch editor.
- STIGLITZ, Joseph. 1985. Credit markets and the control of capital. *Journal of Money, Credit and Banking*, 17.
- URIBE, Jorge Mario. 2007. Caracterización del Mercado accionario Colombiano, 2001 – 2006: un análisis comparativo. *Borradores de Economía*, No. 456. Bogotá: Banco de la República de Colombia.
- VAN DEN GOORBERGH, Rob; DE ROON, Frans y WERKER, Bass. 2003. Economic hedging portafolio. *Working Paper*. Finance department and center for economic research. Tilburg University. Tilburg. En LÓPEZ, 2006.
- VERA Trejo, Alejandro. 2010. Apuntes de clase de Mercados de dinero, capitales y divisas. *Mimeo*. Posgrado de Ingeniería. México: UNAM
- VON NEUMANN, J. y MORGENSTERN. 1944. The theory of games and economics behavior. Princeton, NJ: Princeton University Press. En ORTIZ, 2009.
- WAGNER, W. H. y S. C. LAU. 1971. The Effect of Diversification on Risk. *Financial Analyst Journal*, 27 November - December. 48-53.

PÁGINAS WEB

- BANCO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, < <http://www.banrep.gov.co/>>
- BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA, <<http://www.bvc.com.co/>>
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DE COLOMBIA – DANE, < <http://www.dane.gov.co/>>
- FEDERACIÓN IBEROAMERICANA DE BOLSAS, < <http://www.fiabnet.org/>>
- MERCADO INTEGRADO LATINOAMERICANO, <<http://mercadointegrado.com/>>
- U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, <<http://www.eia.doe.gov/>>
- YAHOO, <<http://finance.yahoo.com/>>
- WORLD FEDERATION OF EXCHANGES, < <http://www.world-exchanges.org/>>

APÉNDICE 1. ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS DE REGRESIÓN

Apéndice 1.1. Estimación del Primer Modelo

Para estimar el primer modelo se utilizó la regresión paso a paso. Inicialmente se estimó una regresión con todas las variables consideradas, y se verificó que la regresión cumpliera con criterios de correcta especificación como la ausencia de multicolinealidad entre las regresoras. A partir de esto se descartaron las variables una a una de acuerdo al nivel de significancia individual que asumieron en la regresión. En este orden, se eliminaron las siguientes variables del modelo:

1. Oferta Monetaria M1
2. Enero (efecto mes)
3. Inflación
4. Producción
5. Rendimientos rezagados del mercado – IGBC(-1)
6. Reservas Internacionales
7. Precio del Petróleo WTI
8. Junio (efecto mes)
9. Intereses
10. Octubre (efecto mes)

Se estuvo ante la presencia de un modelo aparentemente óptimo al que denominaremos *preliminar1*, que incluyó como variables explicativas USA, Tcambio, Cartera y Mayo efecto mes), con los coeficientes que se muestran en la tabla A.1.1.

Tabla A.1.1. Resultados de la regresión *Preeliminar1*

Variables explicativas	Coefficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.02203	0.00714	3.08471	0.0026
R_USA	0.50043	0.13815	3.62230	0.0004
R_CARTERA	-0.87170	0.51336	-1.69804	0.0924
R_TCAMBIO	-0.39108	0.20630	-1.89571	0.0607
MAYO	-0.04200	0.02291	-1.83340	0.0695
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente	R_IGBC (Prima de Riesgo del Mercado)			
R-cuadrado	0.224870	Akaike info criterion		-2.578321
R-cuadrado ajustado	0.195893	Schwarz criterion		-2.456959
F-statistic	7.760319	Hannan-Quinn criter.		-2.529081
Prob(F-statistic)	0.000016	Durbin-Watson stat		1.924102

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

Las regresiones *stepwise* siguen un algoritmo que garantiza encontrar las variables relevantes entre un grupo amplio (como en este caso), pero no que el modelo obtenido cumpla con los supuestos de la estimación por MCO. Por ello se debió verificar que *preeliminar1* pasara las pruebas básicas de especificación. Se descartó primero que *preeliminar1* tuviera problemas de multicolinealidad, revisando el determinante de la matriz de correlación de las variables, y los coeficientes de inflación de varianza. Sobre los términos de error del modelo se aplicaron pruebas para determinar si cumplían con los supuestos fundamentales: normalidad, homoscedasticidad y ausencia de correlación serial. El test de White para detectar presencia de heteroscedasticidad indicó que la varianza de los términos de error del modelo no era constante, por lo tanto, no se podía tener confianza sobre los errores de los coeficientes estimados por MCO, así como de los valores del estadístico *t* para cada variable, por lo cual las pruebas de hipótesis sobre la validez de estos coeficientes no fueron concluyentes.

La solución a este problema fue calcular nuevamente la regresión *preeliminar1* utilizando el método de varianzas y errores estándar consistentes con heteroscedasticidad de White⁷⁹, el cual entrega los mismos estimadores de los MCO, pero calcula errores estándar robustos que cambian el valor del estadístico *t* de cada variable, dejando ver su significancia real (que en los cálculos originales podría estar escondida tras el problema de heteroscedasticidad). El resultado más importante de esta prueba fue que el estadístico *t* de la variable *cartera* paso de ser -1.69804 [0.0924] a -1.18898 [0.2371], con lo cual se tuvo certeza de que esta variable debía ser retirada del modelo final.

Tabla A.1.2. Resultados de la Regresión *Preeliminar2*

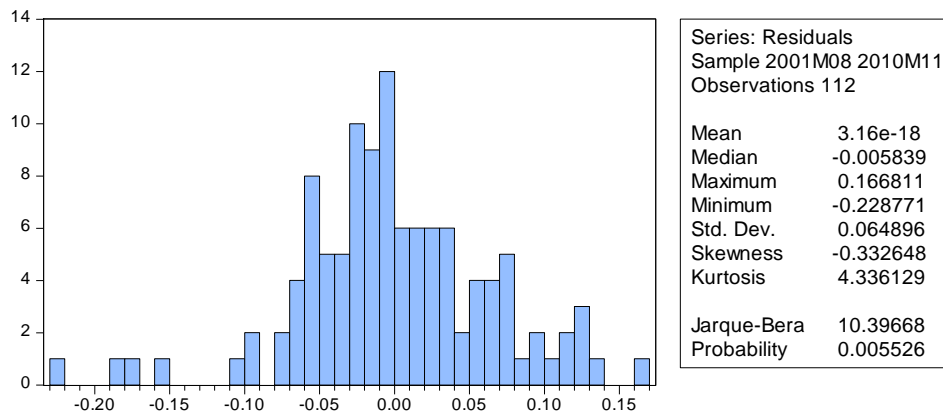
Variables explicativas	Coefficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.01970	0.00707	2.78678	0.0063
R_USA	0.49421	0.13930	3.54777	0.0006
R_TCAMBIO	-0.41541	0.20759	-2.00116	0.0479
MAYO	-0.04494	0.02304	-1.95002	0.0538
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente	R_IGBC (Prima de Riesgo del Mercado)			
R-cuadrado	0.203982	Akaike info criterion		-2.569588
R-cuadrado ajustado	0.181870	Schwarz criterion		-2.472499
F-statistic	9.225113	Hannan-Quinn criter.		-2.530196
Prob(F-statistic)	0.000017	Durbin-Watson stat		1.865170

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

⁷⁹ Sobre este método véase: GUJARATI, D. y PORTER, C. 2009. *Econometría*. 5ta edición. México: McGraw Hill. Capítulo 11. pp 391.

De acuerdo a esto, se construyó un nuevo modelo de regresión que denominaremos *preeliminar2*, donde se incluyen como variables explicativas USA, Tcambio y Mayo. Sobre este modelo se realizaron todas las pruebas de rigor, encontrando solamente que los residuos del término de error no se distribuían de forma normal, de acuerdo a la prueba Jarque –Bera (ver gráfico A.1.1). Las pruebas para detección de multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelación no mostraron que el modelo *preeliminar2* tuviera alguno de estos problemas.

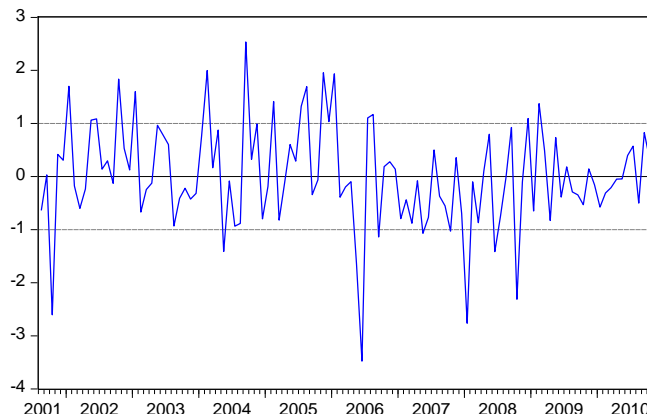
Gráfico A.1.1. Histograma de los residuos del término de error en el modelo *preeliminar2*



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

Como se aprecia en el histograma, la falta de normalidad en la distribución de los residuos se debía muy probablemente a la presencia de valores extremos. Esto se verificó en el gráfico A.1.2 donde muestra la serie de términos de error de la predicción para el modelo *preeliminar2*. A partir de este gráfico se dedujo la necesidad de utilizar algunas variables dummy que pudieran capturar la volatilidad en los puntos atípicos y facilitarían la construcción de un modelo más robusto.

Gráfico A.1.2 Serie de términos de error del modelo *preeliminar2* estandarizados



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

La necesidad de las variables *dummy* había sido prevista en la sección [4.2.3] cuando se evaluó el gráfico de dispersión de los rendimientos del IGBC y se identificaron 6 meses de volatilidad extrema. Al contrastar estos meses con lo que se observa en el gráfico A.1.2, se identifican los 5 puntos (de 6 previstos) que fueron propuestos como variables *dummy*:

- Dummy1: Octubre 2001
- Dummy2: Septiembre 2004
- Dummy3: Junio 2006
- Dummy4: Enero 2008
- Dummy5: Octubre 2008

El nuevo modelo de regresión se denominó *preliminar3*, e introdujo los factores de riesgo identificados hasta este momento y añadió las cinco variables *dummy* definidas. Sus resultados se presentan en la tabla A.1.3; sobre estos resultados vale la pena resaltar que la bondad de ajuste y los demás criterios del modelo mejoraron mucho, pero el coeficiente estimado para la variable Tcambio dejó de ser significativo ya que el valor de su estadístico *t* pasó a ser de -1.0381 [0.3016]. Este no es un buen resultado, pues indica que las variables *dummy* introducidas podrían estar explicando en parte los efectos del tipo de cambio sobre la regresada.

Tabla A.1.3. Resultados de la Regresión Preliminar3

Variables explicativas	Coefficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.02710	0.00583	4.64596	0.0000
R_USA	0.38121	0.11453	3.32844	0.0012
R_TCAMBIO	-0.18327	0.17654	-1.03814	0.3016
MAYO	-0.04741	0.01851	-2.56135	0.0119
DUMMY3	-0.25303	0.05414	-4.67361	0.0000
DUMMY4	-0.18463	0.05319	-3.47086	0.0008
DUMMY1	-0.18598	0.05407	-3.43953	0.0008
DUMMY5	-0.19388	0.05609	-3.45675	0.0008
DUMMY2	0.16562	0.05316	3.11574	0.0024
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente	R_IGBC (Prima de Riesgo del Mercado)			
R-cuadrado	0.511189	Akaike info criterion	-2.967948	
R-cuadrado ajustado	0.473223	Schwarz criterion	-2.749497	
F-statistic	13.464420	Hannan-Quinn criter.	-2.879315	
Prob(F-statistic)	0.000000	Durbin-Watson stat	1.732876	

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

Para comprobar si existían problemas de multicolinealidad con las nuevas variables introducidas se calculó la matriz de correlación y su determinante. El análisis de correlaciones mostró que la variable dummy5 tenía una alta correlación con Tcambio y USA, y el determinante un valor de 0.336867, que no indicaba multicolinealidad grave aunque si de orden moderado. La variable dummy5 representa la caída de la Bolsa en octubre de 2008 debido al contagio de la crisis norteamericana en Colombia, y es un punto muy extremo dentro de la muestra de datos analizados. Sin embargo, ante las circunstancias observadas primó el sentido común, y el criterio aplicado fue conservar las variables de orden económico para encontrar relaciones causales con significado (lo cual en esencia fue el objetivo de esta tesis), por encima de mejorar las medidas de ajuste del modelo; por esta razón se descartó el uso de la variable dummy5.⁸⁰

De esta forma se llegó a la construcción de la última regresión, que denominaremos *modelo final*. Los resultados obtenidos en esta regresión definitiva se muestran en la siguiente tabla (que es presentada también en el cuerpo principal del trabajo).

Tabla A.1.4 Resultados del Modelo Final

Variables explicativas	Coefficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.02397	0.00606	3.95703	0.0001
R_USA	0.41974	0.11984	3.50253	0.0007
R_TCAMBIO	-0.33925	0.17943	-1.89072	0.0614
MAYO	-0.04714	0.01946	-2.42260	0.0171
DUMMY1	-0.18152	0.05683	-3.19406	0.0019
DUMMY2	0.16438	0.05588	2.94143	0.0040
DUMMY3	-0.23999	0.05678	-4.22666	0.0001
DUMMY4	-0.18530	0.05592	-3.31345	0.0013
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente	R_IGBC (Prima de Riesgo del Mercado)			
R-cuadrado	0.454481	Akaike info criterion		-2.876044
R-cuadrado ajustado	0.417764	Schwarz criterion		-2.681865
F-statistic	12.377750	Hannan-Quinn criter.		-2.797260
Prob(F-statistic)	0.000000	Durbin-Watson stat		1.811706

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con Eviews7

⁸⁰ Cuando se introduce una dummy para un mes específico esta se encarga de capturar TODA la volatilidad de ese mes, por lo que el modelo de regresión descarta por completo la influencia de otras variables en estos puntos extremos. Esto obviamente mejora los estadísticos de bondad de ajuste, pero no debe olvidarse que son variables ficticias, por lo que si se plantea una situación de escoger, como en este caso, hay que dar prioridad a los factores reales.

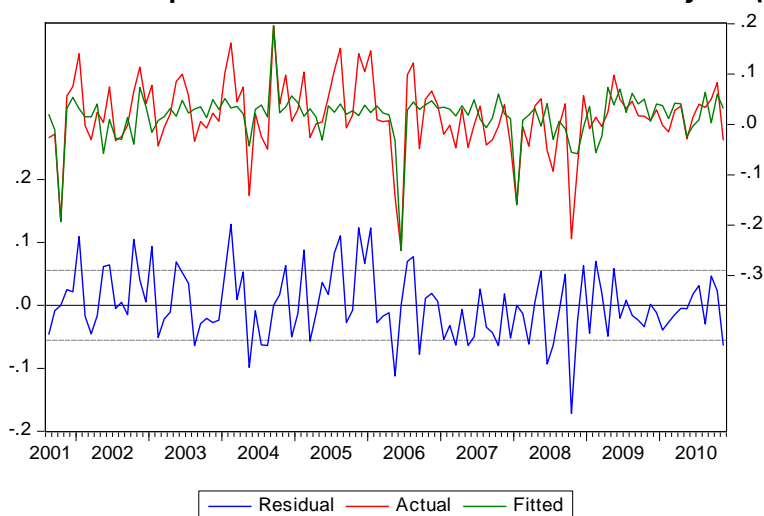
Lo primero que se verificó fue que las variables no presentaran problemas de multicolinealidad (como ocurría en el modelo *preliminar3*). El determinante de la matriz de correlación de las variables fue de 0.770907, un valor mucho más cercano a 1, lo que indica que no existen problemas de multicolinealidad. Es importante observar el aumento del valor del determinante entre *preliminar3* [0.3368] y el *modelo final* [0.7709], que reafirma la decisión no incluir la variable dummy5 (crisis de octubre-08) en la regresión definitiva. El análisis de presencia de multicolinealidad se complementó con otras dos pruebas: el cálculo de los Factores de Inflación de Varianza -FIV- de las variables y la determinación de los Índices de Condición del modelo a partir de los valores propios de las variables (*eigen values*). En ambos casos las pruebas dieron cuenta de no estar ante presencia de multicolinealidad.

Tabla A.1.5. Pruebas de diagnóstico de colinealidad para *modelo final*

Variable	Tolerancia	FIV	Dimensión	Autovalores	Índice de condición
(Constante)			1	1.548	1.000
R_Usa	.809	1.236	2	1.370	1.063
R_Tcambio	.812	1.232	3	1.048	1.216
Mayo	.983	1.017	4	1.000	1.244
Dummy1	.962	1.039	5	1.000	1.244
Dummy2	.995	1.005	6	.872	1.332
Dummy3	.964	1.037	7	.736	1.450
Dummy4	.994	1.006	8	.426	1.907

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con PASW18

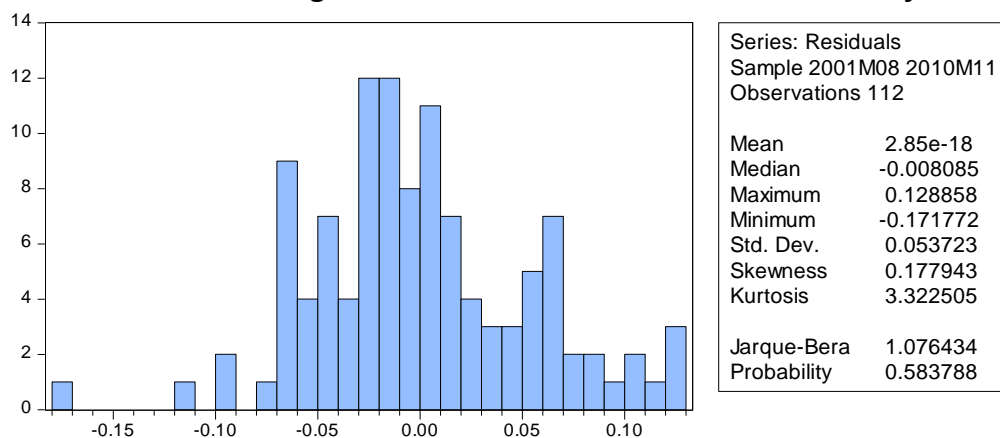
Gráfico A.1.3. Valores predichos vs. observados en el *modelo final (modelo 1)*



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

Posteriormente se analizaron los términos de error del modelo para verificar el cumplimiento de los supuestos fundamentales. Para ver su comportamiento y el ajuste del modelo, se graficaron las series del valor predicho frente al observado, y los términos de error del modelo, como se observa en el gráfico A.1.3. Al comparar los gráficos A.1.2 y A.1.3 se puede apreciar la suavización de los errores del modelo a partir del ingreso de las variables dummy. Se esperaba que los errores cumplieran con el supuesto de normalidad en su distribución, resolviendo así el problema que se tenía en la regresión *preliminar2*; esto se confirmó con la prueba Jarque–Bera mostrada en el siguiente histograma.

Gráfico A.1.4. Histograma de los términos de error en el *modelo final*



Fuente: elaboración propia utilizando Eviews7

La siguiente prueba fue la verificación de ausencia de heteroscedasticidad en los términos de error del modelo. Para comprobarlo se realizó el test de heteroscedasticidad de White obteniendo un valor de $n \cdot R^2$ (\sim ji-cuadrado) de 10.245 que se contrasta frente al valor crítico ji-cuadrado⁸¹ de 14.066, y bajo el criterio de decisión (calculada < crítica) no se pudo rechazar la hipótesis nula de que no hay heteroscedasticidad en el modelo, por lo tanto los términos de error son homoscedásticos.

Por último, para verificar la presencia de autocorrelación de los términos de error se evaluó el estadístico d de Durbin-Watson, que para el caso del *modelo final* fue de 1.811706 (ver tabla A.3). De acuerdo a los criterios de esta prueba⁸², se calcularon los estadísticos d_u [1.528] y d_L [1.826] para $k = 7$ regresoras y una muestra de 100 observaciones (la más cercana al valor real de la muestra). Como el estadístico d cae dentro del intervalo [$d_u - d_L$], la llamada “zona de indecisión”, no se pudo concluir sobre la presencia o ausencia de correlación a través de esta prueba. Fue necesario utilizar el

⁸¹ Nivel de significancia del 5% y 7 grados de libertad que representan los términos de la regresión auxiliar de la prueba White.

⁸² Sobre las pruebas de detección de autocorrelación véase: GUJARATI, D. y PORTER, C. 2009. *Econometría*. 5ta edición. México: McGraw Hill. Capítulo 12.

test de Breusch-Godfrey para descartar la existencia del problema de correlación serial. Como no se conocía el número de rezagos ρ , se utilizaron los criterios de información Akaike y Schwarz como aproximación, y se realizó la prueba con dos y tres rezagos. En ambos casos el valor del estadístico calculado es menor al valor crítico, por lo que se descartó la presencia de autocorrelación en los términos de error del modelo.⁸³

Realizadas todas las pruebas anteriores, fue posible afirmar que el *modelo final* cumplía con todos los supuestos de estimación de parámetros por MCO, por lo que sus resultados se pueden considerar estadísticamente válidos y representan hallazgos interesantes sobre el comportamiento de los rendimientos del mercado accionario colombiano.

Apéndice 1.2. Estimación del Segundo Modelo

El análisis de componentes principales (ACP) se realizó con todas las variables definidas, buscando así integrar posibles efectos de algunas variables rechazadas por su baja significancia en el primer modelo. Las nueve variables iniciales generan igual número de componentes; por esto, en el ACP se escogen las primeras componentes de acuerdo a criterios como el total de varianza explicada o el máximo autovalor de la componente.⁸⁴ Bajo este criterio se seleccionaron las primeras tres componentes calculadas, que explicaban en 51% de la varianza original de los nueve factores iniciales, como se aprecia en la tabla A.1.6 y en el gráfico de sedimentación.

Tabla A.1.6. Varianza total explicada por las componentes

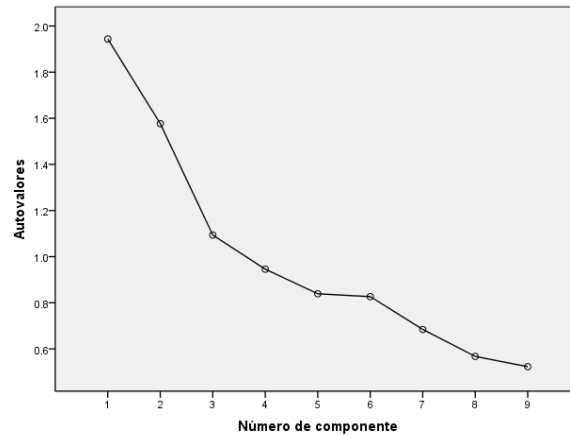
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acum.	Total	% de la varianza	% acum.	Total	% de la varianza	% acum.
1	1.9435	21.59	21.59	1.9435	21.59	21.59	1.82	20.22	20.22
2	1.5766	17.52	39.11	1.5766	17.52	39.11	1.43	15.93	36.15
3	1.0937	12.15	51.26	1.0937	12.15	51.26	1.36	15.12	51.26
4	.9456	10.51	61.77						
5	.8391	9.32	71.09						
6	.8267	9.19	80.28						
7	.6844	7.60	87.88						
8	.5674	6.30	94.19						
9	.5230	5.81	100.00						

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con PASW18

⁸³ Con 2 rezagos se obtuvo $(n-p) \cdot R^2 [1.267] < \chi^2$ crítica [5.991] con $\alpha=0.05$ y 2 grados de libertad. Con 3 rezagos se obtuvo $(n-p) \cdot R^2 [] < \chi^2$ crítica [7.815] con $\alpha=0.05$ y 3 grados de libertad.

⁸⁴ El criterio generalmente aceptado es que el autovalor de la componente sea mayor que uno.

Gráfico A.1.5. Sedimentación de las componentes principales



Fuente: elaboración propia utilizando PASW18

La matriz de componentes principales extraídas permitió apreciar el nivel de relación de cada variable original con la nueva componente generada y, de esta forma, intentar dar una interpretación económica a las nuevas variables.⁸⁵ Como no fue sencillo ver las relaciones económicas en la solución inicial del ACP, se recurrió a realizar una rotación de la solución por el método *Varimax* (varianza máxima) para definir las componentes en un nuevo espacio rotado, como se aprecia en la tabla A.1.8.

Tabla A.1.7. Matriz Componentes Principales extraídas

Variables	SOLUCIÓN INICIAL			SOLUCIÓN ROTADA		
	Componente			Componente		
	1	2	3	1	2	3
R_Usa	.577	.514		.758		.151
R_Tcambio	-.633	-.333		-.715		
R_Cartera	-.310	.409	.677			.840
R_Reservas	.518	.199	-.274	.565		-.246
R_Interes	.443	-.249	.378	.188	.605	
R_WTI	.583	.119	.317	.514	.420	.114
R2_M1	-.358	.725	.206		-.437	.705
R2_produccion		-.414	.440	-.308	.515	
Inflacion	.424	-.470	.271		.648	-.226

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con PASW18

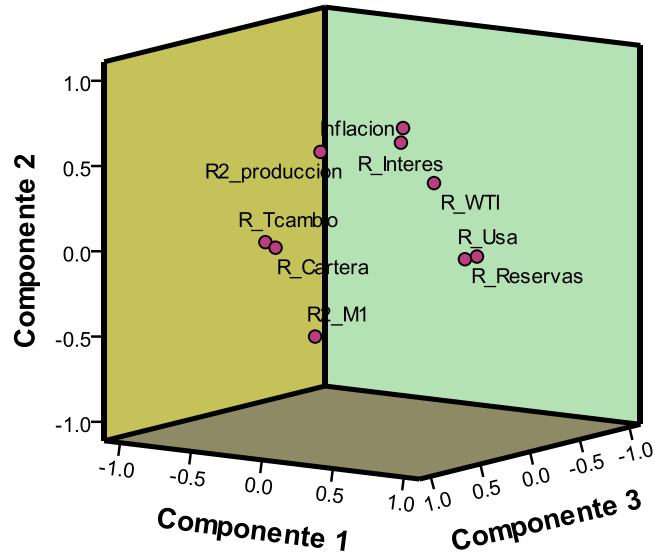
Las tres componentes representan planos en el espacio, aunque su observación es un poco complicada debido a la dificultad de ver tres dimensiones sobre el papel.⁸⁶ Pese a

⁸⁵ La matriz representa la correlación de cada variable con la nueva componente.

⁸⁶ Aunque por lo menos se está en capacidad de dibujar en R^3 , si se tuvieran más componentes principales sólo restaba usar la imaginación.

esto se presentan las componentes rotadas en gráfico A.1.6 donde se puede apreciar la ubicación de cada variable original respecto a la solución de componentes.

Gráfico A.1.6. Componentes en el espacio rotado



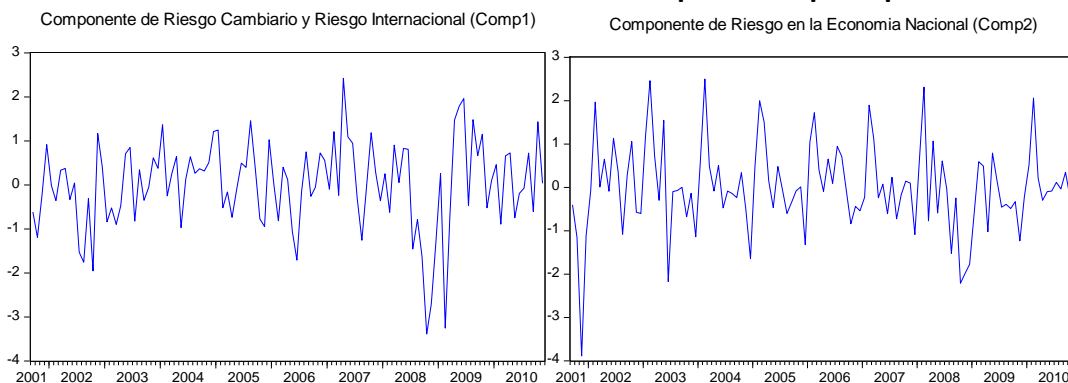
Fuente: elaboración propia utilizando PASW18

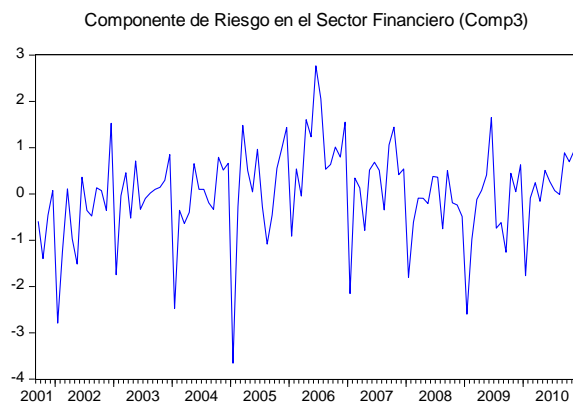
A partir del análisis de la solución rotada se definieron las tres componentes calculadas de la siguiente forma:

- Primera Componente “factores de riesgo cambiario e internacional”
- Segunda Componente “factores de riesgo macroeconómico”
- Tercera Componente: “factor de riesgo de falta de liquidez de la economía”

Tras la definición y cálculo de las componentes principales, se extrajeron las series de datos correspondientes a cada una con ayuda del software estadístico PASW18. La tendencia de las tres series se presenta en el gráfico A.1.7, donde se puede apreciar que tienen tendencia estocástica, como era de esperar al provenir de datos diferenciados.

Gráfico A.1.7. Series extraídas de las componentes principales





Fuente: elaboración propia utilizando *Eviews7*

A partir de este punto de análisis la metodología fue similar a la utilizada en el primer modelo, haciendo una regresión *stepwise*, donde se verificó la significancia de las tres componentes de riesgo sistemático, incluyendo además la variable de efecto mes para mayo (que resultó significativa antes). La primera regresión realizada permitió corroborar que la componente 1 de riesgo sistemático, definida como el *factor de riesgo cambiario e internacional*, es muy significativa en su relación con los rendimientos del IGBC. No ocurre lo mismo con las otras dos componentes, cuyos estadísticos *t* no pasan la hipótesis para verificar la significancia de sus coeficientes, por lo que parecen no tener relación alguna con los rendimientos de la Bolsa. Como es lógico, antes de descartar alguna de estas dos componentes se verificó si la regresión cumplía con los supuestos de estimación.

Tabla A.1.8. Resultados de la regresión 1 del ACP

Variables explicativas	Coeficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.01952	0.00651	2.99783	0.0034
Comp1	0.03126	0.00627	4.98382	0.0000
Comp2	0.00794	0.00629	1.26377	0.2091
Comp3	-0.00663	0.00629	-1.05448	0.2941
Mayo	-0.03697	0.02301	-1.60656	0.1111
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente		R_IGBC		
R-cuadrado	0.217855	Akaike info criterion	-2.562635	
R-cuadrado ajustado	0.188340	Schwarz criterion	-2.440584	
F-statistic	7.381189	Hannan-Quinn criter.	-2.513122	
Prob(F-statistic)	0.000028	Durbin-Watson stat	1.816556	

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con *Eviews7*

Para el análisis de multicolinealidad se empleó el determinante de la matriz de correlación de los datos, cuyo valor fue de 0.9863908, una cifra considerablemente alta que evidencia la ausencia de problemas de multicolinealidad. Este era un resultado esperado, pues una de las principales ventajas del ACP está en la capacidad de generar componentes ortogonales entre sí, por lo que no mantienen ninguna correlación.⁸⁷

Para el análisis de los términos de error, se verificó primero que estos cumplieran con el supuesto de distribución normal, obteniendo resultados positivos en la prueba Jarque-Bera⁸⁸. Posteriormente se realizó la prueba Breusch-Godfrey para detectar problemas de autocorrelación, obteniendo igualmente un resultado positivo que descartaba la presencia de este tipo de problemas en la regresión.⁸⁹

Finalmente se realizó la prueba de heteroscedasticidad de White. El resultado de esta prueba demostró que no era posible rechazar la hipótesis de que los términos de error del modelo eran heteroscedásticos.⁹⁰ Debido a este problema, antes de rechazar la importancia de alguna de las componentes en la regresión se estimaron nuevamente los errores de a través del método de errores consistentes con heteroscedasticidad de White. La tabla A.1.9 resume los resultados de la estimación de los nuevos errores.

Tabla A.1.9. Estimación de errores robustos para la regresión 1 del ACP

Variables explicativas	Coefficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.01952	0.00652	2.99594	0.0034
Comp1	0.03126	0.00764	4.08944	0.0001
Comp2	0.00794	0.00696	1.14164	0.2562
Comp3	-0.00663	0.00853	-0.77748	0.4386
Mayo	-0.03697	0.02141	-1.72705	0.0871
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente			R_IGBC	

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con *Eviews7*

Como conclusión se verifica que las componentes 2 y 3 del riesgo sistemático, que representaban los *factores de riesgo macroeconómico* y los *factores de riesgo de liquidez*

⁸⁷ De hecho el determinante no tiene el valor de 1 porque se incluyó una variable adicional correspondiente al efecto-mes de Mayo.

⁸⁸ El estadístico Jarque-Bera fue de 6.5498 [0.03789] con lo se verifica la hipótesis de normalidad con un nivel de confianza del 95%

⁸⁹ El valor del estadístico de la prueba fue de 0.9185 frente al valor ji-cuadrado crítico de 5.991, se rechaza la hipótesis de autocorrelación.

⁹⁰ El valor del estadístico de la prueba fue de 10.6138 frente a un valor ji-cuadrado crítico de 9.488, que delata la presencia de heteroscedasticidad con un 95% de confianza.

de la economía (o del sector financiero), no explican los rendimientos de la Bolsa colombiana. Por lo tanto, serán eliminadas de la regresión teniendo la certeza de haber estimado sus estadísticos t con el método de errores robustos.

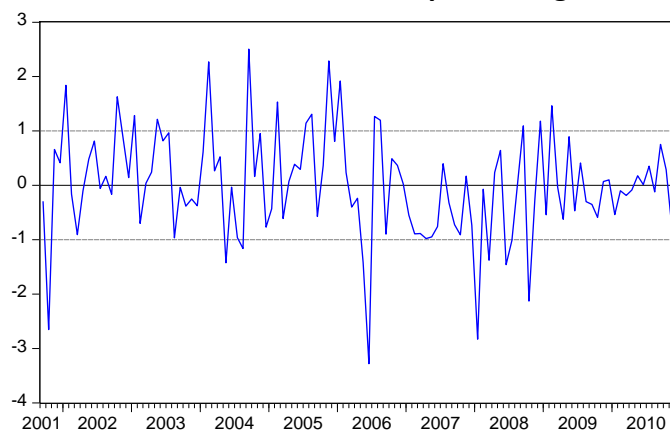
La siguiente regresión se realizó sólo con la primera componente de riesgo sistemático y la variable de efecto mes–mayo. Esta arrojó mejores estadísticos globales que la regresión anterior, aumentando el valor del estadístico F de la prueba y disminuyendo los criterios de Akaike, Schwarz, y Hannan-Quinn. Adicionalmente, se verificó que la regresión no tuviera problemas de multicolinealidad, y los términos de error se distribuyeran normalmente, sin presentar problemas de heteroscedasticidad ni autocorrelación. En resumen, se obtuvo un modelo está bien especificado, que se presenta en la tabla A.1.10.

Tabla A.1.10. Resultados de la regresión 2 del ACP

Variabes explicativas	Coficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.01949	0.00653	2.98485	0.0035
Comp1	0.03125	0.00629	4.96660	0.0000
Mayo	-0.03661	0.02295	-1.59536	0.1136
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente		R_IGBC		
R-cuadrado	0.197746	Akaike info criterion	-2.573286	
R-cuadrado ajustado	0.182890	Schwarz criterion	-2.500055	
F-statistic	13.310370	Hannan-Quinn criter.	-2.543578	
Prob(F-statistic)	0.000007	Durbin-Watson stat	1.827939	

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con *Eviews7*

Gráfico A.1.8. Residuos estandarizados para la regresión 2 del ACP



Fuente: elaboración propia utilizando *Eviews7*

Con la idea de mejorar la bondad de ajuste de este modelo, se verificaron los residuos estandarizados del término de error en busca de puntos atípicos, con valores superiores a 2.5 desviaciones, identificando los siguientes puntos: Octubre de 2001, Septiembre de 2004, Junio de 2006, Enero de 2008 y Octubre de 2008. Se determinó ajustar al modelo con la inclusión de 5 variables dummy que representaran estos puntos atípicos, del mismo modo que se hizo en el análisis del primer modelo (en este caso se introdujo una variable dummy adicional a las contempladas en el primer modelo).

Las variables dummy introducidas surtieron el efecto deseado, mejorando la bondad de ajuste del modelo, y sin representar pérdida de significancia estadística para alguna de las variables, ni para el modelo de regresión en general. Esta tercera regresión es denominada *regresión final del Análisis de Componentes Principales*, y constituye el modelo alternativo al estimado en la sección anterior; sus estadísticos principales se muestran en la tabla A.1.11.

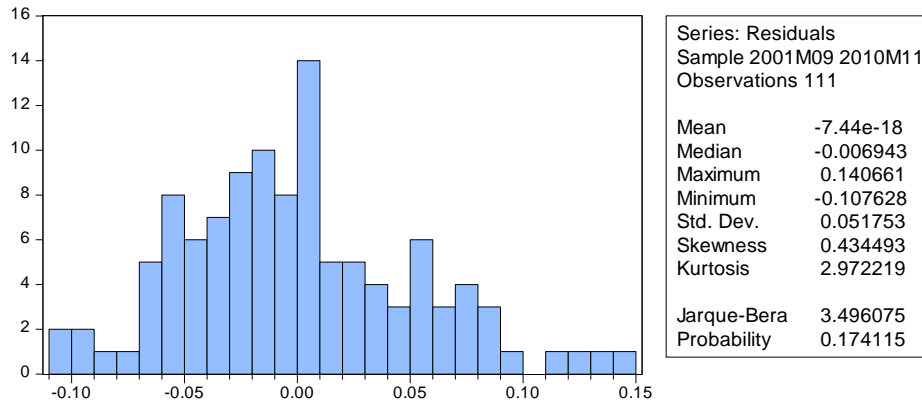
Tabla A.1.11. Resultados de la regresión final del ACP

Variables explicativas	Coefficiente	Error estándar	estadístico t	Prob.
C*	0.02573	0.00544	4.73285	0.0000
Comp1	0.01959	0.00553	3.54391	0.0006
Mayo	-0.04129	0.01864	-2.21464	0.0290
Dummy1	-0.19505	0.05419	-3.59922	0.0005
Dummy2	0.16316	0.05379	3.03349	0.0031
Dummy3	-0.24260	0.05462	-4.44123	0.0000
Dummy4	-0.18982	0.05377	-3.53013	0.0006
Dummy5	-0.18602	0.05701	-3.26297	0.0015
*Constante β_0 del modelo				
Variable Dependiente		R_IGBC		
R-cuadrado	0.496770	Akaike info criterion	-2.949574	
R-cuadrado ajustado	0.462570	Schwarz criterion	-2.754292	
F-statistic	14.525410	Hannan-Quinn criter.	-2.870354	
Prob(F-statistic)	0.000000	Durbin-Watson stat	1.642804	

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con *Eviews7*

Además, se verificó que el modelo con las dummy no presentaba ninguno de los problemas de especificación o violación de los supuestos de la estimación por MCO, por lo que se garantizó que los términos de error tienen varianza constante (homoscedásticos) y no están correlacionados. También se verificó el supuesto de normalidad, superando la prueba como se observa en el histograma de los términos de error.

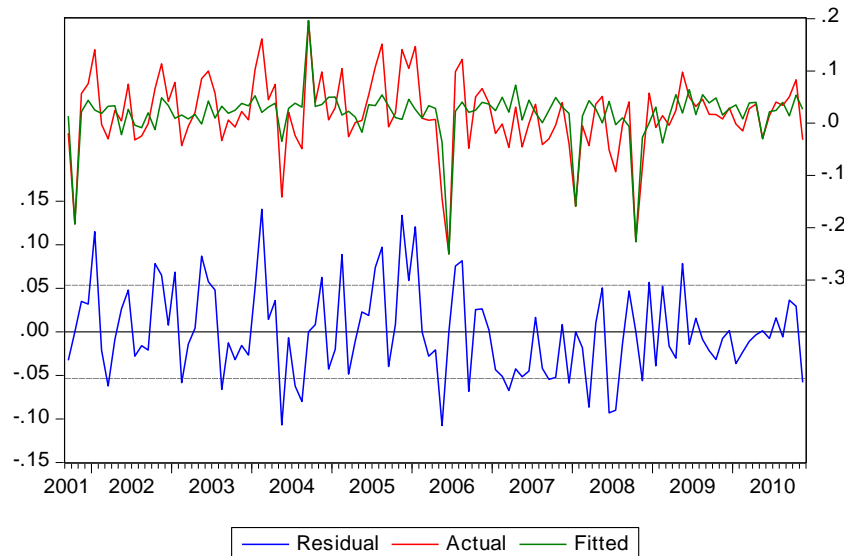
Gráfico A.1.9. Histograma de los términos de error en la *regresión final del ACP*



Fuente: elaboración propia utilizando *Eviews7*

Por último se presenta en el gráfico A.1.10 la serie de datos observados frente a los predichos por el modelo de regresión, junto con los términos de error. Estos se muestran significativamente más estables después de introducir las variables dummy, y el modelo presenta un ajuste adecuado a los resultados reales. La comparación del modelo propuesto en [A.1.2] frente al modelo de [A.1.1] favorece al estimado con las componentes principales, pues tiene estadísticos de ajuste y precisión más adecuados. Pese a esto, queda claro que la interpretación económica de las componentes principales, así como su determinación y utilización con fines predictivos es más complicada, por lo que el primer modelo tiene una fortaleza indiscutible: su simplicidad.

Gráfico A.1.10. Valores predichos vs. observados en la *regresión final del ACP*



Fuente: elaboración propia utilizando *Eviews7*