

ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD-RIESGO DE ACCIONES QUE COTIZAN EN LA
BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA PARA EL PERIODO 2002-2008

ANA MILENA PEÑA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

PROGRAMA ACADÉMICO DE ECONOMIA

SANTIAGO DE CALI

2011

Análisis de la Rentabilidad-Riesgo de Acciones que Cotizan en la Bolsa de
Valores de Colombia para el Periodo 2002-2008

Ana Milena Peña

Universidad del Valle

Facultad de Ciencias Sociales y Económicas

Programa Académico de Economía

Santiago de Cali

2011

Análisis de la Rentabilidad-Riesgo de Acciones que Cotizan en la Bolsa de
Valores de Colombia para el Periodo 2002-2008

Trabajo de Grado para Optar al Título de
Economista

Ana Milena Peña

Director

Jorge Mario Uribe

Economista

Universidad del Valle

Facultad de Ciencias Sociales y Económicas

Departamento de Economía

Santiago de Cali

2011

Análisis de la Rentabilidad-Riesgo de las Acciones que Cotizan en la Bolsa de
Valores de Colombia para el Periodo 2002-2008

Director

Jorge Mario Uribe

Economista M.S.

DESCRIPTORES:

- Modelo CAPM
- Rentabilidad - Riesgo
- Modelos de Regresión con dos Variables
- Modelo GARCH (p,q)

Universidad del Valle

Facultad de Ciencias Sociales y Económicas

Departamento de Economía

Santiago de Cali

2011

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
1. MARCO TEÓRICO	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	22
3.1 Conformación de las Bases de Datos.....	23
3.2 Variables Incluidas en el Modelo.....	24
3.3 Analisis de las Series.....	25
3.4 Modelo GARCH (p,q).....	28
3.5 Modelos de Regresión de Dos Variables.....	30
5. RESULTADOS DE LOS MODELOS DE REGRESIÓN DE DOS VARIABLES	32
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	50

RESUMEN

En este trabajo de grado se busca analizar la rentabilidad riesgo de las acciones para un grupo de empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, para el periodo comprendido entre los años 2002 y 2008, a través del Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM), en el cual se tiene en cuenta la rentabilidad de la acción de una empresa específica dado el riesgo de mercado. Adicionalmente se estimo el CAPM con el método GARCH (1,1) para reducir los problemas de heterocedasticidad que se presentan, también se realiza la estimación del CAPM por medio de los errores estándar robustos y así, obtener resultados más confiables. Como principal resultado se tiene que las empresas del sector financiero son las que tienen mayor asociación con el comportamiento del mercado.

Palabras Claves : Acciones, Inversionistas, Rentabilidad, Empresas.

INTRODUCCIÓN

En países emergentes como Colombia, los estudios relacionados con el análisis de los beneficios (rentabilidad) que pueden recibir los inversionistas son de gran importancia para los agentes que desean conformar portafolios de acciones. No obstante, la información sobre qué tipo de activos financieros comprar, cuáles son más riesgosos o más rentables, es restringida. Es así como Carbonell y Torra (2003) plantean que la valoración de activos y más concretamente, su aplicación a la valoración de acciones cotizadas en los mercados bursátiles, ha dado lugar, históricamente, a diferentes métodos o modelos.

Por estas razones, el riesgo financiero es un tema que cobra cada día más importancia en las transacciones comerciales, no sólo para las grandes compañías, sino también para quienes se interesan en tomar decisiones concernientes a las posibilidades de inversión, es por ello, que estudios como éste permiten aproximarse a una decisión más clara acerca de en cuales activos invertir maximizando la razón riesgo-retorno.

En este orden de ideas, uno de los métodos utilizados para analizar la rentabilidad de las acciones es el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM), el cual permite identificar si las acciones presentan un riesgo mayor, menor o igual al riesgo del mercado. Partiendo de la premisa de que la rentabilidad de las acciones debe ser proporcional al riesgo, es importante desarrollar investigaciones sobre rentabilidad-riesgo; esta investigación busca desarrollar el modelo propuesto por Sharpe (1964), Lintner (1965), Mossin(1966) para el periodo mayo de 2002 – diciembre 2008, en una muestra de diez

acciones colombianas. Según este modelo, la rentabilidad esperada de una acción dependerá del riesgo sistemático o propio del mercado, que no puede ser eliminado, pero que se puede medir a través del coeficiente beta, y de la prima por riesgo, también conocida como diferencial de rendimiento respecto al activo sin riesgo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantearon preguntas como ¿El riesgo de adquirir acciones de algunas de las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, es alto, medio o bajo?, ¿El modelo de valoración de activos (CAPM), permite explicar la rentabilidad de las acciones en Colombia?

El periodo de estudio se escogió debido a la estabilidad que presentó el mercado accionario colombiano entre el 2002 - 2008, lo cual permitirá realizar conclusiones bajo el contexto de estabilidad en el mercado al dejar por fuera la crisis financiera global entre 2008 y 2009.

En este trabajo, se plantearon varias hipótesis como: existe una relación positiva entre el riesgo de las acciones y la rentabilidad del mercado. Este análisis permitirá establecer cuáles empresas son más riesgosas entre las empresas que cotizan en la bolsa de valores de Colombia desde hace un periodo largo de tiempo.

Para dar cumplimiento a los objetivos y a la contrastación de las hipótesis, se utilizan los datos para 10 empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, las cuales fueron estimados utilizando el método GARCH (1,1), para así posteriormente calcular los Betas respectivos para cada uno de las acciones a través de una regresión simple por el método de

Mínimos Cuadrados Ordinarios, adicionalmente se estimó el CAPM con los errores estándar robustos para realizar una comparación de los resultados.

Después de haber estimado el modelo CAPM. Se encontró que el grupo de empresas seleccionadas tienen un Beta menor que uno, es decir, que la rentabilidad de cada acción es menor que el rendimiento del mercado. Por otra parte, se tiene que las empresas que pertenecen al sector financiero tienen un coeficiente de determinación R^2 más altos que para el resto de las empresas. Otro punto importante es que el modelo CAPM no representa la herramienta que determina la rentabilidad de las acciones conclusión que se obtiene del R^2 de los modelos.

Este trabajo se divide en 6 partes, la primera es la introducción donde se presenta el planteamiento del problema, los objetivos y las hipótesis de la investigación. En la segunda parte está el marco teórico que muestra las principales teorías que sustentan el modelo CAPM. En la tercera parte hay una revisión de la literatura donde se presenta algunos trabajos realizados sobre el tema de valoración de activos, los cuales son expuestos tanto a nivel nacional como internacional. En la cuarta sección se muestran los aspectos metodológicos donde se hace una descripción de la base de datos, los modelos a estimar, definición de las variables utilizadas y el proceso de estandarización para estimar el modelo CAPM. En las partes quinta y sexta se presentan los resultados de la estimación, las conclusiones y las recomendaciones.

1. MARCO TEÓRICO

En el estudio de la rentabilidad-riesgo de las acciones se utiliza fundamentalmente la teoría del portafolio de Markowitz (1952), que es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo del Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM) propuesto por Sharpe (1964), Lintner (1965) y Mossin (1966).

El aporte de Markowitz a la teoría del portafolio fue tomar los rasgos fundamentales de la conducta racional de un agente inversionista y plantearla como un modelo de equilibrio. Markowitz (1952) busca un portafolio que haga máxima la rentabilidad para un determinado nivel de riesgo, o lo que es igual, que el inversionista tenga un riesgo mínimo para una determinada rentabilidad. Markowitz (1952) plantea que la teoría del portafolio está sujeta a tres hipótesis: la primera es que la rentabilidad de un portafolio es una variable aleatoria, que es conocida por el inversionista en cada periodo y después de su realización, la segunda, hace referencia a la medida del riesgo, la cual se determina por la desviación estándar de la rentabilidad de la inversión. La última hipótesis se refiere a la conducta del inversionista que le lleva a preferir las carteras con mayor rentabilidad y menor riesgo.

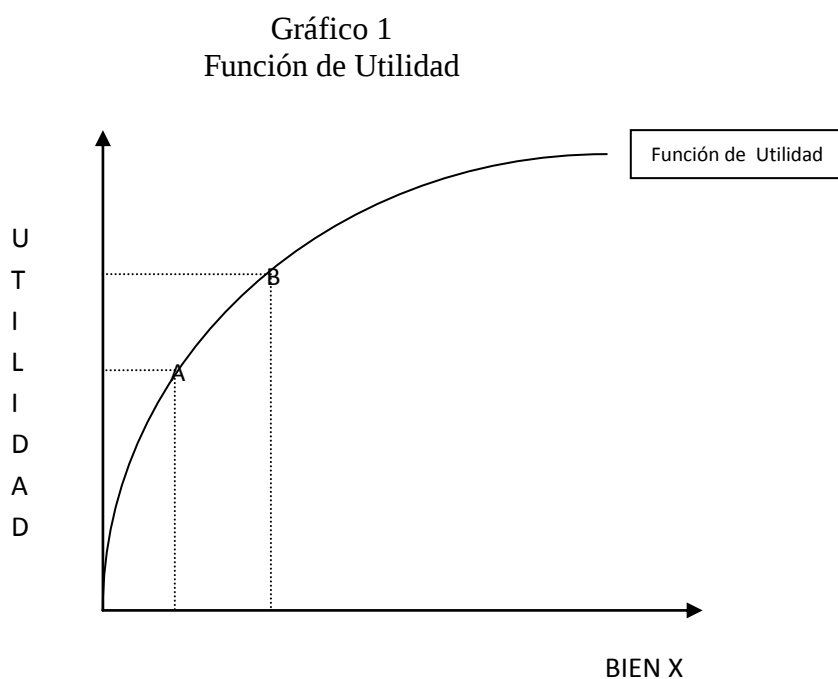
Lo primero que debe determinar el inversionista es lo que se denomina asignación estratégica o asignación de mediano y largo plazo. Adicionalmente, la asignación táctica adquiere validez, siempre y cuando un inversionista no le puede ganar sistemáticamente al

mercado con la información de la que dispone. Lo cual es explicado a través de la teoría de los mercados eficientes. Esto significa que los cambios en el valor de los activos no pueden ser predichos o definidos sistemáticamente. Por lo tanto, los defensores de la eficiencia del mercado están de acuerdo en decir que el mejor predictor de los precios futuros de un activo es el precio actual Dubova (2005).

Teniendo en cuenta lo anterior, la teoría moderna de la toma de decisiones basadas en incertidumbre introduce un marco conceptual genérico para medir el riesgo y el rendimiento de un activo que se mantiene como parte de una cartera y en condiciones de equilibrio de mercado. Este marco conceptual se denomina modelo de fijación de los precios de los activos de capital o CAPM.

Antes de mostrar el modelo CAPM, es necesario aclarar el modelo de la Utilidad Esperada que es su marco teórico o subyacente. Los individuos en situaciones inciertas eligen la opción que maximice el valor esperado de su índice de utilidad, es decir, que la utilidad esperada es el pago del juego multiplicado por la probabilidad. Exactamente, el Modelo de la Utilidad Esperada (Von Neumann y Morgenstern, 1944), plantea que los individuos no eligen la opción o juego que les brinde el máximo valor esperado sino la máxima utilidad esperada. En otras palabras, el valor de la utilidad aumenta en menor proporción conforme aumenta el consumo del bien, lo cual es la característica de la función de utilidad de una persona con aversión al riesgo. Debido a que la riqueza adicional genera menor utilidad, la persona con aversión al riesgo podría arriesgar esta riqueza adicional, pero a medida que se

va a acercando a su riqueza inicial, estará cada vez menos dispuesta a arriesgarla, En el Gráfico 1, se puede observar la típica forma cóncava que adopta una función de utilidad.



1.1 Modelo de Valoración de Activos CAPM

Para el CAPM el riesgo de una acción se divide en riesgo diversificable o riesgo específico de una compañía y el riesgo no diversificable o de mercado. Este último riesgo es el más importante para el CAPM y está medido por su coeficiente beta. Este coeficiente relaciona el exceso de rendimiento de la acción respecto de la tasa libre de riesgo y el exceso de rendimiento de mercado respecto a la tasa libre de riesgo. Se supone que:

- a. Los inversionistas son adversos al riesgo y buscan maximizar la utilidad esperada de su riqueza.
- b. Los inversionistas son precio-aceptantes y tienen expectativas homogéneas sobre el rendimiento de los activos.

- c. Existe un activo libre de riesgo tal que los inversionistas pueden pedir en préstamo a la tasa libre de riesgo.
- d. Las cantidades de todos los activos son negociables y perfectamente divisibles.
- e. No existen costos de información.
- f. El agente es adverso al riesgo.

Según el CAPM, en el equilibrio no deben existir excesos ni de oferta ni de demanda en el mercado de activos. La ecuación que resume este equilibrio es la siguiente:

$$R_i = R_f + \beta_i (E(R_m) - R_f) \quad (1)$$

Donde:

R_i = Tasa de Rendimiento Esperada

R_f = Tasa Libre de Riesgo

$E(R_m) - R_f = \text{Prima de riesgo}$

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\text{Var}(R_m)} = \beta \quad \text{Exposición al riesgo no diversificable}$$

β mide la relación entre la covarianza del rendimiento de la acción y el rendimiento del portafolio, con la varianza del rendimiento del portafolio. Es decir, el riesgo no diversificable que surge de aspectos relacionados con fenómenos como la inflación, las guerras, recesiones y las tasa de interés, los cuales son factores que afectan las empresas de

forma conjunta. Los valores de beta se calculan por medio de la regresión lineal que es denominada línea característica del mercado de valores:

$$R_{it} = \alpha_0 + \beta_i R_{mt} + u_{it} \quad (2)$$

Donde:

R_{it} = Tasa de rendimiento del activo i en el periodo t

α_0 = Intercepto de la regresión o rendimiento autónomo

β_i = Coeficiente que mide el grado de riesgo del activo con respecto al rendimiento del portafolio

R_{mt} = Rendimiento del portafolio durante el periodo t

u_{it} = Término de error aleatorio de la regresión en el periodo t

Es necesario que la regresión cumpla con los supuestos de mínimos cuadrados ordinarios para que beta sea el mejor estimador lineal e insesgado. El beta de la ecuación 2, es posible interpretarlo como el grado de respuesta de la variabilidad de los rendimientos de la acción a la variabilidad de los rendimientos del mercado. Si $\beta_i > 1$, entonces se tiene que las variaciones en los rendimientos de la acción i serán mayores a las variaciones del rendimiento del mercado. Por lo contrario, si $\beta_i < 1$, entonces el rendimiento de la acción i será menos riesgoso que el rendimiento del mercado. Si $\beta_i = 1$, el rendimiento de la acción i variará en la misma proporción que la variación del rendimiento de mercado.

Una vez que se obtiene β_i , ésta se utiliza para determinar el rendimiento requerido de la acción por medio de la ecuación del CAPM, que empíricamente se calcula como:

$$R_{it} - R_f = \alpha_0 + \beta_{i1} (R_{mt} - R_f) + u_{it} \quad (3)$$

Donde:

R_f = Tasa Libre de Riesgo

R_{it} = Tasa de rendimiento del activo i en el periodo t

α_0 = Intercepto de la regresión o rendimiento autónomo

β_i = Coeficiente que mide el grado de riesgo del activo con respecto al rendimiento del portafolio

R_{mt} = Rendimiento del portafolio durante el periodo

u_{it} = Término de error aleatorio de la regresión en el periodo t

2. REVISIÓN DE LITERATURA

A continuación se presentan algunos de los estudios realizados sobre el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM). A nivel internacional, se encuentran Iglesias (1997), busca identificar la pertinencia del Modelo CAPM, para tal fin realizó un exhaustivo análisis del modelo, así como una revisión especial en el significado del coeficiente de volatilidad o beta, en especial en la capacidad que tiene este coeficiente como medida de riesgo. El estudio se realiza para los títulos gallegos en el periodo julio de 1988 - junio de 1996, tomando los datos del Índice General de la Bolsa de Madrid. Los resultados más significativos son el poder predictivo del modelo de mercado es escaso, lo que quiere decir que el riesgo diversificable tiene un gran peso en el riesgo total de los activos, finalmente los betas de los títulos individuales no son estacionarias, ya que su valor varía dependiendo del número de observaciones utilizadas en la estimación.

Gallego y Maruhenda (1997) tienen como objetivo contrastar la significancia del coeficiente beta, la linealidad de la relación entre rentabilidad y riesgo. Al igual que la significancia de la desviación típica para explicar el comportamiento de la rentabilidad de un activo. Esto se logrará a través de una metodología distinta a las tradicionales que consiste en la formación de carteras denominada impar/par con la que se quiere reducir el denominado “efecto regresión” fruto del riesgo estimado de los activos. Con 330 observaciones de las tasas de rentabilidad mensual de las acciones negociadas en la Bolsa Española, para el periodo comprendido entre 1963 y 1990. Los resultados muestran que en

el modelo CAPM no existe una relación significativa entre rentabilidad y el riesgo sistemático lo que indica que los inversionistas no recuperan la inversión por soportar los altos niveles de riesgo. El procedimiento impar/par muestra que el riesgo sistemático carece de poder explicativo sobre el comportamiento de la rentabilidad, lo que es consistente con la evidencia empírica.

Guzmán (1998) tiene como objetivo estimar el coeficiente beta mediante el modelo CAPM y con las aportaciones teóricas del modelo ARCH-M para una muestra de las 33 acciones más bursátiles en los años 1995-1997 que cotizaron en la Bolsa Mexicana de Valores. A través de la estimación de modelos de heterocedasticidad condicional autoregresiva (ARCH, GARCH Y ARCH-M). Los resultados muestran que nueve de las 33 acciones consideradas en la muestra presentaron un coeficiente de sensibilidad mayor que uno, lo que significa que estas acciones presentan una variación más que proporcional al rendimiento de mercado y constituyen en el periodo en estudio, acciones riesgosas en México.

Scaliti (2000) desarrolla una contextualización teórica del modelo CAPM, mostrando sus supuestos, principales características. Además plantea que el modelo tiene problemas en cuatro direcciones conceptuales: primero subjetividad al no existir un valor único para el costo del capital propio. Segundo problemas empíricos ya que a pesar de tener tanta trayectoria (aproximadamente tres décadas) las investigaciones han resultado inconsistentes y poco concluyentes. Tercero problemas analíticos asociados a la relación positiva entre beta y el retorno que predice el modelo el cual depende del índice de mercado. Por último,

los problemas metodológicos se refieren a la simplicidad de la ecuación a estimar. Finalmente, muestra los modelos alternativos al CAPM, tales como modelos conceptuales la Teoría de Valuación por Arbitraje (APT); en este modelo el principal elemento de la valuación de activos esta dado por la eliminación de oportunidades de ganancias aprovechando posibles desequilibrios de los precios entre activos vía arbitraje

Jordán y García (2002) plantean de objetivo contrastar la aplicación a los fondos de Inversión Mobiliaria al modelo de valoración de activos financieros CAPM. Para ello, se utilizaron los datos del Fondo de Inversión Mobiliaria (FMI) se escogieron aquellos en cuya composición entra la renta variable, renta variable mixta y renta fija mixta. De estos fondos se eligieron los datos trimestrales de rentabilidad de aquellos fondos del mercado nacional; para el periodo 1990- 1997. Los resultados muestran que utilizando la metodología de series temporales en el 85% de los fondos analizados se puede aceptar el modelo. Sólo en la serie temporal se obtienen resultados favorables, es decir, el CAPM no es adecuado para la explicación en las variaciones en las primas de rentabilidad de los Fondos de Inversión.

Fernández (2005) plantea como objetivo calcular el beta del CAPM para una muestra de 24 acciones activamente transadas en la Bolsa de Comercio de Santiago en el periodo 1997-2002 para ello, utiliza dos técnicas el modelo tradicional CAPM y la técnica de ondas cortas que son similares a las funciones seno y coseno que oscilan entorno a cero. Los resultados para esta investigación muestran que el modelo CAPM tiene un mayor valor

predictivo en el mediano plazo, mientras que el análisis del efecto temporal sobre el cálculo del valor en riesgo, este tiene una mayor concentración en el corto plazo.

Jerez y Sotoca (2008) buscan determinar el valor de los contratos futuros más adecuado para reducir el riesgo de la cartera. Utilizando la muestra mensual (Enero de 1978 hasta Diciembre de 1987) de los rendimientos de IBM (denotado por *IBM*), el rendimientos de la Bolsa de Nueva York (denotado por *MARKET*) y el tipo de interés de las letras del Tesoro a 30 días (denotado por (*RKFREE*)). Los resultados más importantes son: existen rendimientos atípicos, el coeficiente beta es significativo y se rechaza que sea igual a uno a favor de que es menor que la unidad. Un R^2 bajo, no invalida el modelo.

A nivel nacional algunos de los estudios son: Aristizabal (1997) busca desarrollar el modelo CAPM, el coeficiente beta basado en el operador generalizado de la incertidumbre (GUO), para ello utiliza las series trimestrales de 16 activos comprendidos entre 1984 y 1994. Los resultados muestran que en la mayoría de los activos se observa la existencia de una relación entre la rentabilidad nominal patrimonial y la DTF a un nivel de significancia del 5%. Por otro lado, existen grandes diferencias empíricas observadas con el modelo CAPM.

Castillo (2000) analiza con base en un modelo alternativo al modelo CAPM, el problema del riesgo sistemático en empresas colombianas, realiza una comparación con el modelo CAPM. Con la metodología propuesta, el análisis y evaluación de los diferentes factores que influyen en el comportamiento y estructura de la compañía, así como la capacidad de

las empresas para adaptarse a los diferentes escenarios y fluctuaciones de dichos factores, reflejan cómo las compañías comparativamente frente al Benchmark de su sector, son menos riesgosas, que si se hiciera este análisis con herramientas como el CAPM. Otro de los resultados muestran que debido a los problemas del mercado colombiano, los métodos de valoración como el CAPM poseen problemas de aplicación los cuales pueden subvalorar o sobrevalorar el impacto del riesgo de mercado sobre un tipo de empresa específica.

El proyecto de investigación “Validación y Aplicabilidad de la Teoría del Portafolio para el caso Colombiano”, de la Pontificia Universidad Javeriana 2001-2003, plantea validar el modelo CAPM, ajustándolo al contexto colombiano. Para cumplir con estos objetivos se utilizó la información del mercado bursátil colombiano para las acciones de alta y media liquidez en el periodo 1992-2002, con la cual se construyeron diferentes canastas de acciones y las rentabilidades (variaciones) fueron calculadas mensualmente, bimensualmente, trimestralmente, semestralmente y anualmente de portafolios “óptimos” y “simples”. Los resultados muestran que: se presentó poca diversificación, las acciones muestran rentabilidades promedias negativas y/o inferiores a la tasa libre de riesgo. La diversificación de los portafolios “óptimos” depende del comportamiento del mercado accionario y del nivel de la tasa libre de riesgo.

Perilla (2008) busca determinar las diferencias entre los resultados del mismo modelo CAPM, en el mercado colombiano y distintos mercados de capitales internacionales. Para ello, se tomaron los datos de cinco de las acciones más representativas de la Bolsa de Valores de Colombia que en su conjunto representan cerca del 35% del índice compuesto

Los resultados muestran que al construir el modelo CAPM para tres carteras (Colombia, Dow Jones, Nasdaq) reflejan que el perfil de riesgo de la cartera analizada dentro del mercado los resultados no son concluyentes o definitivos ya que no existen indicios claros acerca de la aplicabilidad del Modelo CAPM, al mercado accionario colombiano. Lo anterior se ve reflejado en ejemplos como valores de beta encontrados (Dólar e Interbolsa) son muy similares, pero cuando se compara la volatilidad de los activos, se aprecian notables diferencias. Esta diferencia entre beta y volatilidad muestra luces acerca de los problemas que puede presentar el modelo CAPM.

Vélez (2009) tiene como objetivo analizar la rentabilidad riesgo de las acciones en Colombia para el periodo 1938-1980, los resultados muestran que la tasa de riesgo del mercado accionario contradice lo expuesto por la teoría, no es claro que haya relación entre ciertas variables macroeconómicas (IPC, PIB, etc.) y la rentabilidad de las acciones. Existen casos particulares en los cuales el modelo CAPM si es coherente para explicar la rentabilidad de las acciones, con la evidencia empírica se puede afirmar que en algún grado la inversión en la bolsa es un juego de azar y depende de la información y la experiencia del inversionista.

Los trabajos aquí presentados han dado una mayor claridad y profundidad para determinar cuáles son los parámetros y lineamientos necesarios para continuar con la valoración de activos para Colombia, lo que representa un paso importante en cuáles son los limitantes que puede tener un estudio de esta naturaleza.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para analizar la rentabilidad de riesgo de las acciones se tendrá en cuenta un grupo de empresas seleccionadas que deben cotizar en la Bolsa de Valores de Colombia todos los días de mercado durante el periodo comprendido entre mayo de 2002 y diciembre de 2008, periodo seleccionado debido a la estabilidad del mercado accionario internacional, antes de presentarse la crisis mundial. A partir de los datos se realiza un análisis exploratorio previo al análisis de regresión. En segundo lugar, al considerar la rentabilidad esperada de cada acción explicada por su relación lineal con un determinado índice de mercado, se procederá a obtener la recta de regresión para cada acción en el período objeto de análisis. Adicionalmente se realizaron los análisis de significancia estadística de los coeficientes de regresión obtenidos y el coeficiente beta.

Antes de realizar cualquier cálculo y teniendo en cuenta las series utilizadas, es pertinente aclarar que para la estimación del CAPM se utilizó el proceso GARCH(1,1) en el cálculo de las varianzas diarias, procedimiento que reducirá los problemas de la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios, de esta forma se pueden corregir los problemas de heterocedasticidad presentes en este tipo de modelos y se avanzará de una manera precisa y robusta a la hora de obtener los coeficientes betas para cada una de las empresas.

3.1 Conformación de la Base de Datos

La base de datos que se utilizó para este trabajo de grado fue construida con los datos que representan el precio de cierre de las cotizaciones diarias en la bolsa de valores de Colombia, se seleccionaron 10 empresas que presentaran cotizaciones entre el 2 de mayo de 2002 y el 30 de diciembre 2008. Este periodo fue escogido debido a la estabilidad esperada del mercado accionario colombiano, antes de presentarse la crisis mundial, lo cual permite que los resultados sean confiables. Es decir, que al utilizar cotizaciones posteriores a estas fechas se podría presentar que los resultados obtenidos no fueran consistentes con el comportamiento esperado ya que la recesión que se presento en los Estados Unidos, principal socio comercial de Colombia y la crisis mundial pudo afectar en cierto grado las transacciones que se realizaron en el mercado accionario colombiano. Se utilizarán los datos de la Bolsa de Valores de Colombia, para calcular las rentabilidades del mercado y de las acciones, para así después calcular el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM).

Las empresas seleccionadas son Acerías Paz del Rio, Cartón de Colombia S.A, COLTEJER, Compañía Colombiana de Inversiones, FABRICATO, Grupo Aval, Grupo Nacional de Chocolates, PROMIGAS, BANCOLOMBIA, Interconexión Eléctrica S.A. y el Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC). Los datos fueron tomados de la página de Internet del Grupo Aval. Posteriormente se depuraron los datos para verificar que las cotizaciones estuvieran para todas las empresas, todos los días, finalmente la base de datos quedó construida por un total de 1.639 observaciones. Adicionalmente se tomo los

datos de la tasa interbancaria del banco de la República de Colombia con el objetivo de tener una tasa de referencia que esté libre de riesgo y así poder calcular el modelo de valoración de activos CAPM.

3.2 Variables Incluidas en el Modelo

Para el desarrollo de la investigación fue necesario construir algunas variables que permitieran el cálculo de los coeficientes beta del modelo CAPM.

Precio de Cierre de la Acción: Esta variable corresponde al precio de la acción de cada una de las empresas en la Bolsa de Valores de Colombia.

Logaritmos del precio de Cierre de la Acción: Esta variable se construyó con el objetivo de calcular la rentabilidad de las acciones de cada empresa en el periodo de estudio.

Rentabilidad de la Acción: La rentabilidad de la acción fue construida como la diferencia entre los logaritmos del precio de cierre de las acciones de cada una de las empresas

$$RA = LOG(P_t) - LOG(P_{t-1}) \quad (4)$$

Donde:

RA = Rentabilidad de la Acción

$LOG(P_t)$ = Logaritmo de la Acción en el momento t

$LOG(P_{t-1})$ = Logaritmos de la acción en el momento $t - 1$

De igual manera se trabajo con el indicador de mercado que corresponde al Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC) y una tasa libre de riesgo, para lo cual se tomó la Tasa Interbancaria y se realizaron las mismas transformaciones que para el precio de las acciones.

3.3 Análisis de las Series

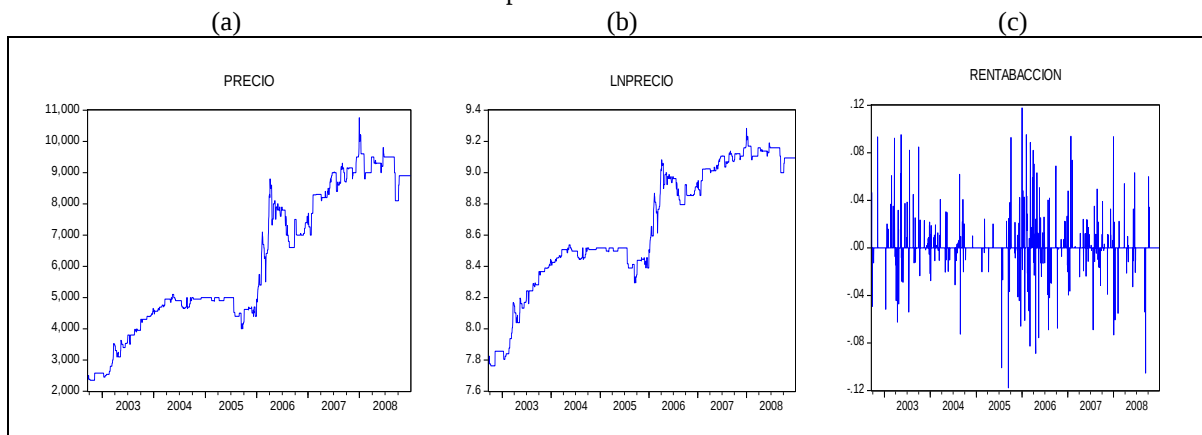
Los modelos econométricos que se basan en las series de tiempo son utilizados principalmente para predecir que pasa en el futuro de una variable, teniendo en cuenta los comportamientos pasados de dicha variable. Los modelos de series de tiempo que analizan la rentabilidad de las acciones se basan en el supuesto que las series son estacionarias. Por tal razón el paso inicial es verificar la estacionariedad de la serie de datos (precio de cierre de las acciones). A continuación en el Gráfico 2, se observa el análisis grafico de estacionariedad para las series de una de las empresas que hacen parte de la muestra en este estudio. A través de las gráficas de la serie original de precios, así como de las transformaciones que se le realizan para obtener la rentabilidad. Las series que se analizaron son: el precio de cierre de las acciones, la transformación logarítmica $\ln(\text{Precio})$ y el rendimiento diario de las acciones (diferencia logarítmica de precios).

En el Gráfico 2, la serie de precios de cierre de la acción (a) se observa una tendencia creciente, lo que evidencia que dicha variable parece ser no estacionaria, es decir, la media no será constante para todas las observaciones. De igual manera se puede concluir que la transformación logarítmica del precio (b) es no estacionaria. Luego de diferenciar la serie y

obtener los retornos (rentabilidad) (c), se observa que la serie va oscilando, pero sin alejarse de forma significativa de cero. Lo cual da indicios que la serie es estacionaria en media. En los anexo 1 al 9 se observa el comportamiento de las otras acciones seleccionadas para este estudio, las cuales siguen un comportamiento casi similar al descrito anteriormente.

Gráfico 2

Análisis Gráfico del precio de cierre de las acciones y las transformaciones del precio de las acciones de la Empresa Cartón Colombia



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

A parte de estos métodos no formales, se realizó el test de Dickey-Fuller con intercepto y sin tendencia determinística, el cual se escogió para comprobar si las series son estacionarias. A continuación se presenta los resultados de dicha prueba para corroborar los resultados antes mostrados.

La hipótesis de la prueba de Dickey - Fuller es:

H_0 : Raíz Unitaria

H_1 : Raíz No unitaria.

A continuación se presenta la prueba Dickey – Fuller, para determinar si las variables precio, logaritmo del precio y en especial la rentabilidad son estacionarias y se puede utilizar dentro del estudio.

Tabla 1

Resumen de la Prueba de Dickey-Fuller para las series de precios de las acciones y sus transformaciones para el periodo 2002-2008

EMPRESA	SERIE	t-statistic	Prob.
ACRIAS PAZ DEL RIO	PRECIO	-0.523472	0.4901
	LOG(PRECIO)	0.430441	0.8065
	RENTABILIDAD	-35.08910	0.0000
BANCOLOMBIA	PRECIO	0.276511	0.7660
	LOG(PRECIO)	2.443213	0.9968
	RENTABILIDAD	-37.75541	0.0000
CARTON COLOMBIA	PRECIO	0.920094	0.9050
	LOG(PRECIO)	1.832023	0.9844
	RENTABILIDAD	-37.23758	0.0000
COLOMBIANA DE INVERSIONES	PRECIO	0.340918	0.7835
	LOG(PRECIO)	2.372659	0.9961
	RENTABILIDAD	-33.46465	0.0000
COLTEJER	PRECIO	-1.634417	0.0965
	LOG(PRECIO)	-1.218920	0.2048
	RENTABILIDAD	-44.84237	0.0001
FABRICATO	PRECIO	-0.891386	0.3300
	LOG(PRECIO)	-0.050035	0.6660
	RENTABILIDAD	-13.99497	0.0000
GRUPO AVAL	PRECIO	0.143845	0.7276
	LOG(PRECIO)	1.331434	0.9543
	RENTABILIDAD	-38.98607	0.0000
INTERCONEXION ELECTRICA	PRECIO	1.651770	0.9764
	LOG(PRECIO)	2.184362	0.9935
	RENTABILIDAD	-38.43386	0.0000
NACIONAL DE CHOCOLATES	PRECIO	-0.367780	0.5523
	LOG(PRECIO)	0.233658	0.7540
	RENTABILIDAD	-38.78492	0.0000
PROMIGAS	PRECIO	1.467488	0.9652
	LOG(PRECIO)	2.839715	0.9990
	RENTABILIDAD	-41.24213	0.0000

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

En la Tabla 1, se observan los resultados de la prueba Dickey-Fuller para cada una de las series y sus respectivas transformaciones de las 10 empresas que hacen parte de este trabajo, según el estadístico t y la probabilidad de aceptar que la serie tenga raíz unitaria se encontró que solo para el caso de la rentabilidad de las acciones (diferencia de logaritmos del precio) de las series de las 10 empresas son estacionarias, por tanto se pueden utilizar la serie de rentabilidad de la acción para calcular el modelo CAPM para el caso colombiano.

3.4 Modelo GARCH (p,q)

Fue desarrollado originalmente por Engle(1982). Se tiene que un proceso ARCH(q) se define de la siguiente forma

$$y_t = f(z_t) + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\eta_t = \frac{\varepsilon_t}{\sqrt{h_t}} \quad (6)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (7)$$

Donde $f(z_t)$ es una función que modela el valor esperado de y_t , $\eta_t \rightarrow NID(0,1)$ es un proceso independiente de h_t . $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, q$ y que $\sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$. Es posible demostrar bajo estos supuestos que ε_t es un proceso ruido blanco con varianza condicional h_t (Engle, 1982). En la ecuación (7) recoge el comportamiento de perturbación como una función lineal de los términos precedentes hasta el periodo q .

Una extensión natural de los modelos ARCH es propuesta por Bollerslev (1986). Esta generalización se conoce como modelos GARCH (Generalized Autorregresive Conditional Heterokedasticity). En estos modelos se permite que las varianzas condicionales del pasado entren en la ecuación de la varianza condicional corriente un modelo GARCH (p,q) esta descrito por las ecuaciones (5), (6) y (8).

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad (8)$$

Estos modelos ofrecen una estructura más flexible para la composición de los rezagos y en la mayoría de los casos pueden modelar la volatilidad de una manera mucho más parsimoniosa que los modelos ARCH.

Igual que se tiene que $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\beta_j \geq 0$, con $i = 1, \dots, q$, $j = 1, \dots, p$, para asegurar la no negatividad de la varianza condicional y adicionalmente que $\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$, para asegurar que los choques se desvanecen en el tiempo y la varianza no condicional está definida. La ecuación de la varianza no condicional en este caso está dada por:

$$\sigma^2 = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i - \sum_{j=1}^p \beta_j} \quad (9)$$

Por lo tanto, si $\sum_{i=1}^q \alpha_i - \sum_{j=1}^p \beta_j \geq 1$, esta no estaría definida y los choques no se desvanecerían en el tiempo sino que permanecerían iguales a uno o su impacto crecería de forma explosiva (>1). Las ecuaciones (7) o (8) que describen la varianza condicional de la serie, lo cual implica que habrá conglomerados de volatilidad y que la varianza de ε_t condicionada a la información hasta el periodo $t-1$ está dada por h_t , que si media es cero y que su curtosis es mayor que la de una normal. Estos fenómenos serán examinados a continuación para el caso de los retornos en varios mercados de valores.

Es por ello, que los modelos estimados deben cumplir con dos condiciones para que el procedimiento GARCH (1,1) tenga validez como son: después de tener la estimación del CAPM con el proceso GARCH (1,1) se verifica que ninguno de los coeficientes sea

negativo y que la suma de los coeficientes RESID y GARCH no sean superiores a 1, de esta forma se comprueba que es posible utilizar este procedimiento.

3.5 Modelo de Regresión de Dos Variables

El modelo de valoración de activos se desarrolla a través del Método de Mínimos Cuadrados, esto se hace debido a la relación lineal que existe entre el riesgo y la rentabilidad de las acciones que plantea el modelo CAPM, por tanto, se espera que a mayor riesgo mayor rentabilidad y viceversa. A continuación se precisa la forma del modelo de CAPM para este estudio.

$$R_{it} = \beta_0 + \beta_1 R_{mt} + u_{it} \quad (9)$$

Donde:

β_0 = Intercepto

β_1 = Coeficiente del grado de riesgo del activo con respecto al rendimiento del mercado

R_{mt} = Rendimiento del mercado durante el periodo t

R_{it} = Tasa de rendimiento del activo i en el periodo t

u_{it} = Término de error estocástico de la regresión en el periodo t

Teniendo en cuenta que esta regresión es lineal en los parámetros y en los coeficientes se obtienen los resultados a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios y para que los coeficientes de estimación sean los Mejores Estimadores Lineales e Insesgados (MELI), es necesario que se cumplan todos los supuestos del modelo de regresión lineal.

Supuesto del Modelo Clásico de regresión Lineal:

- a. Normalidad en el termino de error
- b. Homoscedasticidad o igual varianza entre los errores, es decir se covarianza cero.
- c. No existe auto correlación entre los errores.
- d. No correlación entre los errores y las X 's, es decir covarianza cero entre los errores y la variable X_i .

Con el cumplimiento de estos supuestos se puede construir Beta e interpretar sus resultados.

Así, un Beta mayor que 1 representa que la variación de la acción i es superior a la variación del mercado, lo que refleja que es una acción más riesgosa o con mayor grado de respuesta que el mercado promedio. Beta menor que 1 indica una acción menos riesgosa y un Beta igual a 1, muestra un rendimiento acorde o paralelo al mercado.

4. RESULTADOS DE LOS MODELOS CAPM

A través del modelo de regresión de dos variables se estimaron los coeficientes betas que miden el grado de respuesta de la variabilidad de los rendimientos sobre las acciones a la variabilidad de los rendimientos del mercado. Si $\beta_i > 1$, tenemos que las variaciones en los rendimientos del valor de la acción i serán mayores a las variaciones del rendimiento del mercado. Por lo contrario, si $\beta_i < 1$, el valor de la acción i será menos riesgoso que el rendimiento del mercado. Si $\beta_i = 1$, el rendimiento del valor de la acción i variará en la misma cantidad que la variación del rendimiento de mercado.

Antes de realizar cualquier interpretación de los modelos estimados es necesario revisar si las condiciones necesarias para que el GARCH (1,1) sea aplicado se cumplen, estas condiciones son que ninguno de los coeficientes del GARCH (1,1) como los residuales del modelo sean negativos, al igual que la suma de sus coeficientes no excedan la unidad, para el caso de las acciones Acerías Paz del Rio, Bancolombia, Cartón de Colombia, Colombiana de Inversiones, Grupo Aval, Interconexión Eléctrica y Promigas cumplen ambas condiciones. Caso contrario ocurre con los modelos de las empresas Coltejer, Fabricato y Nacional de Chocolates donde no se cumple alguna de las dos condiciones (Ver Anexos 10 al 18).

En la Tabla 3, se presentan los valores de los coeficientes β para cada una de las 10 acciones que conforman el portafolio en el periodo comprendido entre el 2 de mayo de

2002 y el 30 de diciembre de 2008 se tiene que para todas las acciones el coeficiente beta es significativo a un nivel del 5%, también se observa que los mayores R^2 ajustado son para el modelo de Bancolombia, Colombiana de Inversiones, Interconexión Eléctrica y Promigas cuyo valor está por encima del 60%, es decir que la variación total de la rentabilidad de las acciones de estas empresas es explicada en un 60% por el modelo, caso contrario ocurre con otras empresas como Acerías Paz del Rio, Coltejer y Fabricato que tiene un R^2 inferior al 10%, es decir el poder explicativo del mercado sobre la rentabilidad de estas acciones es muy bajo.

Tabla 3

Resultados de los Modelos de Regresión CAPM para Obtener los valores β para las Acciones que cotizan en la Bolsa de Valores Durante el Periodo 2002-2008

ACCIÓN	VARIABLE	VALOR DEL COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR	t-ESTADISTICO	PROBABILIDAD	R^2
ACERÍAS PAZ DEL RIO	Intercepto	7.00E-05	0.000567	0.123525	0.9017	0.073082
	Beta	0.374369	0.019896	18.81598	0.0000	
BANCOLOMBIA	Intercepto	0.000210	0.000330	0.634051	0.5260	0.684016
	Beta	1.018295	0.010051	101.3171	0.0000	
CARTÓN DE COLOMBIA	Intercepto	4.32E-05	0.000435	0.099392	0.9208	0.254029
	Beta	0.516346	0.014149	36.49223	0.0000	
COLOMBIANA DE INVERSIONES	Intercepto	0.000266	0.000275	0.969520	0.3323	0.705786
	Beta	1.042128	0.012795	81.44682	0.0000	
COLTEJER	Intercepto	0.001753	0.000485	3.612079	0.0003	0.050860
	Beta	0.987852	0.036585	27.00149	0.0000	
FABRICATO	Intercepto	0.004187	0.005300	0.789963	0.4295	0.007840
	Beta	0.244606	0.087443	2.797309	0.0052	
GRUPO AVAL	Intercepto	-0.000665	0.000310	-2.146133	0.0319	0.526840
	Beta	0.833676	0.013790	60.45587	0.0000	
INTERCONEXION	Intercepto	0.000233	0.000308	0.757147	0.4490	0.676190
	Beta	0.920231	0.013839	66.49751	0.0000	
NACIONAL DE CHOCOLATES	Intercepto	-0.000466	0.000245	-1.899876	0.0574	0.198295
	Beta	0.898559	0.010475	85.78055	0.0000	
PROMIGAS	Intercepto	-0.000231	0.000335	-0.688185	0.4913	0.600602
	Beta	0.660425	0.011823	55.86132	0.0000	

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Como se mencionó anteriormente el cambio en la rentabilidad de la acción para las empresas Bancolombia, Colombiana de Inversiones, Interconexión Eléctrica y Promigas es explicado en más de un 60% por el mercado de las acciones, lo cual es posible atribuírsele al comportamiento de este mercado, es decir estas empresas están altamente relacionadas a las fluctuaciones del índice general de la Bolsa de Valores de Colombia, razón por la cual cualquier movimiento en este índice se refleja en el precio de cierre de las acciones y posteriormente en las rentabilidades de las acciones de estas empresas.

Caso contrario ocurre con las empresas que tienen un R^2 inferior al 10% las cuales son empresas pertenecientes al sector textil y estas pueden no estar relacionadas con el comportamiento del mercado de las acciones (IGBC), esto evidencia que el sector textil no se comporta de igual manera que el mercado de valores, lo cual es posible atribuirlo a que es uno de los sectores que más dinamiza la economía colombiana en los últimos años y no se afecta por los problemas del mercado colombiano en general. Otro caso importante de mencionar es el coeficiente de ajuste R^2 del Grupo Aval, el cual está cercano al 52% esto evidencia que en Colombia las empresas pertenecientes al sector financiero como el caso de Bancolombia, colombiana de Inversiones y el Grupo Aval están relacionadas con el comportamiento del IGBC, pero existe una serie de atributos adicionales que inciden en el precio y rentabilidad de las acciones pertenecientes a este sector.

En cuanto al beta para las acciones de las 10 empresas se tiene que exceptuando los betas de Bancolombia y colombiana de Inversiones los demás son menores que 1, es decir que el valor de los rendimientos de las acciones, será menos riesgoso que el rendimiento del

mercado. No obstante, para las acciones de las empresas Bancolombia y Colombiana de Inversiones, Fabricato presentan un beta superior a 1, pero no muy lejano de la unidad, mientras que el beta de las acciones Coltejer, Grupo Aval, Interconexión Eléctrica y Nacional de Chocolates presentan el beta más alto del restante de empresas que son tenidas en cuenta en este estudio; el cual es superior 0.83. Por tal razón, es posible decir que invertir en alguna de estas empresas presenta un comportamiento casi similar al comportamiento del mercado. Esto se puede atribuir a que estas empresas están altamente relacionadas con el comportamiento del mercado (fluctuaciones positivas o negativas). Teniendo en cuenta el R^2 que explica la variación total en la variable Y, explicada por el modelo, se puede afirmar que a pesar que las acciones tomadas en este estudio son menos riesgosas que el rendimiento del mercado, los betas de estas empresas se comportaran casi que de la misma manera que el mercado.

Finalmente, las empresas restantes como son Acerías Paz del Río, Cartón de Colombia, Fabricato y Promigas, son empresas con características particulares según los resultados, el primero es que el R^2 para las tres primeras empresas no es muy alto, esto quiere decir que a pesar que la rentabilidad del mercado explica la rentabilidad de las acciones, estas empresas tienen otros factores adiciones que las pueden hacer más rentables o atractivas para los inversionistas, además mediante el CAPM, se encontró que los betas de estas empresas son 0.37, 0.51, 0.24 y 0.66 respectivamente, razón por la cual se puede decir que no son muy riesgosas, sin embargo dado el bajo poder explicativo del modelo no se da certeza con los resultados. Aunque esto no invalida los resultados obtenidos de la estimación.

Adicionalmente, se analiza si las ecuaciones estimadas cumplen con los supuestos del modelo clásico de regresión lineal, (GUJARATI, 2004). La normalidad de los residuales se observa cuando el valor de la media condicional es cero. Este supuesto lo comprobamos con el histograma de residuales (Ver anexo 19 al 28). Donde la media de los residuales es cero.

La Homocedasticidad, se analiza la varianza de U_i debe ser la misma para todas las observaciones. U_i debe tener una distribución normal, lo cual es posible comprobarlos con el coeficiente de curtosis (K), y la prueba de jarque bera de normalidad, constituye una prueba en la cual su valor es igual a cero.

Tabla 4
Media de los Residuales de las Estimaciones MCO para calcular los Betas

RESIDUALES DE LA ACCIÓN	CURTOSIS	JARQUE BERA
ACERÍAS PAZ DEL RIO	12.00	5637.51 (0.000)
BANCOLOMBIA	18.61	16710.03 (0.000)
CARTÓN DE COLOMBIA	16.56	12574.03 (0.000)
COLOMBIANA DE INVERSIONES	5.62	525.18 (0.000)
COLTEJER	134.71	1198638 (0.000)
FABRICATO	994.13	67255755 (0.000)
GRUPO AVAL	9.05	2610.08 (0.000)
INTERCONEXION ELECTRICA	16.81	13141.43 (0.000)
NACIONAL DE CHOCOLATES	300.26	6063183 (0.000)
PROMIGAS	13.15	7079.80 (0.000)

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Como se observa en la Tabla 4, el valor del Jarque Bera en todos los casos es sumamente alto y el p valor es suficientemente alto, se puede rechazar la hipótesis que los residuales

están normalmente distribuidos. De igual manera, con la prueba de Curtosis, se tiene que todos los valores son mayores que 3, es decir que se puede rechazar la hipótesis de normalidad de los residuales.

Adicionalmente, se calculo el estadístico de White para heterocedasticidad los resultados para cada una de los modelos estimados a través de MCO para calcular los betas de cada una de las acciones. Prueba de White para Heterocedasticidad. Esta prueba tiene como hipótesis.

Con un $\alpha = 0.05$ (5%).
 Ho: No hay heterocedasticidad
 H₁: Hay heterocedasticidad.

En la Tabla 5, se observan los resultados para los test White de heterocedasticidad y de acuerdo a las reglas de decisión, se puede concluir que los modelos para calcular los betas de las acciones Acerías Paz del Rio, Bancolombia, Cartón de Colombia, Colombiana de Inversiones y Promigas no presentan problemas de Heterocedasticidad.

Tabla 5
 Test de White para Heterocedasticidad de las Estimaciones MCO para calcular los Betas

TEST WHITE		
ACERÍAS PAZ DEL RIO	F-statistic	6.645 (0.0013)
	Obs*R-squared	13.207 (0.0014)
BANCOLOMBIA	F-statistic	44.144 (0.0000)
	Obs*R-squared	83.919 (0.0000)
CARTÓN DE COLOMBIA	F-statistic	12.925 (0.0000)
	Obs*R-squared	25.496 (0.0000)
COLOMBIANA DE INVERSIONES	F-statistic	3.712 (0.0246)
	Obs*R-squared	7.404 (0.0247)
COLTEJER	F-statistic	0.027 (0.9730)
	Obs*R-squared	0.054 (0.9729)

TEST WHITE		
FABRICATO	F-statistic	0.217 (0.8047)
	Obs*R-squared	0.435 (0.8044)
GRUPO AVAL	F-statistic	0.943 (0.3894)
	Obs*R-squared	1.888 (0.3889)
INTERCONEXION ELECTRICA	F-statistic	1.803 (0.1650)
	Obs*R-squared	3.606 (0.1648)
NACIONAL DE CHOCOLATES	F-statistic	1.070 (0.3432)
	Obs*R-squared	2.141 (0.3427)
PROMIGAS	F-statistic	15.605 (0.0000)
	Obs*R-squared	30.682 (0.0000)

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

La detección de la autocorrelación entre las perturbaciones, se realiza con la prueba del estadístico de Durbin Watson. El cual permite saber si existe auto correlación de orden 1.

Ho: No hay autocorrelación positiva

H₁: Hay autocorrelación

Tabla 6

Prueba d Durbin Watson de las Estimaciones MCO para calcular los Betas de cada Acción

ACCIÓN	d-Durbin Watson
ACERÍAS PAZ DEL RIO	1.634809
BANCOLOMBIA	2.057528
CARTÓN DE COLOMBIA	2.021209
COLOMBIANA DE INVERSIONES	1.897505
COLTEJER	2.214387
FABRICATO	1.116814
GRUPO AVAL	2.071280
INTERCONEXION ELECTRICA	2.028615
NACIONAL DE CHOCOLATES	1.961132
PROMIGAS	1.989344

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com .

Para estos modelos se tiene un $K=2$, $N=1638$ se encuentra que los valores de **dl** y **du** a un nivel de significancia de 0.05 son:

* **dl** = 1.748 y **du** = 1.789 ; **4-du** = 2.211 y **4-dl** = 2.252.

Para las modelos que explican la rentabilidad asociado al riesgo del portafolio de las acciones, exceptuando el modelo de la empresa de Acerías Paz del Rio y Fabricato los otros modelos no presenta autocorrelación, El modelo que busca explicar la rentabilidad asociado al riesgo para las empresas Acerías y Fabricato se rechaza H_0 , con lo cual existe evidencia para aceptar autocorrelación positiva, al nivel de significancia del 5%. Adicionalmente se realiza la prueba Ljung-Box el cual se denotan por Q , sirve, al igual que el anterior para constatar esquemas generales de la perturbación. El contraste de hipótesis esta dado por:

H_0 : No autocorrelación

H_1 : Autocorrelación.

Este estadístico Q se calcula junto con los correlogramas de la funciones muestrales de autocorrelación simple y parcial de los residuos mínimo cuadráticos para cada uno de los retardos. En el Gráfico 3, se observa una similitud entre ambos, sin embargo ambos tienden a cero. En cuanto al estadístico Q , se tiene que para todos los rezagos, la probabilidad es menor que 0.05, es decir que se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación serial. En los anexos 29 al 37, se observan los correlogramas para los residuales de las estimaciones de MCO.

Gráfico 3
Correlograma de los Residuales del Modelo CAPM de la Empresa Acerías Paz del Rio

Gráfica de los Residuales del Modelo GARCH de la Empresa Acelas Paz						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.098	0.098	15.695	0.000
		2	0.005	-0.005	15.730	0.000
		3	-0.002	-0.002	15.738	0.001
		4	0.020	0.021	16.424	0.002
		5	0.051	0.047	20.643	0.001
		6	0.064	0.055	27.291	0.000
		7	0.012	0.001	27.535	0.000
		8	0.018	0.017	28.044	0.000
		9	0.009	0.004	28.170	0.001
		10	0.023	0.018	29.059	0.001
		11	0.047	0.039	32.756	0.001
		12	0.026	0.014	33.916	0.001
		13	0.010	0.004	34.085	0.001
		14	-0.025	-0.029	35.113	0.001
		15	0.000	0.001	35.113	0.002
		16	-0.040	-0.048	37.724	0.002
		17	0.009	0.010	37.866	0.003
		18	0.049	0.044	41.797	0.001
		19	0.002	-0.007	41.807	0.002
		20	0.023	0.027	42.704	0.002
		21	0.004	0.002	42.738	0.003
		22	0.002	0.003	42.744	0.005
		23	-0.019	-0.026	43.367	0.006
		24	-0.013	-0.013	43.646	0.008

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

En vista de los resultados obtenidos a través de la estimación del CAPM, los cuales tienen en cuenta el método GARCH (1,1), donde algunos modelos siguen presentando problemas de heterocedasticidad en la estimación de los betas para las acciones de algunas de las empresas tenidas en cuenta, se realizó la estimación del modelo (CAPM), utilizando los errores estándar robustos (corrección de heterocedasticidad de White, ver Anexos 38-47). A continuación en la Tabla 8, se presentan los valores de los coeficientes β para cada una de las 10 acciones que conforman el portafolio en el periodo estudiado teniendo en cuenta los errores estándar robustos. De estas estimaciones se tiene que para todas las acciones el coeficiente beta es significativo a un nivel del 5%.

Por el lado del poder explicativo de los modelos, los mayores R^2 ajustado es para el modelo de Bancolombia, Colombiana de Inversiones e Interconexión Eléctrica cuyo valor está por encima del 60%, es decir que la variación total de la rentabilidad de las acciones de estas empresas es explicada en un 60% por el modelo, caso contrario ocurre con otras empresas como Coltejer, Fabricato y Acerías Paz del Rio, que tiene un R^2 inferior al 10%, es decir el poder explicativo del mercado sobre la rentabilidad de estas acciones es muy bajo.

En cuanto al beta para las acciones de las 10 empresas se tiene que para las acciones Bancolombia y Colombiana de Inversiones se tiene un beta mayor que uno, lo cual quiere decir que serán acciones más riesgosas que el rendimiento del mercado, sin embargo dado el valor del coeficiente se podría llegar a pensar que el comportamiento es casi igual al comportamiento del mercado. Para el resto de las acciones lo betas son menores que uno, es decir que el valor de los rendimientos de las acciones, será menos riesgoso que el rendimiento del mercado. No obstante, para las acciones de las empresas Coltejer, Grupo Aval, Interconexión Eléctrica, Nacional de Chocolates presentan el beta más alto de todas las 10 empresas que son tenidas en cuenta en este estudio; el cual es superior 0.70. Por tal razón, es posible decir que invertir en alguna de estas empresas presenta un comportamiento casi similar al comportamiento del mercado.

Tabla 7
Resultados de los Modelos de Regresión para Obtener los valores β para las Acciones que cotizan en la Bolsa de Valores Durante el Periodo 2002-2008

ACCIÓN	VARIABLE	VALOR DEL COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR	t-ESTADISTICO	PROB.	R^2	D WATSON
ACERÍAS PAZ DEL RIO	Intercepto	0.0021	0.001106	1.952	0.0511	0.0947	1.6686
	Beta	0.6794	0.061309	11.08	0.0000		
BANCOLOMBIA	Intercepto	0.0003	0.000374	0.822	0.4107	0.6841	2.0590
	Beta	1.0307	0.033848	30.45	0.0000		
CARTÓN DE COLOMBIA	Intercepto	0.0001	0.000454	0.243	0.8078	0.2542	2.0269
	Beta	0.5024	0.040073	12.53	0.0000		

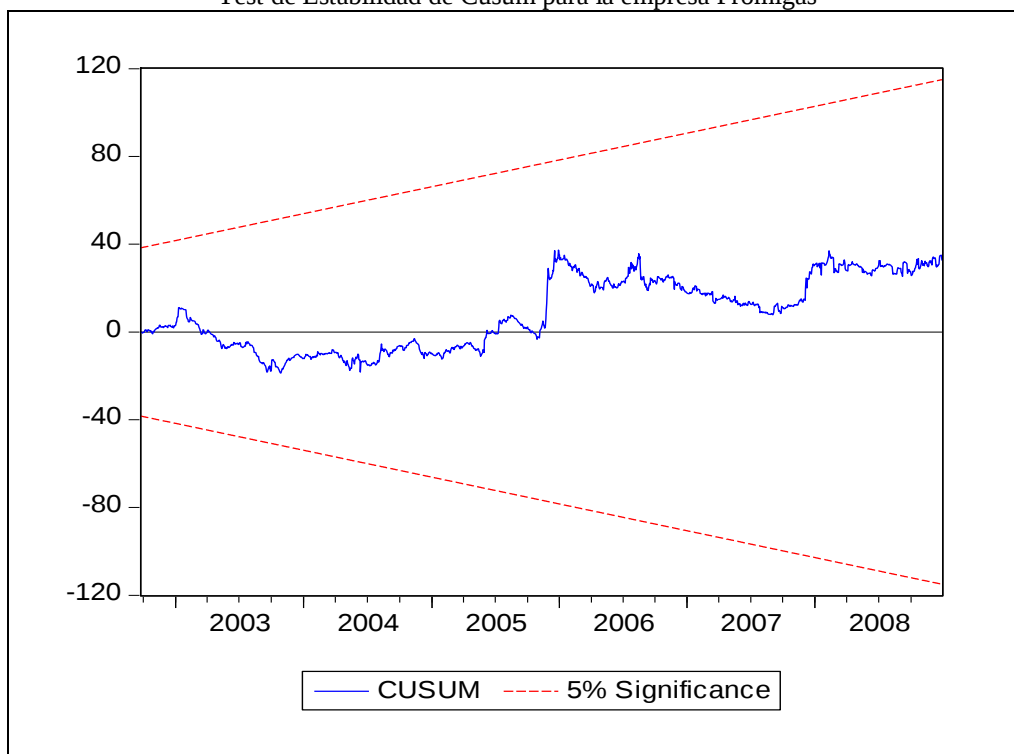
ACCIÓN	VARIABLE	VALOR DEL COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR	t-ESTADISTICO	PROB.	R ²	D WATSON
COLOMBIANA DE INVERSIONES	Intercepto	0.0006	0.000370	1.6203	0.1053	0.7078	1.9245
	Beta	1.0992	0.026621	41.293	0.0000		
COLTEJER	Intercepto	-0.0033	0.001704	-1.943	0.0521	0.0589	2.2304
	Beta	0.8143	0.069145	11.777	0.0000		
FABRICATO	Intercepto	0.0009	0.001935	0.467	0.6401	0.0110	1.0996
	Beta	0.3995	0.089238	4.477	0.0000		
GRUPO AVAL	Intercepto	-0.0002	0.000409	-0.685	0.4934	0.5271	2.0736
	Beta	0.8250	0.024401	33.816	0.0000		
INTERCONEXION	Intercepto	5.78E-0	0.000341	0.016	0.9865	0.6768	2.0240
	Beta	0.9487	0.019697	48.168	0.0000		
NACIONAL DE CHOCOLATES	Intercepto	-0.0005	0.000846	-0.656	0.5116	0.1991	1.9614
	Beta	0.8446	0.049794	16.963	0.0000		
PROMIGAS	Intercepto	0.0004	0.000468	1.040	0.2982	0.2324	2.0727
	Beta	0.4890	0.039692	12.321	0.0000		

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Adicionalmente, se analiza el Durbin Watson para detectar autocorrelación de primer orden, donde excepto para el modelo de las acciones de la empresa Acerías Paz de Rio y Fabricato se presenta el problema.

Por otra parte, con el propósito de determinar la estabilidad del beta estimado, se realiza el test de CUSUM, El resultado del test de CUSUM arroja un gráfico con intervalos al 5%, frente al tiempo. Donde los movimientos de los residuales por fuera de las líneas críticas sugieren inestabilidad de los parámetros. A continuación en el Gráfico 4 se presenta el resultado del test de CUSUM para la empresa Promigas, donde se observa que el movimiento de los residuales esta dentro del intervalo de confianza, lo cual sugiere estabilidad en los parámetros del modelo estimado. En los anexos 48 al 56 se muestran los resultados del test de CUSUM para el resto de las empresas seleccionadas en este estudio donde para las empresas Acerías Paz del Rio y Interconexión Eléctrica presentan inestabilidad en los parámetros en algunos momentos del tiempo, caso contrario sucede con las otras empresas que presentan estabilidad en los parámetros.

Gráfico 4
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Promigas



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para el grupo de empresas seleccionadas en esta investigación en el periodo 2002-20008, a través del modelo CAPM, se encontró que la rentabilidad de las empresas pertenecientes al sector financiero son las que tienen mayor asociación con comportamiento del mercado, es decir que los cambios en el mercado accionario a través del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia se ven reflejados en el rendimiento de las empresas que pertenecen a este sector y que fueron tomadas en este estudio, caso contrario ocurre con las empresas del sector textil en las cuales el comportamiento del mercado accionario no afecta en gran medida la rentabilidad de las mismas, sino que pesa más su riesgo idiosincrático.

Existen también otras empresas que hacen parte del grupo de acciones seleccionadas que muestran betas similares como son Acerías Paz del Río y Promigas, las cuales a pesar que los resultados no muestran una alta relación entre la rentabilidad de la acción y la del mercado, los betas obtenidos muestran que son empresas menos riesgosas que el mercado. Al igual que Iglesias (1997) donde el riesgo diversificable tiene un gran peso en el riesgo total de los activos.

La estimación del modelo CAPM con el método GARCH (1,1), reduce considerablemente los problemas de heterocedasticidad presentes en las medidas de rentabilidad de la acción y rentabilidad del mercado provocados por la variabilidad en la serie de tiempo financiera, se tiene que después de haber estimado el CAPM a con el GARCH (1.1) través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios algunos modelos presentan este problema, razón por la cual

es recomendable para futuras investigaciones de este tipo, que se desarrollen otro tipo de métodos que permitan corregir estos problemas¹.

Adicionalmente, la estimación del CAPM a través de los errores estándar robustos, permitió corroborar las conclusiones obtenidas del modelo CAPM a través del GARCH (1,1), donde el riesgo de invertir en empresas que pertenecen al sector financiero son las que presentan un comportamiento casi igual al comportamiento del mercado. También la estimación a través de los errores estándar robustos corrigió el problema de heterocedasticidad y minimizó considerablemente el problema de autocorrelación presente en los modelo.

El test de estabilidad de los parámetros (CUSUM) del modelo CAPM, permite afirmar que los parámetros son estables en la mayoría de las empresas, lo cual refleja que el modelo de valoración de activos financieros permite explicar el riesgo de realizar inversiones en estas empresas en el periodo 2002 – 2008.

Según los resultados, un inversionista tendrán mejores rendimientos y estará más seguro si invierte su capital en empresas que pertenezcan al sector financiero ya que todos los cambios que se verán en estas empresas están relacionados con el mercado, además este sector en los últimos años se ha convertido en un ente dinamizador de la economía, lo que permite que sean cada vez más las opciones de obtener rendimientos considerables y sean transables con mayor rapidez que otras acciones en el mercado accionario. Por otra parte cabe resaltar que un inversionista que tenga aversión al riesgo; probablemente prefiera invertir en aquellas empresas que presentan un riesgo menor como las pertenecientes al

¹ Corregir a través del modelo GARCH(p,q) más amplio, u otras medidas de volatilidad.

sector textil, sin embargo no se tendría certeza que así sea debido al poco poder explicativo del modelo CAPM en estas empresas.

El modelo de Valoración de Activos (CAPM), en el caso colombiano para este grupo de acciones en este periodo 2002-2008, al igual que en Vélez (2009) no en todos los casos constituye una herramienta solida para analizar la rentabilidad ya que solo para algunas empresas en especial pertenecientes al sector financiero se muestra la relación directa que maneja el CAPM, lo cual puede ser explicado por la relación que existe entre el mercado accionario y estas empresas (financieras) que pueden estar más expuestas a los choques del mercado accionario y cuyas acciones recogen mejor el comportamiento de la economía, adicionalmente las acciones financieras son mas liquidas y se afectan en mayor medida por las expectativas futuras en la economía. Otra posible explicación a esta relación es que los bancos al brindar créditos a los diferentes sectores de la economía están sujetos a las variaciones en los diferentes sectores, los cuales pueden ocasionar que aumente o disminuya el riesgo de las acciones de los bancos en igual medida que el mercado; esto sin contar con el comportamiento de los mercados internacionales que afectan las divisas y por ende la captación que tienen los bancos.

Para el resto de empresas, la relevancia del modelo no es muy fuerte, es decir se podría llegar a pensar que existen otros factores que no son tenidos en cuenta como puede ser el crecimiento del mercado en el sector nacional e internacional, empresas con trayectoria en el mercado, estabilidad del sector al cual pertenecen, es por ello que se recomienda aplicar

un modelo similar al CAPM, que analice la rentabilidad pero adicionarle otro tipo de variables que se asocien a estos factores mencionados anteriormente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTIZABAL, E. (1997): “Desarrollo de un Modelos CAPM Bajo el Concepto de Operador Generalizado de la Incertidumbre”. *Desarrollo y Sociedad*, Número 36.
- BOLLERSLEV, T., CHOU, R., y KRONER, K. (1992): “ARCH Modeling in Finance. A Review of the Theory and Empirical Evidence”, *Journal of Econometrics*, Vol. 52, Pág. 5-59.
- CARBONELL, J. y TORRA, S. (2003): “Contrastación Empírica de los Modelos de Valoración CAPM y APT: Aplicación a los Índices de la Bolsa de Valores de Barcelona”. Documento de Trabajo. Universidad de Barcelona
- CASTILLO, M. (2000): “Valoración del Riesgo de Mercado en Empresas Colombianas”. Documento de Trabajo. Universidad de Los Andes.
- DUBOVA, I. (2005): “La Validación y Aplicabilidad de la Teoría del Portafolio en el Caso Colombiano”. Documento de Trabajo. Universidad Javeriana.
- ENGLE, R.F. (1982): “Autorregresive Conditional Heterocedasticity with Estimates of the Variance of the U.K. Inflation” *Econometrica*, Vol. 50, Pág. 987-1008
- FERNANDEZ, V. (2005): “El Modelo CAPM para Distintos Horizontes de Tiempo”. *Revista de Ingeniería de Sistemas*. Vol. 19, Pág. 7-18
- GALLEGO, M. y MARHUENDA, J. (1997). “Riesgo Sistemático, Total y Coasimetría en la Valoración de Activos”. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, Vol. 26, Pág. 145-165.
- GUJARATI, D. (2004): *Econometría*. México. Cap. 8, 10, 11, 12.
- GUZMÁN, M. (1998): “Obtención de los Coeficientes Beta para una Muestra de 33 Acciones que Cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores”. *Revista Virtual Economía Teoría y Práctica*. <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/etp/num9/a6.htm>
- IGLESIAS, A. (1997): “Análisis del modelo CAPM y Estudio de la Estabilidad de los Coeficientes de Volatilidad”. Tesis de Grado, Universidad de Coruña.
- JEREZ, M. y SOTOCA, S. (2008): “CAPM: Capital Asset Pricing Model. Un Caso de Estimación Lineal”. Documento de Trabajo. Universidad Complutense de Madrid.
- JORDAN, L. y GARCIA, J. (2002): “Contraste del Modelo CAPM en los Fondos de Inversión Mobiliaria Españoles”. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, Vol. 31, Pág. 1041-1071.

LINTER, J. (1965) “The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets”. *Review of Economics and Statistics*, Vol. 47, Pág. 13-37.

MARKOWITZ, H. (1952): “Portafolio Selection” *Journal of Finance*. Vol. 7. Pág. 77-91

MARKOWITZ, H (1959): “Portafolio Selection: Efficient Diversification of Investments”. Documento de Trabajo. Universidad de Yale.

MOSSIN, J. (1966): “Equilibrium in a Capital Asset Market!”. *Econometría*, Vol. 34, Pág. 768-783

NICHOLSON, W. (2003): “*Teoría Microeconómica. Principios Básicos y Aplicaciones*”. Cap. 3 y Cap. 4

PERILLA, E. (2008): “Aplica el Modelo C.A.P.M en el Caso Colombiano Validación Empírica y su Pertenencia para Colombia”. Tesis de Grado. Universidad de la Salle.

DUBOVA, I. (2005): “Validación y Aplicabilidad de la Teoría del Portafolio para el Caso Colombiano”, *Cuadernos de Administración*. Vol. 18, Pág. 241-279.

SCALITTI, M. (2000): “El CAPM y su Aplicación en Mercados Emergentes, Sus Variantes y Modelos Alternativos”. Trabajo de Grado. Universidad de CEMA

SHARPEN, W. (1964): “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditionsof Risk”. *Journal of Finance*, Vol. 19. Pág. 425-442.

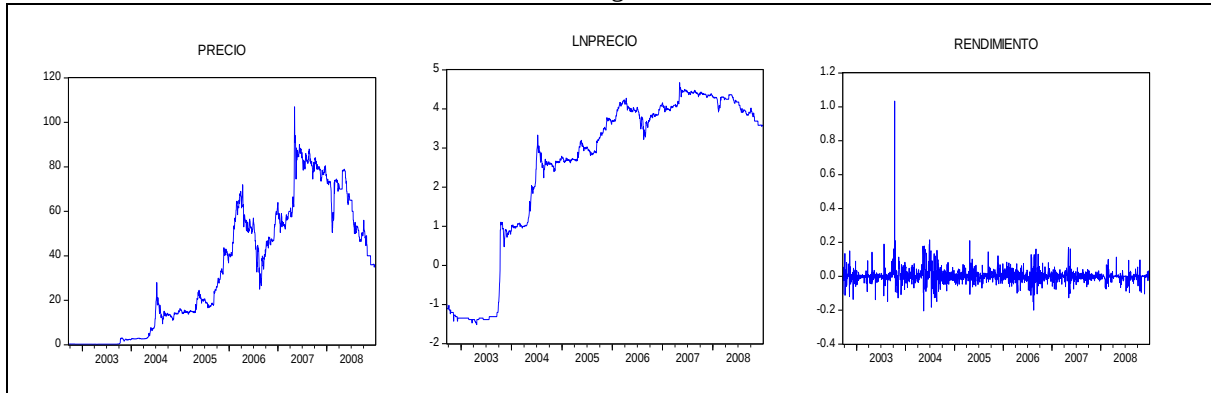
VÉLEZ, I. (2009): “El mercado de acciones en Colombia 1930-1998”. Documento de Trabajo. Universidad Javeriana.

VON NEUMANN, J. y MORGENSTERN, O. (1944): “Theory of Games and Economic Behavior”. Documento de Trabajo, Universidad de Princeton.

A N E X O S

Anexo 1

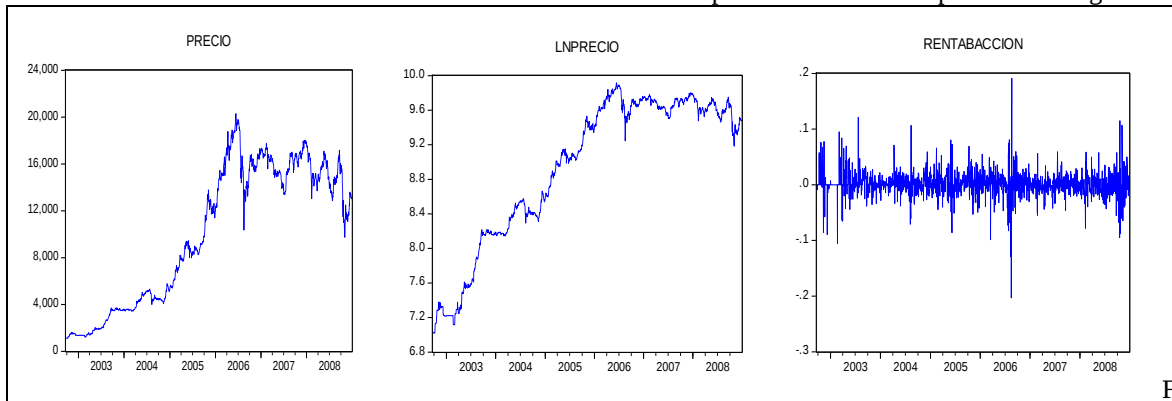
Análisis Gráfico de las acciones de Acerías Paz del Rio una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com,

Anexo 2

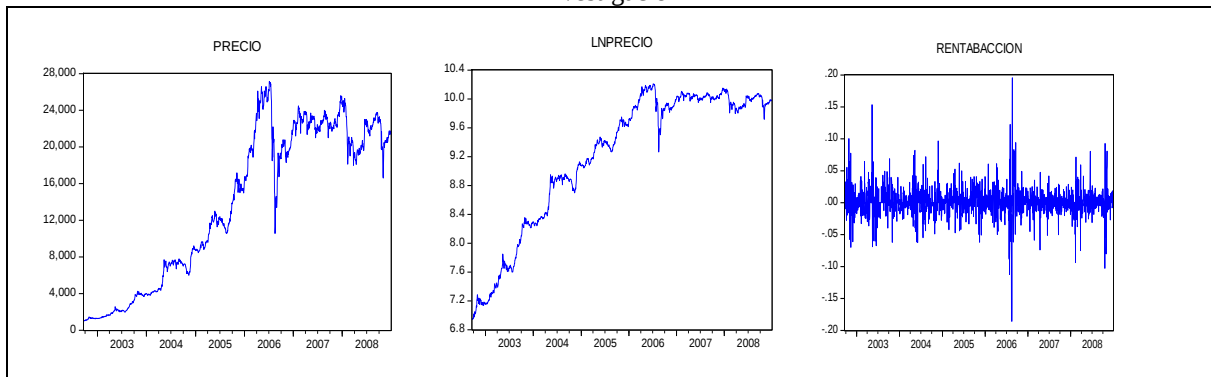
Análisis Gráfico de las acciones de Bancolombia una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com,

Anexo 3

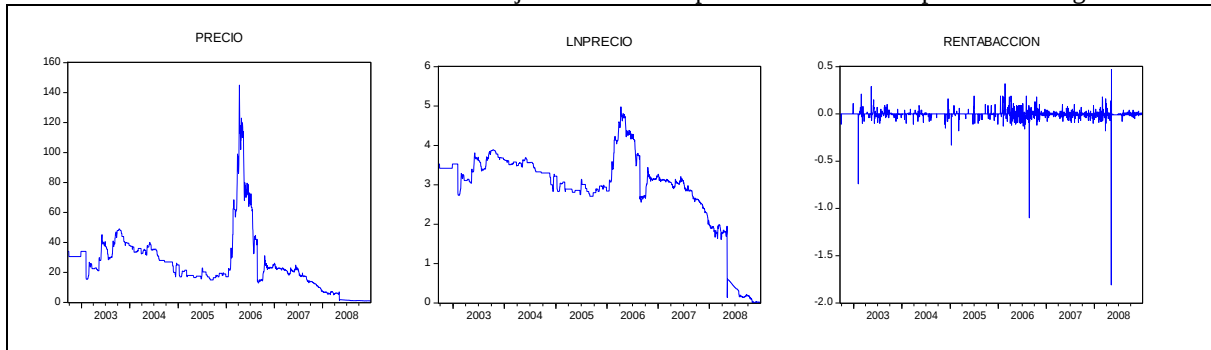
Análisis Gráfico de las acciones de Colombiana de Inversiones una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com,

Anexo 4

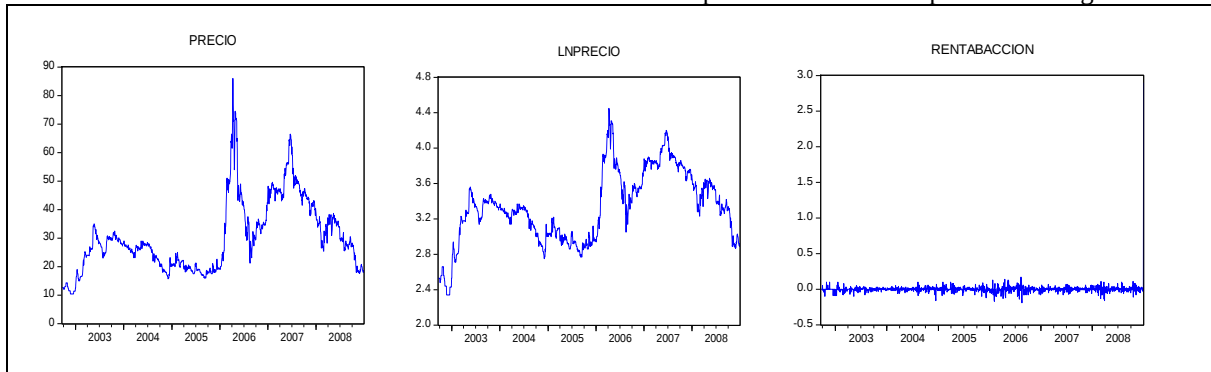
Análisis Gráfico de las acciones de Coltejer una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com,

Anexo 5

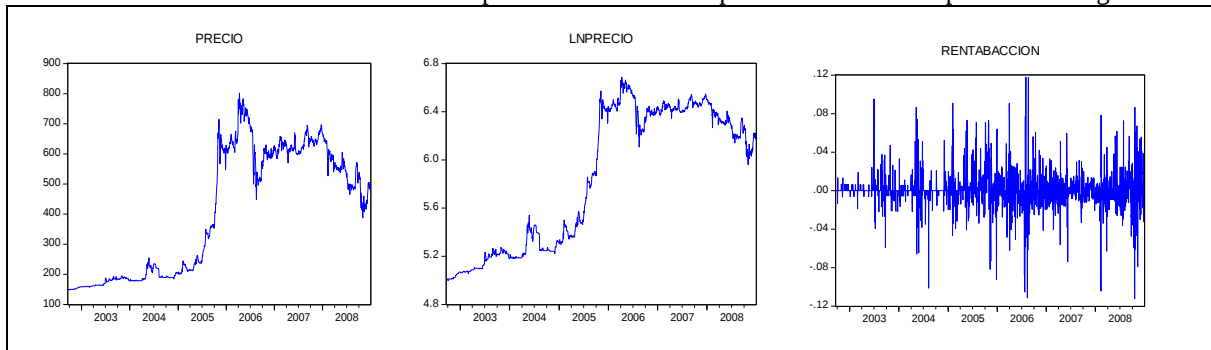
Análisis Gráfico de las acciones de Fabricato una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com,

Anexo 6

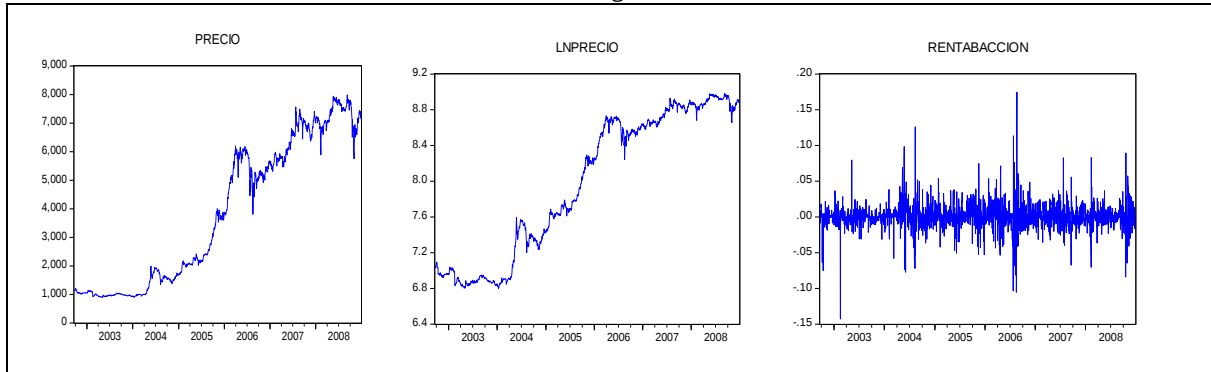
Análisis Gráfico de las acciones del Grupo Aval una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com, .

Anexo 7

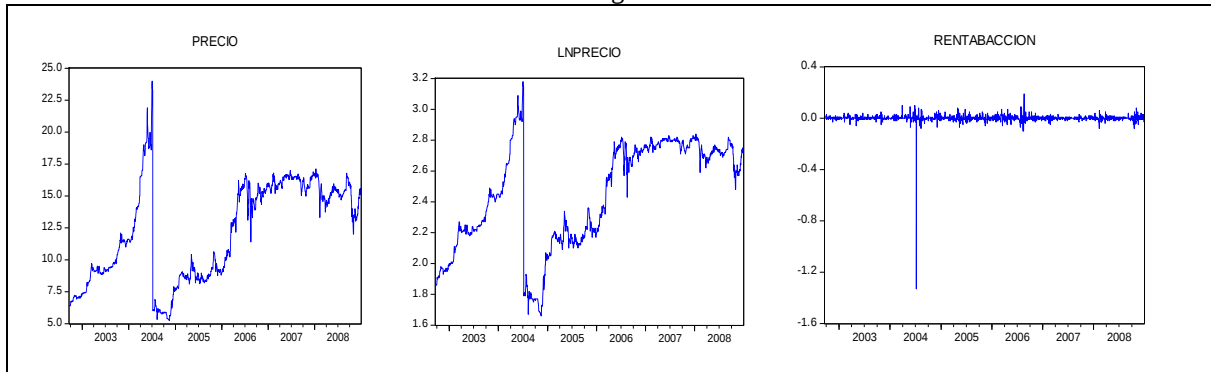
Análisis Gráfico de las acciones de Interconexión Eléctrica una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 8

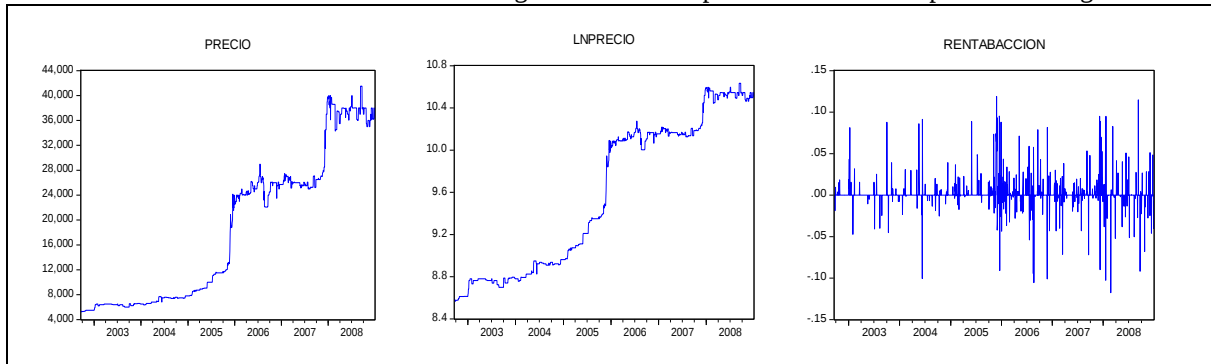
Análisis Gráfico de las acciones de Nacional de Chocolates una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 9

Análisis Gráfico de las acciones de Promigas una de las empresas seleccionadas para la Investigación



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 10

Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones de la empresa Acerías Paz del Rio

Dependent Variable: RENTABILIDAD				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
Convergence achieved after 28 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	7.00E-05	0.000567	0.123525	0.9017
RIESGOMDO	0.374369	0.019896	18.81598	0.0000
Variance Equation				
C	0.000165	9.56E-06	17.26609	0.0000
RESID(-1)^2	0.391343	0.016527	23.67945	0.0000
GARCH(-1)	0.538412	0.017937	30.01728	0.0000
R-squared	0.073082	Mean dependent var		0.002795
Adjusted R-squared	0.070811	S.D. dependent var		0.046688
S.E. of regression	0.045005	Akaike info criterion		-4.171028
Sum squared resid	3.307500	Schwarz criterion		-4.154540
Log likelihood	3421.072	Hannan-Quinn criter.		-4.164913
F-statistic	32.18800	Durbin-Watson stat		1.634809
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 11

Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones de Bancolombia

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
Convergence achieved after 45 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000210	0.000330	0.634051	0.5260
RIESGOMDO	1.018295	0.010051	101.3171	0.0000
Variance Equation				
C	6.32E-06	6.92E-07	9.133825	0.0000
RESID(-1)^2	0.071115	0.006390	11.12878	0.0000
GARCH(-1)	0.903792	0.006857	131.7971	0.0000
R-squared	0.684016	Mean dependent var		0.001272
Adjusted R-squared	0.683242	S.D. dependent var		0.026360
S.E. of regression	0.014836	Akaike info criterion		-5.754878
Sum squared resid	0.359426	Schwarz criterion		-5.738390
Log likelihood	4718.245	Hannan-Quinn criter.		-5.748763
F-statistic	883.7451	Durbin-Watson stat		2.057528
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 12

Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones de la Empresa Cartón Colombia

Dependent Variable: RIESGOPT				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Included observations: 1638 after adjustments				
Convergence achieved after 28 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	4.32E-05	0.000435	0.099392	0.9208
RIESGOMDO	0.516346	0.014149	36.49223	0.0000
Variance Equation				
C	1.37E-05	1.25E-06	10.99118	0.0000
RESID(-1)^2	0.051379	0.004043	12.70784	0.0000
GARCH(-1)	0.907576	0.006625	137.0017	0.0000
R-squared	0.254029	Mean dependent var		0.000581
Adjusted R-squared	0.252202	S.D. dependent var		0.021078
S.E. of regression	0.018227	Akaike info criterion		-5.276202
Sum squared resid	0.542514	Schwarz criterion		-5.259715
Log likelihood	4326.209	Hannan-Quinn criter.		-5.270087
F-statistic	139.0236	Durbin-Watson stat		2.021209
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 13

Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones de la Empresa Colombiana de inversiones

Dependent Variable: RIESGOPT				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
Convergence achieved after 16 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000266	0.000275	0.969520	0.3323
RIESGOMDO	1.042128	0.012795	81.44682	0.0000
Variance Equation				
C	9.91E-06	1.47E-06	6.729264	0.0000
RESID(-1)^2	0.180833	0.012397	14.58684	0.0000
GARCH(-1)	0.787271	0.015379	51.19097	0.0000
R-squared	0.705786	Mean dependent var		0.001629
Adjusted R-squared	0.705066	S.D. dependent var		0.027637
S.E. of regression	0.015009	Akaike info criterion		-5.814746
Sum squared resid	0.367869	Schwarz criterion		-5.798258
Log likelihood	4767.277	Hannan-Quinn criter.		-5.808630
F-statistic	979.3463	Durbin-Watson stat		1.897505
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 14

Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones de la Empresa Coltejer

Dependent Variable: RIESGOPT				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
Convergence achieved after 214 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001753	0.000485	3.612079	0.0003
RIESGOMDO	0.987852	0.036585	27.00149	0.0000
Variance Equation				
C	0.000712	1.97E-05	36.10357	0.0000
RESID(-1)^2	1.687080	0.033419	50.48289	0.0000
GARCH(-1)	0.235208	0.010988	21.40521	0.0000
R-squared	0.050860	Mean dependent var		-0.002549
Adjusted R-squared	0.048535	S.D. dependent var		0.070936
S.E. of regression	0.069193	Akaike info criterion		-3.269902
Sum squared resid	7.818344	Schwarz criterion		-3.253415
Log likelihood	2683.050	Hannan-Quinn criter.		-3.263787
F-statistic	21.87601	Durbin-Watson stat		2.214387
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 15

Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones de la Empresa Fabricato

Dependent Variable: RIESGOPT				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
Failure to improve Likelihood after 35 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.004187	0.005300	0.789963	0.4295
RIESGOMDO	0.244606	0.087443	2.797309	0.0052
Variance Equation				
C	0.004148	0.001969	2.106875	0.0351
RESID(-1)^2	-0.168746	0.052623	-3.206729	0.0013
GARCH(-1)	0.601480	0.191846	3.135216	0.0017
R-squared	0.007840	Mean dependent var		0.001279
Adjusted R-squared	0.005409	S.D. dependent var		0.080532
S.E. of regression	0.080314	Akaike info criterion		-2.139084
Sum squared resid	10.53336	Schwarz criterion		-2.122597
Log likelihood	1756.910	Hannan-Quinn criter.		-2.132969
F-statistic	3.225808	Durbin-Watson stat		1.116814
Prob(F-statistic)	0.011979			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 16

Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones del Grupo Aval

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
Convergence achieved after 19 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.000665	0.000310	-2.146133	0.0319
RIESGOMDO	0.833676	0.013790	60.45587	0.0000
Variance Equation				
C	1.45E-05	2.23E-06	6.517971	0.0000
RESID(-1)^2	0.128024	0.011232	11.39784	0.0000
GARCH(-1)	0.827377	0.015366	53.84431	0.0000
R-squared	0.526840	Mean dependent var		0.000492
Adjusted R-squared	0.525681	S.D. dependent var		0.024038
S.E. of regression	0.016555	Akaike info criterion		-5.525341
Sum squared resid	0.447553	Schwarz criterion		-5.508853
Log likelihood	4530.254	Hannan-Quinn criter.		-5.519226
F-statistic	454.5655	Durbin-Watson stat		2.071280
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 17

Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones de la Empresa Interconexión Eléctrica

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Date: 06/29/11 Time: 11:36				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
Convergence achieved after 37 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000233	0.000308	0.757147	0.4490
RIESGOMDO	0.920231	0.013839	66.49751	0.0000
Variance Equation				
C	1.80E-05	2.31E-06	7.825710	0.0000
RESID(-1)^2	0.099884	0.010213	9.780154	0.0000
GARCH(-1)	0.812237	0.016287	49.86961	0.0000
R-squared	0.676190	Mean dependent var		0.000894
Adjusted R-squared	0.675397	S.D. dependent var		0.024394
S.E. of regression	0.013898	Akaike info criterion		-5.792049
Sum squared resid	0.315426	Schwarz criterion		-5.775562
Log likelihood	4748.688	Hannan-Quinn criter.		-5.785934
F-statistic	852.5211	Durbin-Watson stat		2.028615
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 18

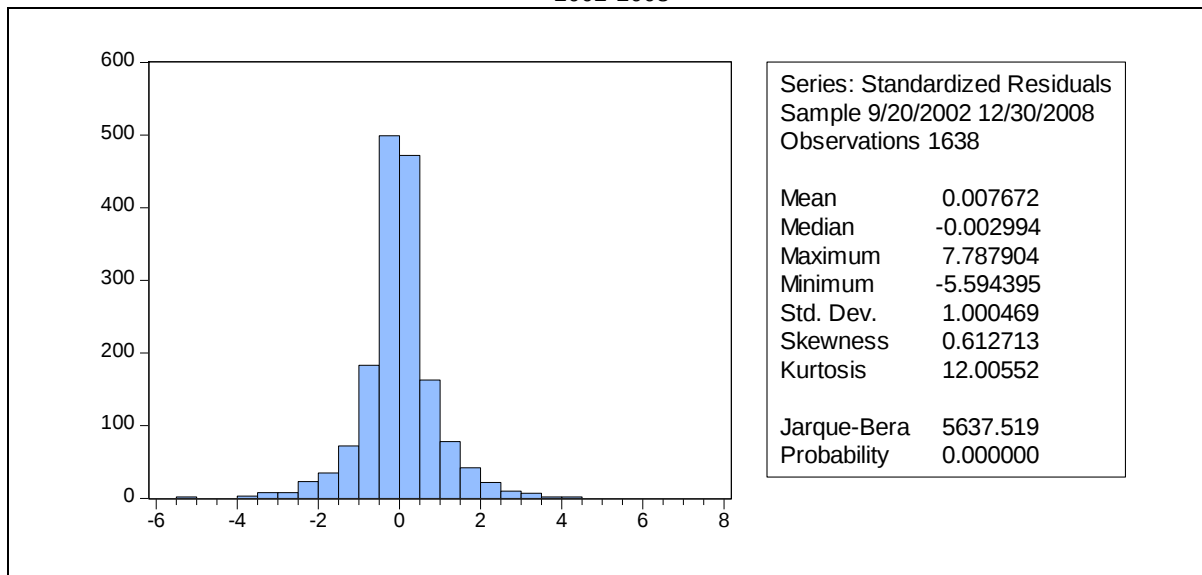
Resultados de la Estimación del Modelo CAPM con el GARCH (1,1) para las acciones de la Empresa Nacional de Chocolates

Dependent Variable: RIESGOPT				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
Convergence achieved after 317 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.000466	0.000245	-1.899876	0.0574
RIESGOMDO	0.898559	0.010475	85.78055	0.0000
Variance Equation				
C	-4.50E-06	3.32E-07	-13.54582	0.0000
RESID(-1)^2	0.487992	0.025026	19.49972	0.0000
GARCH(-1)	0.825120	0.007611	108.4083	0.0000
R-squared	0.198295	Mean dependent var		0.000235
Adjusted R-squared	0.196332	S.D. dependent var		0.040043
S.E. of regression	0.035897	Akaike info criterion		-5.148196
Sum squared resid	2.104331	Schwarz criterion		-5.131709
Log likelihood	4221.373	Hannan-Quinn criter.		-5.142081
F-statistic	100.9774	Durbin-Watson stat		1.961132
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 19

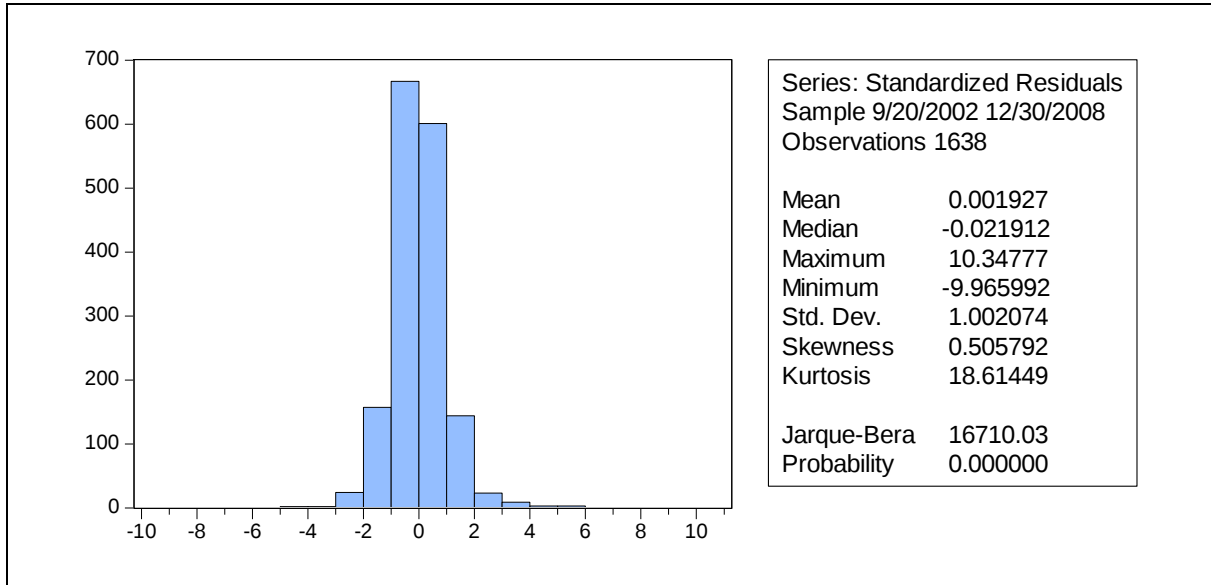
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para Acerías Paz del Rio para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 20

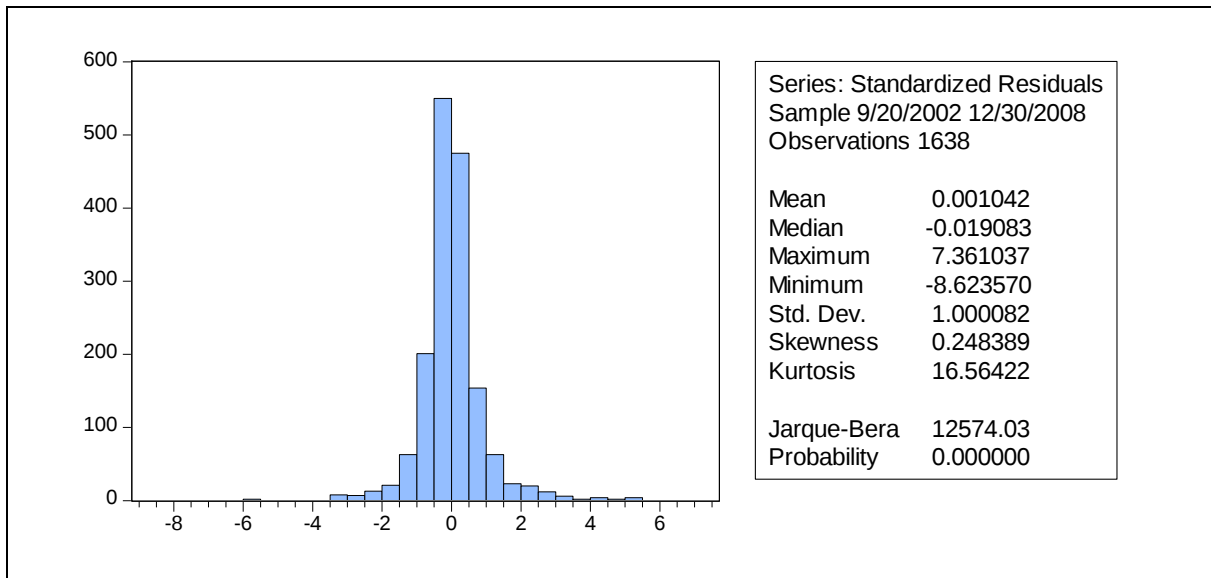
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para de Bancolombia para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 21

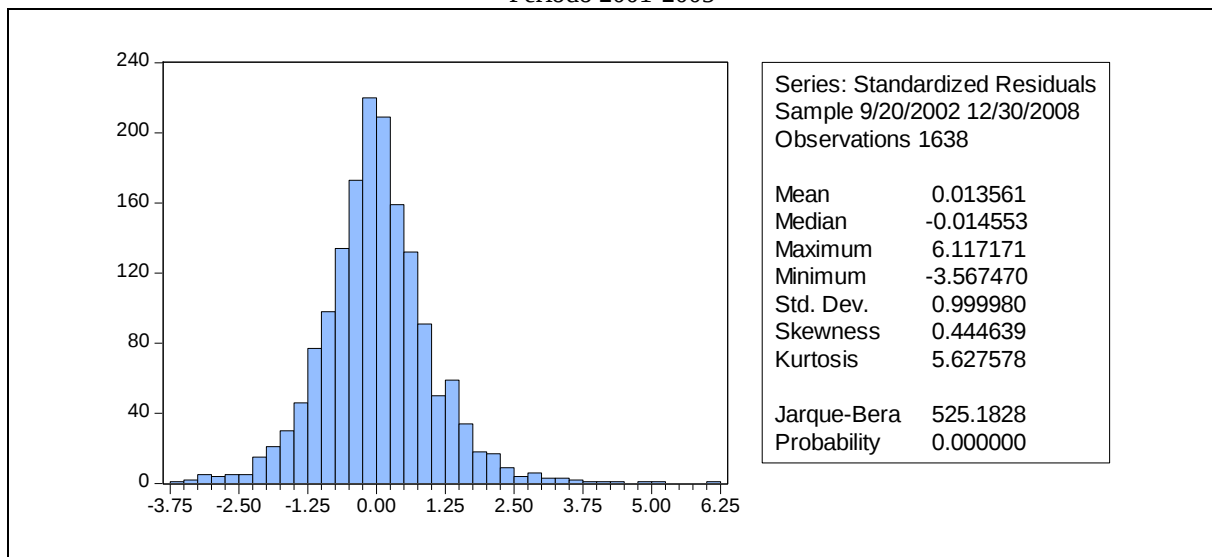
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para Cartón Colombia para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 22

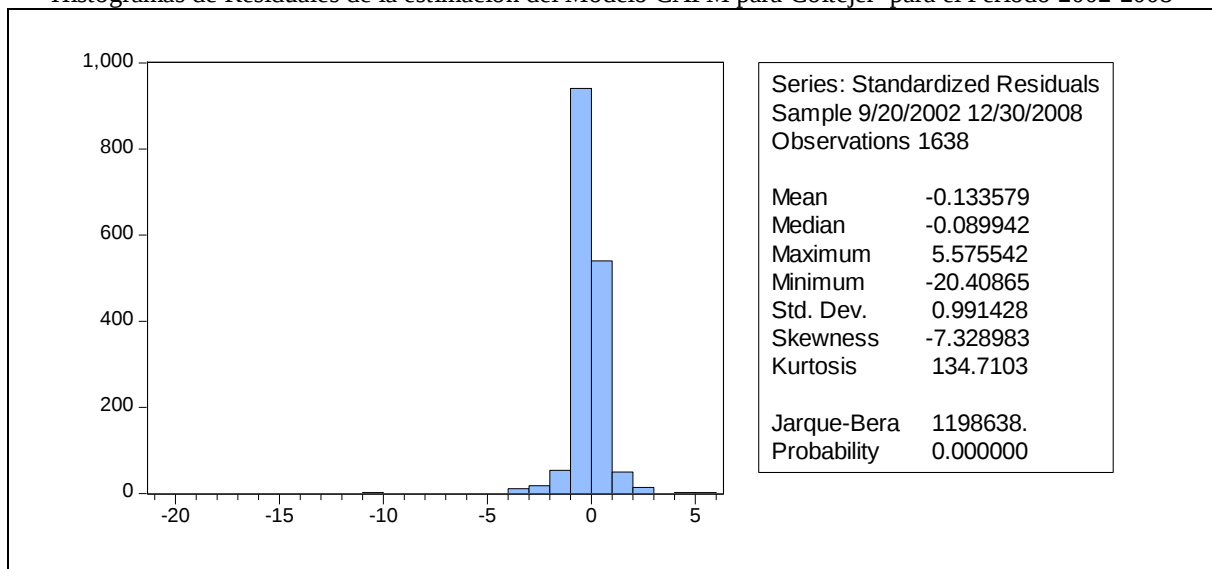
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para Colombiana de Inversiones para el Periodo 2001-2005



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 23

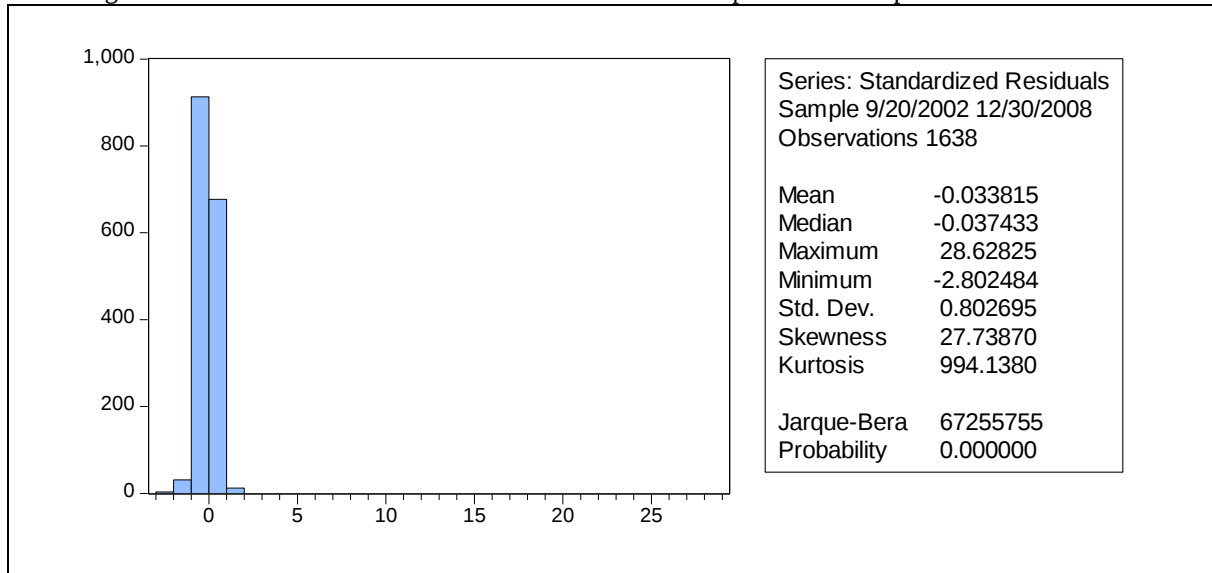
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para Coltejer para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 24

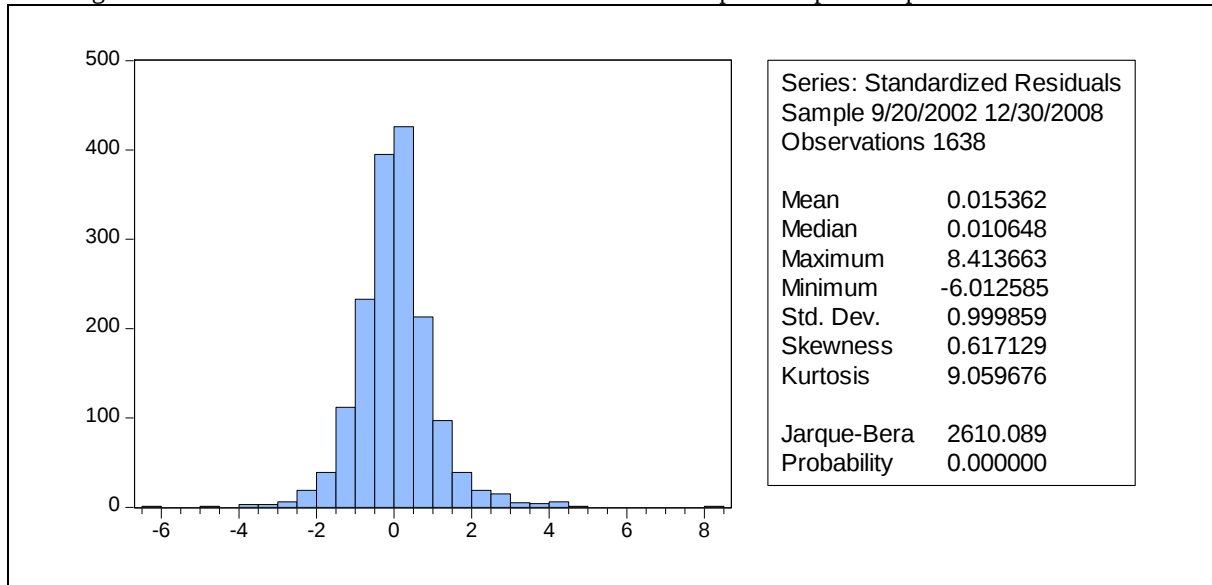
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para Fabricato para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 25

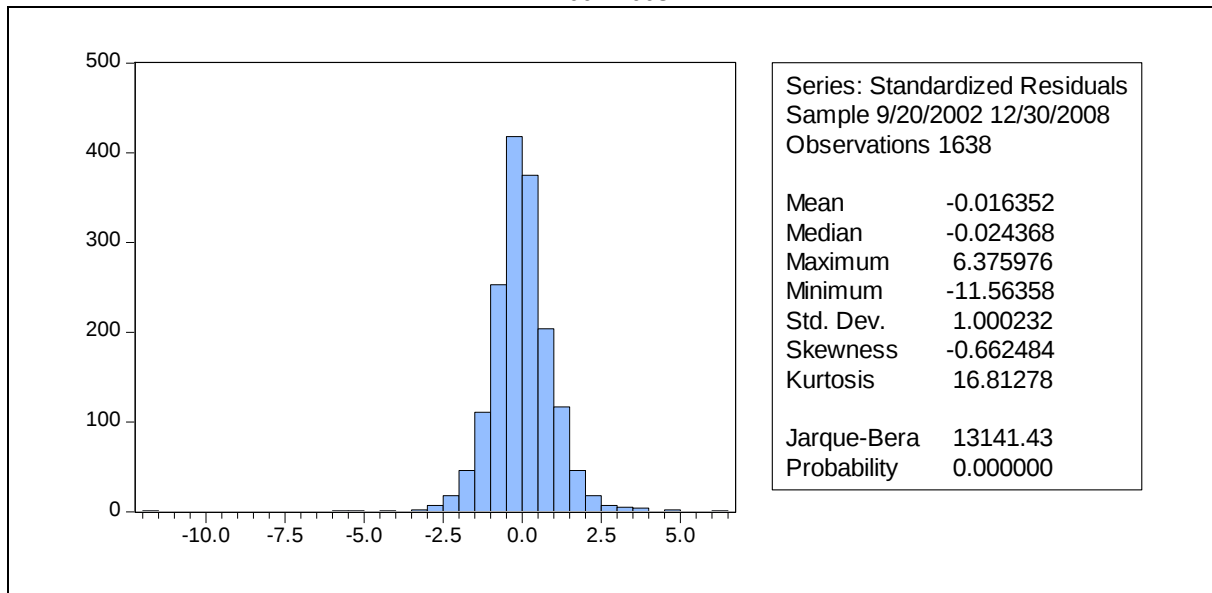
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para Grupo Aval para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 26

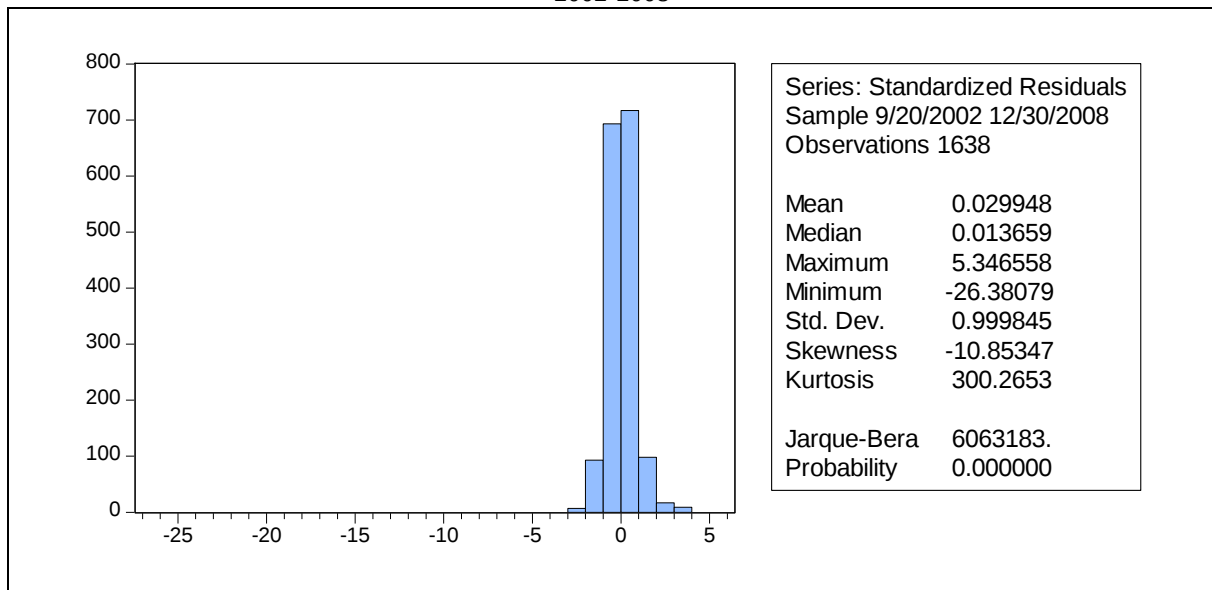
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para Interconexión Eléctrica, para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 27

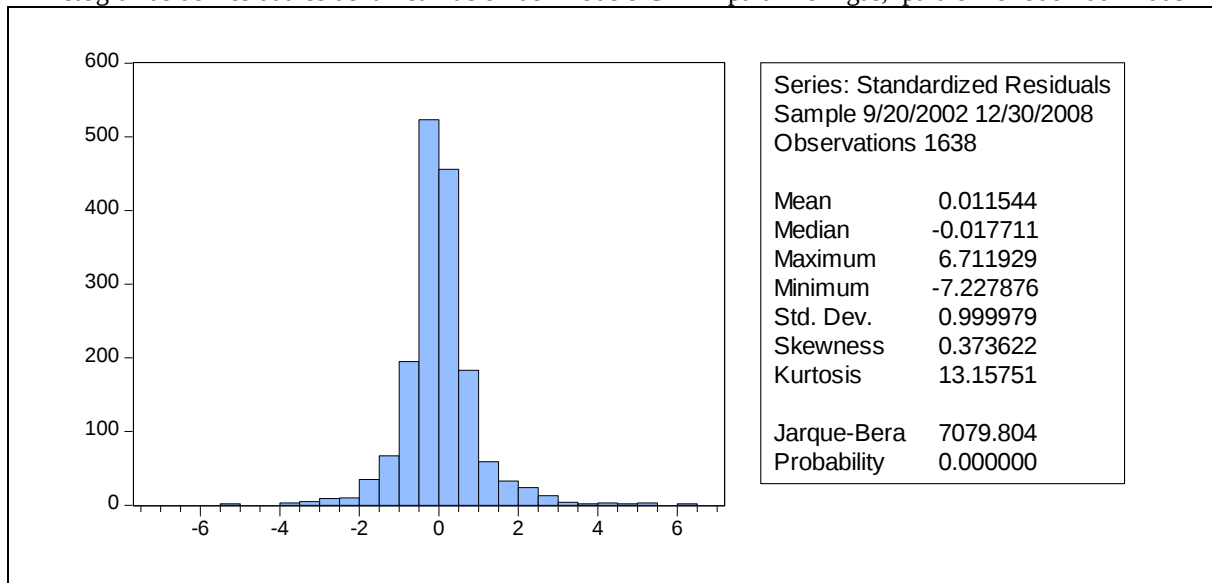
Histogramas de Residuales de la estimación del Modelo CAPM para Nacional de Chocolates, para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 28

Histogramas de Residuales de la Estimación del Modelo CAPM para Promigas, para el Periodo 2002-2008



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com

Anexo 29

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM para la Empresa Bancolombia

Análisis de los Residuales de la Estimación del Modelo GJM para la Empresa B						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.005	-0.005	0.0415	0.839
		2	0.022	0.022	0.8697	0.647
		3	-0.031	-0.031	2.4337	0.487
		4	-0.003	-0.004	2.4537	0.653
		5	-0.022	-0.020	3.2258	0.665
		6	0.002	0.001	3.2317	0.779
		7	-0.006	-0.005	3.2825	0.858
		8	0.011	0.009	3.4773	0.901
		9	-0.018	-0.018	4.0324	0.909
		10	0.027	0.026	5.2704	0.872
		11	0.016	0.018	5.7109	0.892
		12	0.044	0.042	8.9616	0.706
		13	-0.020	-0.018	9.6056	0.726
		14	-0.012	-0.014	9.8610	0.772
		15	-0.025	-0.020	10.870	0.762
		16	-0.003	-0.003	10.888	0.816
		17	-0.034	-0.032	12.779	0.751
		18	0.014	0.011	13.099	0.786
		19	0.000	0.002	13.100	0.833
		20	0.025	0.021	14.166	0.822
		21	-0.009	-0.008	14.310	0.856
		22	-0.006	-0.011	14.362	0.888
		23	-0.045	-0.044	17.792	0.769
		24	0.079	0.078	28.194	0.252

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com, .

Anexo 30

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM de la Empresa Cartón Colombia

de los Residuos de la Estimación del Modelo GARCH de la Empresa Cel						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.023	-0.023	0.8622	0.353
		2	-0.028	-0.029	2.1513	0.341
		3	0.008	0.007	2.2680	0.519
		4	-0.006	-0.007	2.3311	0.675
		5	0.013	0.013	2.6023	0.761
		6	-0.012	-0.012	2.8268	0.830
		7	0.021	0.021	3.5623	0.829
		8	-0.012	-0.012	3.8126	0.874
		9	-0.018	-0.017	4.3224	0.889
		10	-0.039	-0.041	6.7714	0.747
		11	-0.018	-0.020	7.3144	0.773
		12	-0.003	-0.007	7.3277	0.835
		13	-0.019	-0.020	7.9522	0.847
		14	-0.001	-0.003	7.9547	0.892
		15	-0.023	-0.023	8.8150	0.887
		16	0.035	0.034	10.832	0.820
		17	-0.011	-0.010	11.015	0.856
		18	-0.022	-0.020	11.785	0.858
		19	0.003	-0.002	11.801	0.894
		20	-0.010	-0.011	11.954	0.918
		21	-0.030	-0.035	13.495	0.890
		22	-0.018	-0.020	14.027	0.901
		23	-0.017	-0.024	14.533	0.911
		24	0.025	0.022	15.558	0.903

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com,

Anexo 31

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM de la Empresa Colombiana de Inversiones

Invertibility						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
1	1	1	0.029	0.029	1.4024	0.236
2	2	2	0.020	0.019	2.0595	0.357
3	3	3	0.004	0.003	2.0921	0.554
4	4	4	-0.026	-0.027	3.1978	0.525
5	5	5	0.005	0.006	3.2344	0.664
6	6	6	0.006	0.007	3.2905	0.772
7	7	7	0.026	0.025	4.3862	0.734
8	8	8	0.032	0.030	6.0908	0.637
9	9	9	-0.026	-0.029	7.2094	0.615
10	10	10	-0.008	-0.007	7.3097	0.696
11	11	11	-0.036	-0.034	9.4712	0.578
12	12	12	-0.020	-0.016	10.140	0.604
13	13	13	-0.011	-0.011	10.357	0.664
14	14	14	-0.007	-0.006	10.431	0.730
15	15	15	0.033	0.032	12.273	0.658
16	16	16	-0.035	-0.037	14.328	0.574
17	17	17	-0.004	-0.001	14.358	0.642
18	18	18	-0.006	-0.003	14.410	0.702
19	19	19	-0.012	-0.006	14.631	0.746
20	20	20	-0.019	-0.021	15.243	0.762
21	21	21	-0.004	-0.004	15.274	0.809
22	22	22	0.004	0.003	15.306	0.849
23	23	23	0.044	0.042	18.581	0.725
24	24	24	-0.041	-0.041	21.324	0.620

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 32

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM de la Empresa Coltejer

Prueba de 100 iteraciones de la estimación del Modelo GARCH de la empresa						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.018	0.018	0.5247	0.469
		2	0.007	0.007	0.6140	0.736
		3	0.012	0.011	0.8361	0.841
		4	-0.002	-0.003	0.8444	0.932
		5	-0.006	-0.006	0.8948	0.971
		6	-0.024	-0.024	1.8139	0.936
		7	0.010	0.011	1.9740	0.961
		8	-0.011	-0.011	2.1796	0.975
		9	0.008	0.009	2.2952	0.986
		10	0.023	0.023	3.1988	0.976
		11	-0.040	-0.041	5.9056	0.880
		12	0.020	0.021	6.5751	0.884
		13	-0.001	-0.002	6.5775	0.923
		14	-0.041	-0.041	9.3533	0.808
		15	-0.053	-0.052	14.047	0.522
		16	-0.040	-0.038	16.749	0.402
		17	-0.029	-0.028	18.119	0.381
		18	0.011	0.016	18.326	0.434
		19	-0.020	-0.022	19.001	0.457
		20	0.021	0.020	19.714	0.476
		21	0.023	0.022	20.632	0.482
		22	0.054	0.049	25.445	0.276
		23	-0.009	-0.010	25.579	0.321
		24	-0.008	-0.007	25.695	0.369

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 33

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM de la Empresa Fabricato

Table 10: Residuals of the Estimation of the Model GMM of the Employment						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.049	0.049	3.8653	0.049
		2	0.009	0.006	3.9849	0.136
		3	-0.019	-0.020	4.5808	0.205
		4	-0.001	0.001	4.5832	0.333
		5	0.002	0.002	4.5886	0.468
		6	-0.003	-0.004	4.6033	0.596
		7	0.003	0.003	4.6201	0.706
		8	0.004	0.003	4.6414	0.795
		9	0.014	0.014	4.9646	0.837
		10	0.022	0.021	5.7626	0.835
		11	0.016	0.014	6.1962	0.860
		12	0.004	0.003	6.2227	0.904
		13	0.003	0.003	6.2384	0.937
		14	0.013	0.014	6.5354	0.951
		15	-0.017	-0.018	7.0075	0.957
		16	-0.010	-0.008	7.1634	0.970
		17	-0.011	-0.010	7.3636	0.978
		18	-0.015	-0.015	7.7397	0.982
		19	0.007	0.008	7.8329	0.988
		20	0.014	0.012	8.1418	0.991
		21	-0.007	-0.010	8.2172	0.994
		22	0.011	0.012	8.4266	0.996
		23	0.016	0.015	8.8495	0.996
		24	0.004	0.002	8.8798	0.998

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 34

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM del Grupo Aval

Graph of 25 Residuals of the Estimation of the Model						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.057	-0.057	5.3662	0.021
		2	0.013	0.009	5.6237	0.060
		3	-0.039	-0.038	8.1406	0.043
		4	-0.035	-0.040	10.209	0.037
		5	-0.014	-0.017	10.520	0.062
		6	0.004	0.002	10.549	0.103
		7	0.012	0.010	10.788	0.148
		8	-0.011	-0.013	10.987	0.202
		9	0.029	0.027	12.405	0.191
		10	0.038	0.043	14.787	0.140
		11	0.050	0.055	18.977	0.062
		12	-0.034	-0.027	20.867	0.052
		13	0.001	0.002	20.869	0.076
		14	-0.012	-0.003	21.102	0.099
		15	0.001	0.003	21.104	0.134
		16	0.031	0.030	22.693	0.122
		17	0.037	0.039	24.940	0.096
		18	-0.004	-0.001	24.966	0.126
		19	-0.018	-0.018	25.524	0.144
		20	0.022	0.020	26.337	0.155
		21	-0.035	-0.032	28.396	0.129
		22	0.001	-0.005	28.396	0.163
		23	0.021	0.024	29.109	0.177
		24	-0.004	-0.004	29.137	0.215

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 35

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM de la Empresa Interconexión Eléctrica

Autocorrelation						Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
						1	-0.035	-0.035	1.9572	0.162	
						2	0.011	0.010	2.1497	0.341	
						3	-0.018	-0.017	2.6642	0.446	
						4	-0.012	-0.013	2.9085	0.573	
						5	0.046	0.045	6.3580	0.273	
						6	-0.031	-0.028	7.9224	0.244	
						7	0.045	0.042	11.210	0.130	
						8	0.027	0.032	12.376	0.135	
						9	0.075	0.076	21.600	0.010	
						10	0.035	0.039	23.611	0.009	
						11	-0.038	-0.032	25.957	0.007	
						12	-0.054	-0.059	30.740	0.002	
						13	0.035	0.035	32.809	0.002	
						14	0.026	0.023	33.966	0.002	
						15	-0.055	-0.059	38.978	0.001	
						16	0.042	0.036	41.913	0.000	
						17	0.021	0.022	42.617	0.001	
						18	0.020	0.009	43.297	0.001	
						19	-0.017	-0.016	43.792	0.001	
						20	0.053	0.065	48.384	0.000	
						21	0.020	0.027	49.047	0.000	
						22	0.027	0.029	50.287	0.001	
						23	0.016	0.009	50.734	0.001	
						24	0.012	0.020	50.973	0.001	

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 36

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM de la Empresa Nacional de Chocolates

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.000	-0.000	0.0002	0.989
		2	0.006	0.006	0.0639	0.969
		3	0.019	0.019	0.6610	0.882
		4	-0.008	-0.008	0.7697	0.942
		5	-0.027	-0.027	1.9257	0.859
		6	-0.002	-0.003	1.9355	0.926
		7	-0.010	-0.009	2.0998	0.954
		8	-0.055	-0.054	7.1465	0.521
		9	0.017	0.017	7.6111	0.574
		10	0.002	0.002	7.6169	0.666
		11	0.002	0.003	7.6220	0.747
		12	0.006	0.004	7.6747	0.810
		13	0.007	0.004	7.7451	0.860
		14	0.008	0.008	7.8386	0.898
		15	0.010	0.009	8.0007	0.924
		16	-0.007	-0.010	8.0832	0.946
		17	0.006	0.008	8.1459	0.963
		18	0.024	0.024	9.1119	0.957
		19	0.012	0.013	9.3350	0.967
		20	0.037	0.037	11.595	0.929
		21	0.026	0.026	12.737	0.918
		22	-0.008	-0.007	12.839	0.938
		23	0.014	0.014	13.148	0.949
		24	0.010	0.010	13.321	0.961

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 37

Correlograma de los Residuales de la Estimación del Modelo CAPM de la Empresa Promigas

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.022	0.022	0.7732	0.379
		2	-0.010	-0.010	0.9308	0.628
		3	0.010	0.010	1.0902	0.779
		4	-0.012	-0.013	1.3254	0.857
		5	0.009	0.010	1.4659	0.917
		6	-0.009	-0.009	1.5873	0.953
		7	0.001	0.002	1.5896	0.979
		8	0.011	0.011	1.8074	0.986
		9	0.003	0.003	1.8219	0.994
		10	0.005	0.005	1.8608	0.997
		11	-0.024	-0.024	2.7969	0.993
		12	0.032	0.033	4.4390	0.974
		13	0.005	0.003	4.4884	0.985
		14	0.013	0.015	4.7868	0.989
		15	0.009	0.007	4.9189	0.993
		16	0.003	0.004	4.9353	0.996
		17	-0.001	-0.002	4.9373	0.998
		18	-0.000	0.000	4.9376	0.999
		19	0.006	0.006	4.9967	0.999
		20	0.020	0.019	5.6664	0.999
		21	-0.067	-0.068	13.140	0.904
		22	-0.015	-0.013	13.509	0.918
		23	0.035	0.035	15.500	0.876
		24	0.027	0.026	16.707	0.861

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 38

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de la empresa Acerías Paz del Rio por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RENTABILIDAD				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002159	0.001106	1.952224	0.0511
RIESGOMDO	0.679498	0.061309	11.08311	0.0000
R-squared	0.094782	Mean dependent var		0.002795
Adjusted R-squared	0.094229	S.D. dependent var		0.046688
S.E. of regression	0.044434	Akaike info criterion		-3.388409
Sum squared resid	3.230067	Schwarz criterion		-3.381815
Log likelihood	2777.107	Hannan-Quinn criter.		-3.385963
F-statistic	171.2998	Durbin-Watson stat		1.668638
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 39

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de la empresa Bancolombia por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000308	0.000374	0.822884	0.4107
RIESGOMDO	1.030713	0.033848	30.45103	0.0000
R-squared	0.684132	Mean dependent var		0.001272
Adjusted R-squared	0.683939	S.D. dependent var		0.026360
S.E. of regression	0.014819	Akaike info criterion		-5.584529
Sum squared resid	0.359293	Schwarz criterion		-5.577934
Log likelihood	4575.729	Hannan-Quinn criter.		-5.582083
F-statistic	3543.387	Durbin-Watson stat		2.059001
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 40

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de la empresa Cartón de Colombia por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000111	0.000454	0.243357	0.8078
RIESGOMDO	0.502407	0.040073	12.53738	0.0000
R-squared	0.254232	Mean dependent var		0.000581
Adjusted R-squared	0.253776	S.D. dependent var		0.021078
S.E. of regression	0.018208	Akaike info criterion		-5.172725
Sum squared resid	0.542367	Schwarz criterion		-5.166130
Log likelihood	4238.462	Hannan-Quinn criter.		-5.170279
F-statistic	557.7111	Durbin-Watson stat		2.026962
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 41

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de la empresa Colombiana de Inversiones por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPT				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000600	0.000370	1.620350	0.1053
RIESGOMDO	1.099246	0.026621	41.29301	0.0000
R-squared	0.707894	Mean dependent var		0.001629
Adjusted R-squared	0.707715	S.D. dependent var		0.027637
S.E. of regression	0.014941	Akaike info criterion		-5.568131
Sum squared resid	0.365233	Schwarz criterion		-5.561536
Log likelihood	4562.300	Hannan-Quinn criter.		-5.565685
F-statistic	3964.705	Durbin-Watson stat		1.924572
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 42

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de la empresa Coltejer por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPT				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.003311	0.001704	-1.943613	0.0521
RIESGOMDO	0.814332	0.069145	11.77712	0.0000
R-squared	0.058969	Mean dependent var		-0.002549
Adjusted R-squared	0.058394	S.D. dependent var		0.070936
S.E. of regression	0.068834	Akaike info criterion		-2.513021
Sum squared resid	7.751540	Schwarz criterion		-2.506426
Log likelihood	2060.164	Hannan-Quinn criter.		-2.510575
F-statistic	102.5196	Durbin-Watson stat		2.230442
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 43

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de la empresa Fabricato por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPT				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000905	0.001935	0.467610	0.6401
RIESGOMDO	0.399543	0.089238	4.477252	0.0000
R-squared	0.011014	Mean dependent var		0.001279
Adjusted R-squared	0.010410	S.D. dependent var		0.080532
S.E. of regression	0.080112	Akaike info criterion		-2.209570
Sum squared resid	10.49966	Schwarz criterion		-2.202975
Log likelihood	1811.638	Hannan-Quinn criter.		-2.207124
F-statistic	18.21981	Durbin-Watson stat		1.099605
Prob(F-statistic)	0.000021			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 44

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones del Grupo Aval por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: Least Squares				
Date: 05/26/11 Time: 15:57				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000280	0.000409	-0.685122	0.4934
RIESGOMDO	0.825046	0.024401	33.81206	0.0000
R-squared	0.527143	Mean dependent var		0.000492
Adjusted R-squared	0.526854	S.D. dependent var		0.024038
S.E. of regression	0.016535	Akaike info criterion		-5.365514
Sum squared resid	0.447266	Schwarz criterion		-5.358919
Log likelihood	4396.356	Hannan-Quinn criter.		-5.363068
F-statistic	1823.823	Durbin-Watson stat		2.073611
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 45

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de Interconexión Eléctrica por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.78E-06	0.000341	0.016963	0.9865
RIESGOMDO	0.948751	0.019697	48.16835	0.0000
R-squared	0.676870	Mean dependent var		0.000894
Adjusted R-squared	0.676672	S.D. dependent var		0.024394
S.E. of regression	0.013871	Akaike info criterion		-5.716843
Sum squared resid	0.314764	Schwarz criterion		-5.710248
Log likelihood	4684.095	Hannan-Quinn criter.		-5.714397
F-statistic	3426.971	Durbin-Watson stat		2.024085
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 46

Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de la empresa Nacional de Chocolates por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000556	0.000846	-0.656472	0.5116
RIESGOMDO	0.844695	0.049794	16.96383	0.0000
R-squared	0.199117	Mean dependent var		0.000235
Adjusted R-squared	0.198628	S.D. dependent var		0.040043
S.E. of regression	0.035846	Akaike info criterion		-3.817940
Sum squared resid	2.102174	Schwarz criterion		-3.811345
Log likelihood	3128.893	Hannan-Quinn criter.		-3.815494
F-statistic	406.7459	Durbin-Watson stat		1.961473
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 47

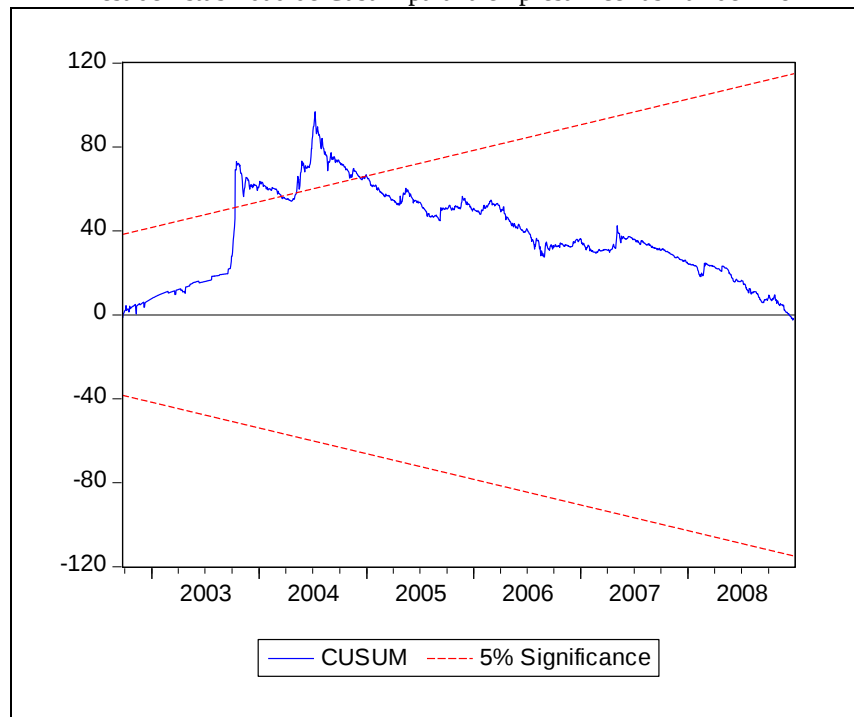
Estimación del Modelo CAPM para la rentabilidad de las acciones de la empresa Promigas por el método de Errores Estándar Robustos

Dependent Variable: RIESGOPORT				
Method: Least Squares				
Date: 05/26/11 Time: 16:07				
Sample (adjusted): 9/20/2002 12/30/2008				
Included observations: 1638 after adjustments				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000487	0.000468	1.040591	0.2982
RIESGOMDO	0.489061	0.039692	12.32143	0.0000
R-squared	0.232428	Mean dependent var		0.000945
Adjusted R-squared	0.231959	S.D. dependent var		0.021458
S.E. of regression	0.018806	Akaike info criterion		-5.108086
Sum squared resid	0.578583	Schwarz criterion		-5.101491
Log likelihood	4185.522	Hannan-Quinn criter.		-5.105640
F-statistic	495.3965	Durbin-Watson stat		2.072772
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

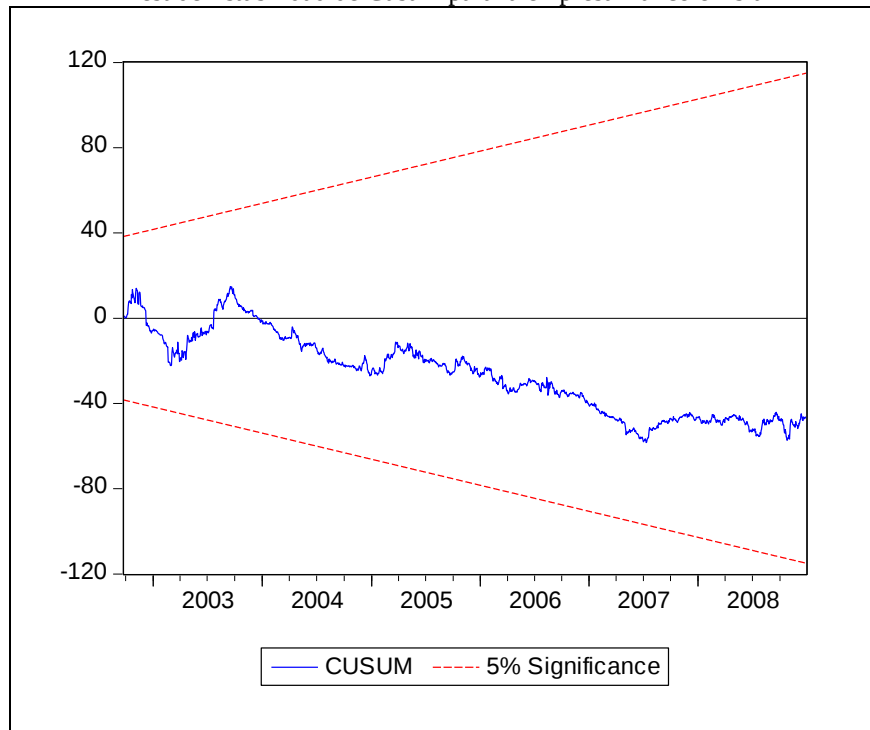
Anexo 48

Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Acerías Paz del Rio



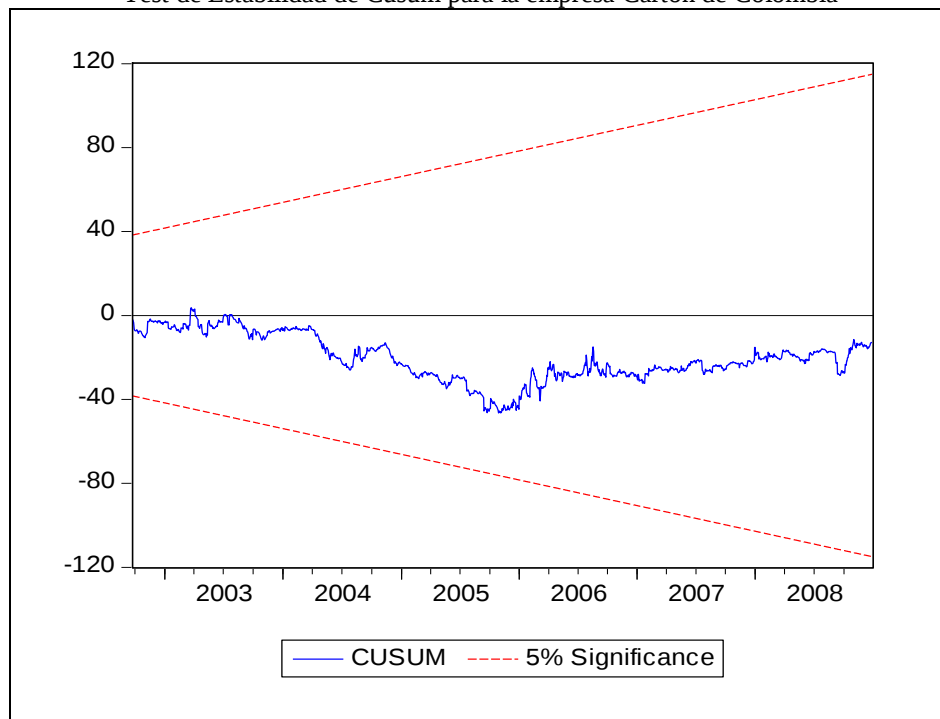
Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 49
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Bancolombia



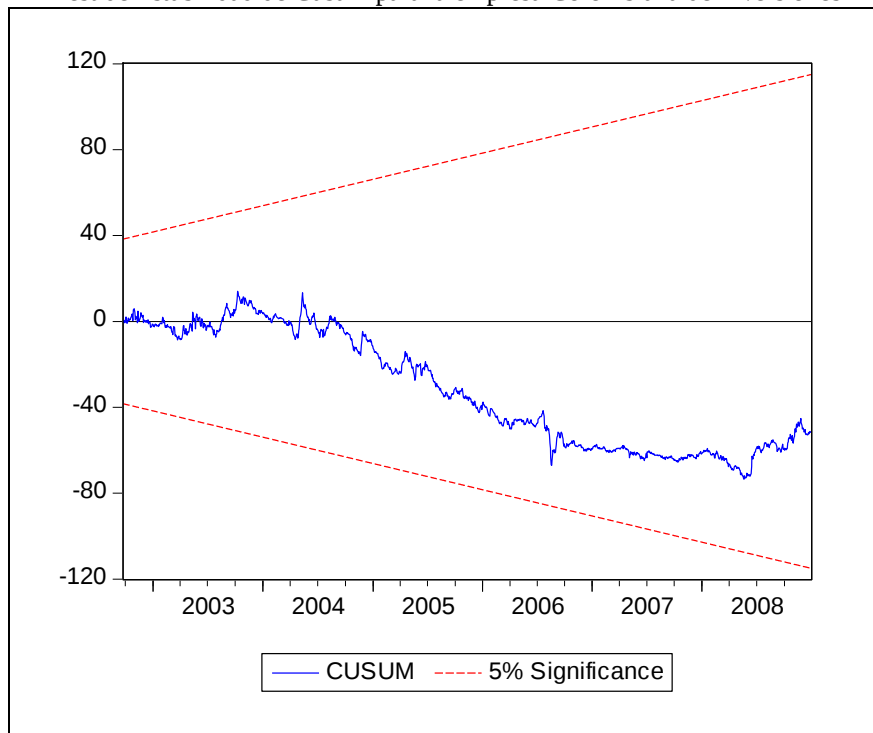
Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 50
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Cartón de Colombia



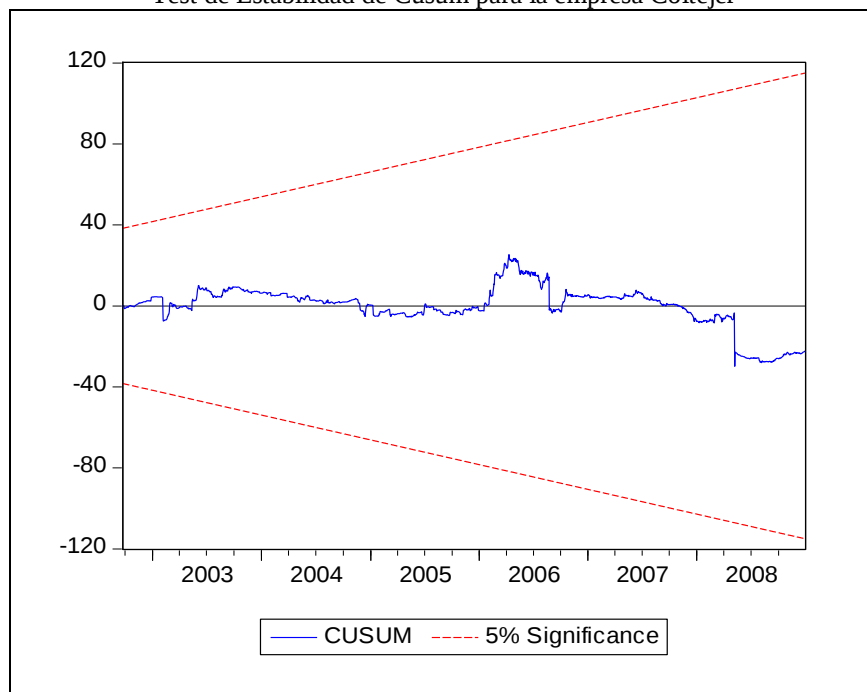
Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 51
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Colombiana de Inversiones



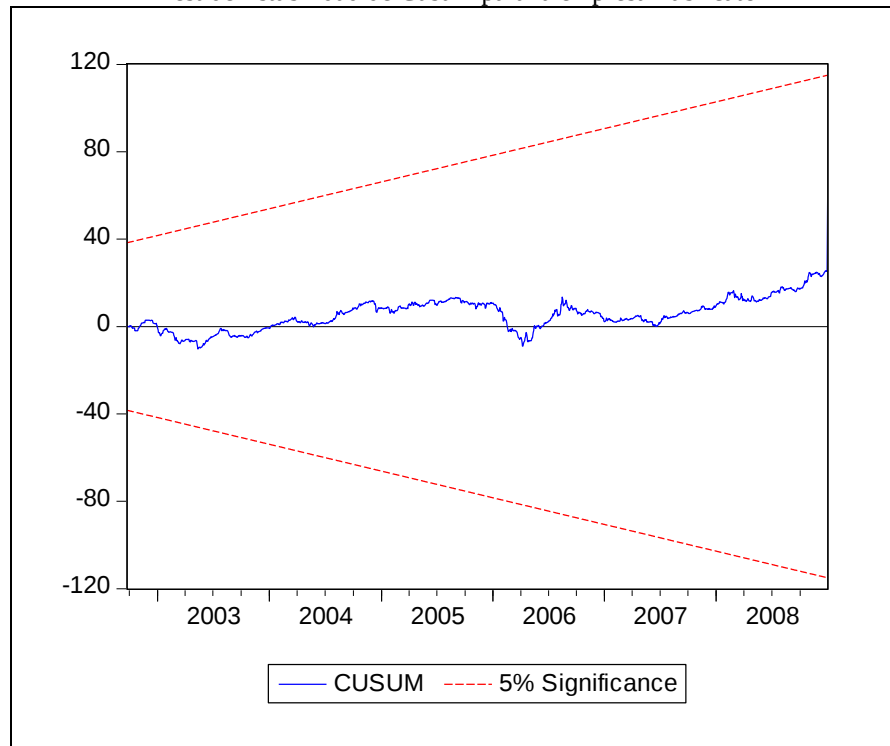
Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 52
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Coltejer



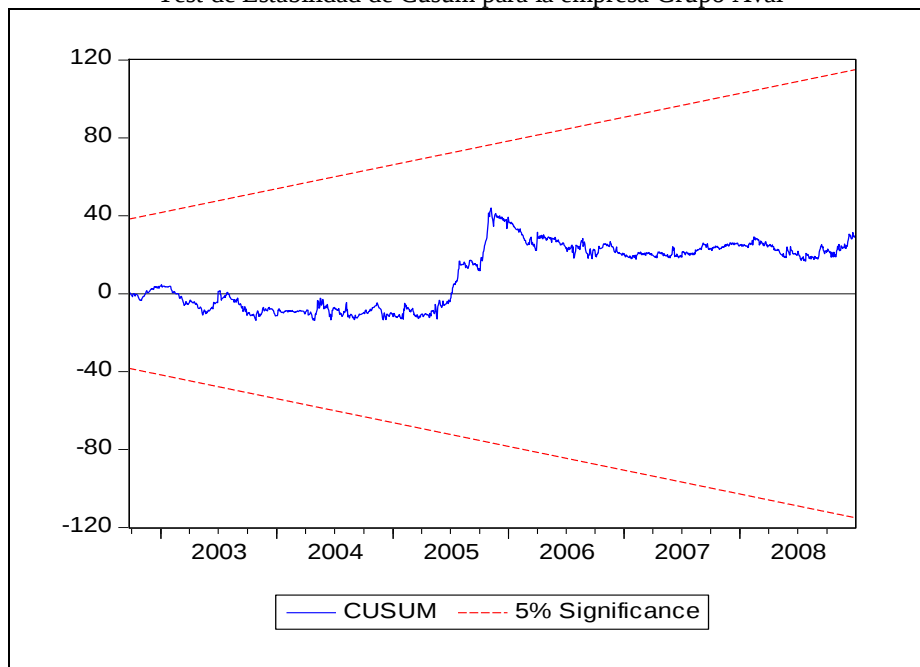
Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 53
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Fabricato



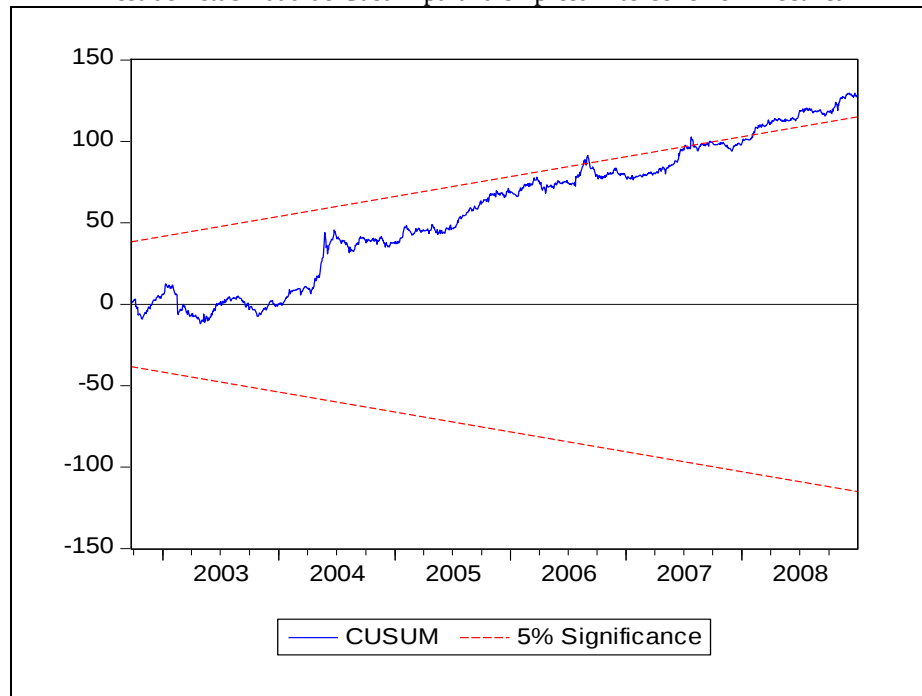
Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 54
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Grupo Aval



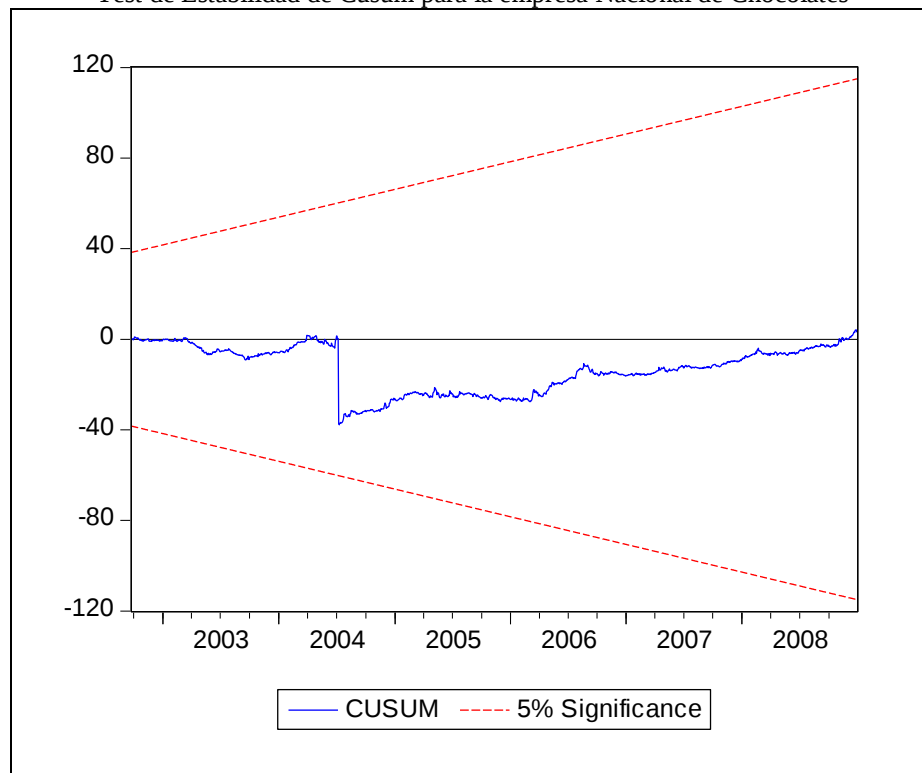
Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 55
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Interconexión Eléctrica



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.

Anexo 56
Test de Estabilidad de Cusum para la empresa Nacional de Chocolates



Fuente: Datos Bolsa de Valores de Colombia, www.grupoaval.com.