Rendimiento y riesgo de portafolios de inversiones en el mercado de valores ecuatorianos

Yield and risk of investment portfolios in the Ecuadorian securities market

Efrén Montenegro

efren.montenegro@utc.edu.ec

Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador

RESUMEN

Este artículo es una aplicación del modelo de valoración de activos de capital (CAPM) y de la Teoría de Portafolios de Harry Markowitz en el mercado de valores ecuatoriano. Mediante estas metodologías se obtiene información objetiva a cerca de la relación rendimiento – riesgo, en función del entorno en donde interactúan estos instrumentos de forma individual, así como establecer carteras de inversión óptimas que permita democratizar el acceso a los mercados bursátiles a actores no tradicionales de la economía. Es importante mencionar que en el Ecuador los mercados capital siguen siendo inexplorados por algunos sectores, principalmente de la economía popular y solidaria, aislándolos de los beneficios que este escenario puede brindarles, tanto en el rol de inversionistas como de emisores, por tal razón con el presente trabajo se determina el desempeño de los títulos valores y de portafolios, permitiendo transparentar la gestión de las empresas emisoras y elevar sus niveles de credibilidad y confianza en un ambiente de incertidumbre.

Palabras clave: CAPM, Ecuador, Rendimiento, Riesgo, Teoría de Portafolios

ABSTRACT

This article is an application of the Capital Asset Pricing Model (CAPM) and the Harry Markowitz Portfolio Theory in the ecuadorian securities market. Through these methodologies, objective information about the performance - risk relationship is obtained, depending on the environment in which these instruments interact individually, as well as establishing optimal investment portfolios that allow democratizing access to the stock markets to non traditional stakeholders the economy. It is important to mention that in Ecuador capital markets are still unexplored by some sectors, mainly the popular and solidarity economy, isolating them from the benefits that this scenario can offer them, both in the role of investors and issuers, for this reason with the this work determines the performance of securities and portfolios, making transparent the management of issuing

Recibido: 20 de febrero de 2018 revisión aceptada: 18 de abril de 2018

Correspondiente al autor: efren.montenegro@utc.edu.ec

companies and raising their levels of credibility and confidence in an environment of uncertainty.

Keyword: CAPM, Ecuador, Yield, Risk, Portfolio theory

INTRODUCCIÓN

En el capitalismo los mercados de valores son el pilar fundamental para el desarrollo de todo el sistema; en este espacio las empresas tienen la posibilidad de financiar a un bajo costo sus actividades, y por otro lado los inversionistas tienen la oportunidad de obtener un mayor rendimiento sobre sus capitales invertidos en un determinado período de tiempo y a un nivel de riesgo estimado.

En el Ecuador, el desconocimiento de la dinámica del mercado de valores ha limitado su acceso a la mayor parte de la sociedad, principalmente a los actores de la economía popular y solidaria, privando de sus beneficios potenciales a los emisores e inversionistas de este importante sector que aporta en gran medida al desarrollo económico del país. De igual manera se puede evidenciar una limitada información por parte de las entidades e instituciones que tienen competencia en el mercado bursátil, lo cual afecta a la transparencia y credibilidad de las empresas y de los activos financieros que se negocian en este tipo de escenarios, y simultáneamente a sus niveles de riesgo y de rentabilidad, generando cierta desconfianza y truncando los procesos para una verdadera democratización del mercado de valores ecuatoriano, cuyo impacto en la economía nacional en la actualidad es poco significativo en relación al PIB.

Este trabajo tuvo como objetivo principal el de analizar el rendimiento y riesgo de un portafolio de acciones de las empresas con mejor presencia bursátil en el mercado de valores ecuatoriano. Para este propósito en primer lugar se debió identificar a las empresas que cumplieron con el requisito de mejor posicionamiento; después de recuperar una base de datos de precios diarios de cierre de sus respectivas emisiones accionarias, se procedió a estimar el rendimiento esperado y el riesgo sistémico de dichas acciones a través de la aplicación del modelo de valoración de activos de capital (CAPM), luego se prosiguió a construir portafolios óptimos de inversión aplicando el modelo de Markowitz y finalmente se realizó un análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

MODELO VALORACIÓN DE ACTIVOS DE CAPITAL (CAPM)

Sin duda alguna la herramienta más popular y difundida que se utiliza para estimar la rentabilidad esperada de un activo financiero que interactúa en el mercado de valores, es el modelo de valoración de activos de capital, más conocido como CAPM por sus siglas en inglés (Capital asset pricing model). Según Contreras P. (2011), el CAPM es el modelo que sirve para incorporar el riesgo a la tasa de descuento en la valoración de activos de capital; considerando al modelo de Markowitz del cual se deriva el CAPM, que plantea la minimización del riesgo del portafolio medido a través de la varianza y relacionado a un nivel mínimo de rentabilidad esperada, el CAPM surge ante la posibilidad de invertir en activos libre de riesgo combinados con activos riesgosos, lo que establece condiciones de optimización y genera un premio al riesgo asumido al invertir en ese tipo de activos.

El modelo CAPM se expresa de la siguiente manera:

$$(Ri) = Rf + [E(R_m) - R_f]\,\frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \qquad \textbf{(1)}$$

En donde:

Ri = Rendimiento esperado sobre un activo

Rf= Tasa libre de riesgo

$(\boldsymbol{E}(\boldsymbol{R_m}) - \boldsymbol{R_f}$= Prima de riesgo en donde ***Rm*** es el rendimiento del mercado

$\frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}$ = La cantidad de riesgo también llamada beta *()* que mide el riesgo sistemático o también llamado No diversificable. La beta se calcula a través de la ecuación (2) o a través de una regresión lineal indicada en la ecuación (3)

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} = \frac{Cov(R_i . R_m)}{Var(R_m)} \qquad \textbf{(2)}$$

$$R_{it} = \alpha + \beta_i R_{m,t} + e_{it} \qquad \textbf{(3)}$$

En donde:

$\boldsymbol{R_{it}}$= tasa de rendimiento del activo en el periodo t

$\boldsymbol{\alpha}$= intercepto de la regresión o rendimiento autónomo

$\boldsymbol{\beta_i}$= coeficiente que mide el grado de riesgo del activo con respecto al rendimiento de mercado

$\boldsymbol{R_{m,t}}$= rendimiento del mercado durante el periodo t

$\boldsymbol{e_{it}}$= termino de error aleatorio de la regresión en el periodo t.

El coeficiente beta es utilizado para medir el riesgo no diversificable, (2) y (3) que se expresa en un índice que mide la relación entre el retorno de un activo y el retorno del mercado. En este sentido:

- Si β<-1, se dice que el riesgo del activo es mayor al del mercado, además hay una correlación inversa entre el activo y el mercado.
- Si β=-1, se dice que el riesgo del activo es igual al del mercado, además hay una correlación inversa entre el activo y el mercado.
- Si -1<β<0, se dice que el riesgo del activo es menor al riesgo del mercado, además hay una correlación inversa entre el activo y el mercado.
- Si β=0, se dice que el riesgo del activo analizado es neutral, además no hay una correlación entre el activo y el mercado.
- Si 0<β<1, se dice que el riesgo del activo es menor al del mercado, además hay una correlación directa entre el activo y el mercado.
- Si β=1, se dice que el riesgo del activo es igual al del mercado, además hay una correlación directa entre el activo y el mercado.

- Si β>1, se dice que el riesgo activo es mayor al del mercado, además hay una correlación directa entre el activo y el mercado

El CAPM se desarrolla bajo los siguientes supuestos acerca de los inversionistas y del conjunto de oportunidades de cartera y su entorno:

1. Los inversionistas son individuos que tienen aversión al riesgo y buscan maximizar la utilidad esperada de su riqueza al final del periodo.

2. Los inversionistas son tomadores de precios y poseen expectativas homogéneas acerca de los rendimientos de los activos, los cuales tienen una distribución normal conjunta.

3. Existe un activo libre de riesgo tal que los inversionistas pueden pedir en préstamo o prestar montos ilimitados a la tasa libre de riesgo.

4. Las cantidades de todos los activos son negociables y perfectamente divisibles.

5. Los mercados de activos están libres de fricciones; la información no tiene costo alguno y está al alcance de todos los inversionistas.

6. No existen imperfecciones en el mercado (como impuestos, leyes, etcétera).

Para Sousa F. et al. (2013) en el CAPM, al momento de aislar el riesgo, la diferencia entre el monto invertido y el recibido incluye la cuota que compensa al inversionista por el adelanto del consumo, que se designa como tasa de retorno libre de riesgo o tasa pura de interés. Es fundamental indicar que para la aplicación del modelo se suele utilizar el retorno de los títulos del tesoro de los Estados Unidos como proxy de la tasa libre de riesgo, pues, en teoría, a estos bonos se les considera como títulos valores con riesgo cero (0). Es recomendable debido a las posibles variaciones que pueden darse en el mercado o en las políticas de gobierno atenuar esas distorsiones, considerando el proxy para la tasa de interés libre de riesgo como el promedio a largo plazo de la rentabilidad de los títulos federales.

Sousa F. et al. (2013), también considera necesario indicar que cuanto mayor sea el riesgo relacionado con una inversión, mayor será la prima de riesgo de mercado (rentabilidad adicional) exigida por los inversionistas al adquirir ese activo que implica determinado grado de riesgo.

La prima de riesgo de mercado se refiere al "precio del riesgo" y se calcula mediante la diferencia entre el retorno promedio del mercado y el retorno de inversión libre de riesgo (4).

$$\left(\boldsymbol{E}(\boldsymbol{R}_m) - \boldsymbol{R}_f\right) \qquad \textbf{(4)}$$

La representación práctica de la prima de riesgo de mercado se basa en índices bursátiles propios de cada país como S&P 500, Nasdaq, Down Jones, y otros en el mercado estadounidense, y el Ecuindex y el BVG Index en el caso del Ecuador. El retorno de mercado es más volátil que el retorno libre de riesgo; por ello, el cálculo de la prima de riesgo de mercado debe realizarse a partir de un promedio a largo plazo.

MODELO MARKOWITZ

El economista Harry Markowitz, en 1952 publica un artículo llamado "Portfolio Selection" en donde propone su teoría que se orienta a la manera de hallar la composición óptima de un portafolio de activos financieros, maximizando la rentabilidad para un determinado nivel de riesgo; o minimizando el riesgo para un determinado nivel de rentabilidad esperada. Este trabajo permitió a Markowitz en 1990 ganar el Premio Nobel de Economía junto a Miller y Sharpe, dada la importancia que tenía en esa época para las finanzas empresariales.

Según Franco, L, et al. (2011), el modelo de Markowitz, aunque criticado por sus limitaciones en su aplicabilidad, sirvió de base para la construcción de otros modelos que se enfocan a la optimización de carteras eficientes. El modelo como tal, parte de las siguientes hipótesis:

a) El rendimiento de un portafolio de inversión es considerado una variable aleatoria. En este sentido el inversionista debe estimar la distribución de probabilidad para el periodo de estudio, por lo que, la media o el valor esperado de la variable aleatoria es utilizado para cuantificar la rentabilidad de la inversión;

b) La varianza o la desviación estándar se considera como medida del riesgo de la variable aleatoria del rendimiento de los activos; esta medición debe hacerse activo por activo, y luego a todo el portafolio.

c) Los inversionistas son racionales, por ende, buscan siempre una composición de portafolios que le permita mayor rentabilidad, para un nivel de riesgo dado.

La expresión matemática (5) del modelo de Markowitz que permite obtener las ponderaciones para maximizar rendimiento esperado a un determinado nivel de riesgo en un portafolio, está dado por:

$$Max\ E(Rp) = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot E(R_i) \qquad \textbf{(5)}$$

Sujeto a (6)

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_i \cdot w_j . \sigma_{ij} \leq \sigma_0^2$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1; \qquad w_i \geq 0\ (i = 1, \dots, n) \qquad \textbf{(6)}$$

En donde:

n = Es el número de activos del portafolio;

R_i= es la variable aleatoria rendimiento del activo ***i*** ;

$E(R_i)$ = es el rendimiento esperado del activo ***i*** **;**

R_p = es la variable aleatoria rendimiento del portafolio;

$E(R_p)$= es el rendimiento esperado del portafolio;

Wi= es la proporción del presupuesto del inversionista destinado al activo ***i*** ;

σ^2 (R_p) =es la varianza del rendimiento del portafolio

$σ_{ip}$=es la covarianza entre los rendimientos de los activos ***i*** y ***j*** ;

σ(2/0) =es la varianza máxima admitida

La expresión matemática (7) del modelo de Markowitz que permite obtener las ponderaciones para minimizar la varianza del portafolio, sujeto a un rendimiento mínimo requerido para el portafolio, está dado por:

$$Min\ \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_i \cdot w_j . \sigma_{ij} \qquad \textbf{(7)}$$

Sujeto a (8)

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot E(R_i) \geq \mu_0$$
$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1; \qquad w_i \geq 0 \ (i = 1, \ldots, n) \tag{8}$$

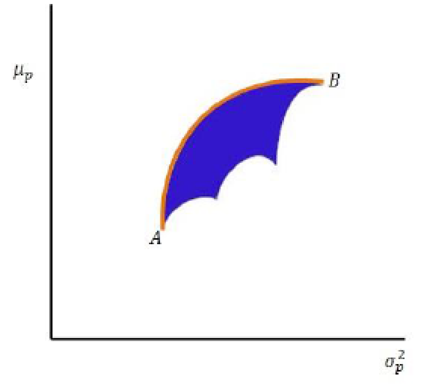
En donde:

μ_0 = es el rendimiento mínimo requerido

Como se puede evidenciar con las dos opciones indicadas, optimizando la varianza o el valor esperado, se encuentran las ponderaciones de los activos, que optimizan el objetivo buscado con las restricciones dadas, y se puede establecer un conjunto de portafolios eficientes, que proporcionen el máximo rendimiento para cada nivel de riesgo.

Para Gálvez, P. et al (2000), la matriz de varianza covarianza representa toda la variabilidad y, por ende, el riesgo de los activos financieros. Su estimación precisa es fundamental en la determinación de la cartera eficiente en el modelo de media-varianza, ya que contiene la información acerca de la volatilidad de los activos financieros, así como de los comovimientos entre los mismos.

Todas las posibles soluciones de portafolios optimizados, ya sea para minimizar varianza o para maximizar rendimiento, dan como resultado la frontera eficiente. De Llano, F. (2015), sugiere que la frontera eficiente de carteras factibles o posibles, definidas a partir del binomio rendimiento-riesgo (,   ) , pueden ser representadas en unos ejes de coordenadas, según la Gráfica 1. Las curvas convexas respecto al sentido positivo del eje de ordenadas pueden presentar mayor o menor grado de apuntamiento, dependiendo del valor de los coeficientes de correlación entre los activos considerados. La frontera eficiente se corresponde con la envolvente de la curva de la figura (AB, Ilustración 1), que presenta como puntos extremos la cartera de mínima varianza (punto A) y el activo de máxima rentabilidad (punto B). Los inversionistas se decidirán por una combinación rendimiento-riesgo dentro de las infinitas posibilidades de carteras que componen la frontera eficiente.



Gráfica 1. Conjunto de carteras factibles y frontera eficiente

Fuente: Un modelo para la selección de carteras eficientes de activos energéticos en el marco de la UE

Autor: deLLano, F. (2015

METODOLOGÍA

Mediante los criterios de presencia bursátil, capitalización bursátil y disponibilidad de información, se pudo identificar a las cinco (5) mejores empresas ecuatorianas de 57 que interactúan en el mercado de valores nacional, siendo estas: BPCH, SCSAI, HEC, BG, y CFV. Seguido se procedió a recuperar datos de los precios diarios al cierre de las acciones que emiten las empresas antes indicadas y del índice de mercado Ecuindex , del período enero 2012 a diciembre 2016.

Luego de haber depurado las bases de datos, se procedió a aplicar las metodologías de los modelos CAPM y de Markowitz en una hoja de cálculo (formato Excel). Para la aplicación del modelo CAPM se consideró como variables fundamentales los precios diarios al cierre de las acciones y del índice Ecuindex, de los cuales se calcularon los rendimientos a través de la fórmula (9):

$$R_{at} = ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \qquad \textbf{(9)}$$

Es necesario indicar que para la aplicación del modelo CAPM se utilizó el retorno de los títulos del tesoro de los Estados Unidos como proxy de la tasa libre de riesgo (**),** tal y como recomienda la teoría, y un coeficiente Beta (β) calculado que mide la sensibilidad del riesgo sistémico de la acción en función del mercado. De esta manera se obtuvieron los Rendimientos Esperados individuales (***Ri)*** de cada activo financiero.

Para la aplicación del modelo de Markowitz fue necesario depurar la base de datos, hasta establecer una muestra uniforme de los precios diarios al cierre de las acciones de las 5 empresas seleccionadas. De igual manera se procedió a calcular los rendimientos a través de la ecuación (9), y con estos datos aplicar la metodología pertinente. Fue indispensable calcular la matriz Varianza-Covarianza de las Acciones, ya que sirve de base a la metodología, seguido se estimó la desviación estándar del portafolio (riesgo estimado), el rendimiento esperado y la relación del rendimiento con el riesgo del portafolio, denominado ratio de Sharpe. En segunda instancia se procedió a optimizar el portafolio a través de programación lineal por medio del Solver, de esta manera se pudo obtener las ponderaciones para maximizar rendimiento esperado a un determinado nivel de riesgo y ponderaciones para minimizar la varianza del portafolio sujeto a un rendimiento mínimo requerido. Finalmente se procedió a graficar la curva que representa la frontera eficiente y a analizar e interpretar los resultados obtenidos.

RESULTADOS

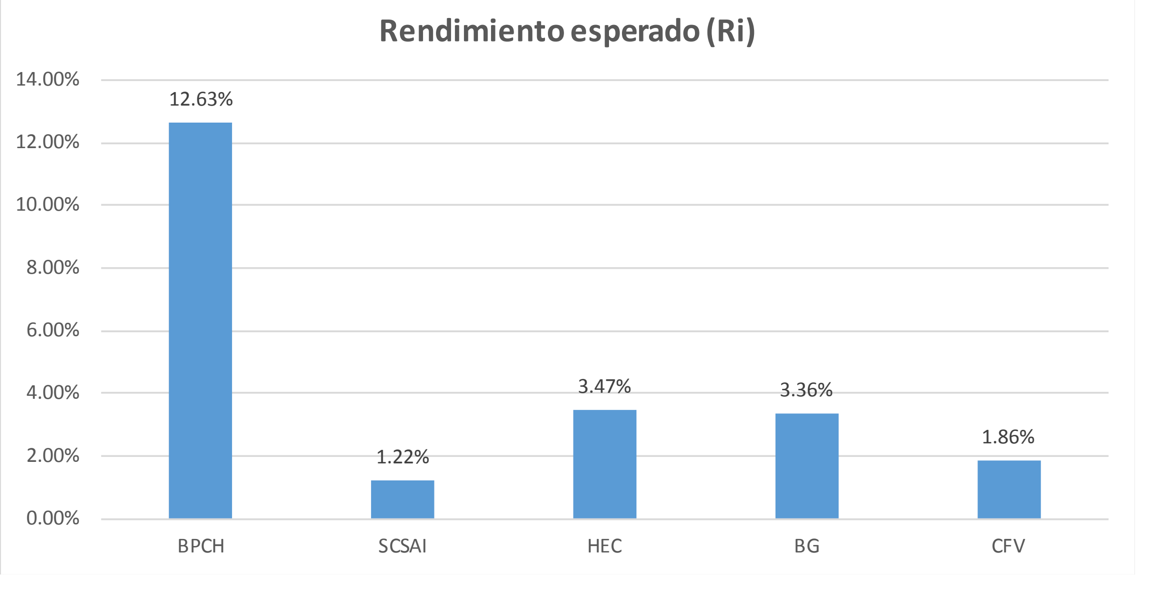
MODELO CAPM

Según los datos obtenidos y en base a la metodología aplicada, se obtuvieron los siguientes rendimientos esperados por activo financiero:

Tabla 1. Modelo CAPM

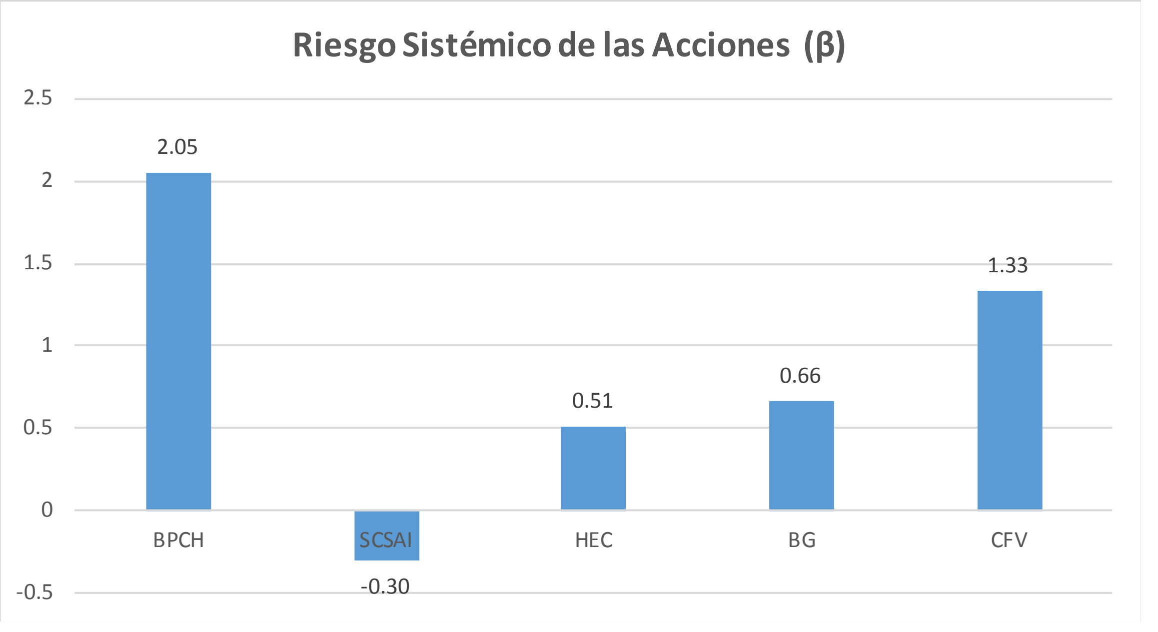
No	EMISORES	Rf Bono de EE.UU. a 10 años	E(Rm)	Rendimiento esperado indv. (Ri)	βi Calculado	Interpretación de los Betas (β)
1	BPCH	2.63%	7.51%	12.63%	2.05	Por cada incremento en el Rendimiento de Mercado, el Rendimiento de la Acción se incrementa 2,05 veces. El Riesgo de la Acción es mayor al riesgo de Mercado, existiendo una correlación directa entre la Acción y el Mercado.
2	SCSAI	2.63%	7.40%	1.22%	-0.30	Por cada incremento en el Rendimiento de Mercado, el Rendimiento de la Acción disminuye 0.30 veces. El Riesgo de la Acción es menor al riesgo de Mercado, existiendo una correlación inversa entre la Acción y el Mercado.
3	HEC	2.63%	4.28%	3.47%	0.51	Por cada incremento en el Rendimiento de Mercado, el Rendimiento de la Acción se incrementa 0.51 veces. El Riesgo de la Acción es menor al riesgo de Mercado, existiendo una correlación directa entre la Acción y el Mercado.
4	BG	2.63%	3,74%	3.36%	0.66	Por cada incremento en el Rendimiento de Mercado, el Rendimiento de la Acción se incrementa 0.66 veces. El Riesgo de la Acción es menor al riesgo de Mercado, existiendo una correlación directa entre la Acción y el Mercado.
5	CFV	2.63%	2.05%	1.86%	1.33	Por cada incremento en el Rendimiento de Mercado, el Rendimiento de la Acción se incrementa 1,33 veces. El Riesgo de la Acción es mayor al riesgo de Mercado, existiendo una correlación directa entre la Acción y el Mercado.

Fuente: Bolsa de Valores de Quito



Gráfica 2. Rendimientos Esperados

Fuente: Bolsa de Valores de Quito



Gráfica 3. Riesgo Sistémico

Fuente: Bolsa de Valores de Quito

Como se puede evidenciar de los resultados obtenidos las acciones del BPCH son las que tienen un mayor Rendimiento Esperado (Ri) (12,63%) pero con un mayor Riesgo Sistémico incluso mayor al riesgo de mercado (β=2.05), mientras que las acciones de SCSAI tiene el menor Rendimiento Esperado (1,22%) con un Riesgo Sistémico menor al riesgo de mercado e inverso a éste (β= -0,30). Finalmente se puede decir que los activos que tienen el mejor rendimiento esperado (Ri), después del BPCH son los del HEC y del BG, pero con un riesgo sistémico menor al del mercado, lo cual puede ser atractivo por los inversionistas que tengan aversión al riesgo.

PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

Con la premisa de que el modelo de Makowitz se orienta a la manera de hallar la composición óptima de un portafolio de activos financieros, maximizando la rentabilidad para un determinado nivel de riesgo; o minimizando el riesgo para un determinado nivel de rentabilidad esperada, se obtuvieron los siguientes resultados partiendo de una base de supuestos y restricciones que ayudaron a proponer algunos posibles escenarios de rendimientos esperados *E(Rp)* a diferentes niveles de riesgo (σ).

SUPUESTOS Y RESTRICCIONES DE LOS PORTAFOLIOS

- La composición inicial del portafolio es proporcional y equilibrada
- No se establecen compras a corto, por ende, no se prevé posiciones menores de cero (0)

- La Suma de las proporciones de las posiciones de los activos es igual a 1
- Para la construcción de los portafolios y la diagramación de la frontera eficiente, se establecen arbitrariamente siete niveles de riesgo que van desde la mínima varianza hasta el máximo rendimiento.

Tabla 2. Retornos Esperados – Varianza (Activos)

	BG	CFV	HEC	BPCH	SCSAI
Retorno	-0.23581%	-0.13681%	0.00771%	-0.18347%	-0.02368%
Varianza	0.312%	0.034%	0.009%	0.054%	0.041%

Fuente: Bolsa de Valores de Quito

Como se puede observar los promedios de los rendimientos de los cinco activos son negativos, lo cual indica que la mayor parte de las variaciones de sus retornos en el período de análisis han ido decreciendo de - .

Tabla 3. Matriz Varianza - Covarianza (Activos)

	BG	*CFV*	*HEC*	*BPCH*	*SCSAI*
BG	0.003116617	3.22395E-05	-3.22642E-05	2.32893E-05	2.90722E-05
CFV	3.22395E-05	0.000344028	-7.61354E-07	1.03325E-05	3.6612E-05
HEC	-3.22642E-05	-7.61354E-07	9.0898E-05	3.44757E-06	-1.25243E-07
BPCH	2.32893E-05	1.03325E-05	3.44757E-06	0.000542592	3.18115E-06
SCSAI	2.90722E-05	3.6612E-05	-1.25243E-07	3.18115E-06	0.00041187

Fuente: Bolsa de Valores de Quito

En la matriz Varianza – Covarianza se puede evidenciar que una mínima cantidad de activos poseen variaciones conjuntas opuestas, mientras que la mayoría presenta una variabilidad que demuestra una relación lineal y directa débil, pero que van en la misma dirección.

Tabla 4. Vectores de participación por nivel de riesgo

				COMPOSICIÓN DE LAS CARTERAS EFICIENTES					
Portafolios	Desv. Estándar	Rendimiento esperado	Sharpe	*Bg*	*Cfv*	*Hec*	*BPCH*	*SCSAI*	*TOTAL*
Min. Varianza	0.7466%	-0.0403%	-5.40%	2%	15%	62%	9%	12%	100%
Max. Retorno	0.9534%	0.0077%	0.8087%	0%	0%	100%	0%	0%	100%
Nivel de riesgo 1	0.7811%	-0.0173%	- 2.2192%	1%	8%	74%	3%	14%	100%
Nivel de riesgo 2	0.8155%	-0.0075%	- 0.9148%	0%	6%	79%	1%	14%	100%
Nivel de riesgo 3	0.8500%	0.0002%	0.0217%	0%	2%	83%	0%	15%	100%
Nivel de riesgo 4	0.8845%	0.0048%	0.5380%	0%	0%	91%	0%	9%	100%
Nivel de riesgo 5	0.9189%	0.0065%	0.7030%	0%	0%	96%	0%	4%	100%

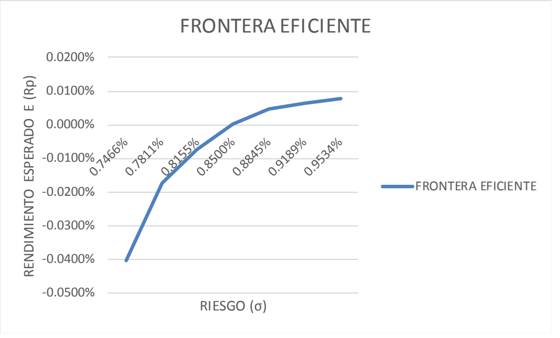
Fuente: Bolsa de Valores de Quito

En los vectores de participación se puede observar que al establecer un portafolio con mínima varianza y un determinado rendimiento esperado, las proporciones de las posiciones se distribuye de la manera más optima en todos los activos financieros. Mientras que en un portafolio con máximo retorno y un cierto nivel de riesgo, las proporciones de las posiciones se distribuye de la manera asimétrica y anómala, concentrándose en pocos o en un solo activo financiero.

Tabla 5. Optimización de Portafolios Eficientes

Portafolios	Desv. Stand	Rendimiento	Sharpe
Min. Varianza	0.7466%	-0.0403%	-5.3965%
Nivel de riesgo 1	0.7811%	-0.0173%	-2.2192%
Nivel de riesgo 2	0.8155%	-0.0075%	-0.9148%
Nivel de riesgo 3	0.8500%	0.0002%	0.0217%
Nivel de riesgo 4	0.8845%	0.0048%	0.5380%
Nivel de riesgo 5	0.9189%	0.0065%	0.7030%
Max. Retorno	0.9534%	0.0077%	0.8087%

Fuente: Bolsa de Valores de Quito



Gráfica 4. Frontera Eficiente

Fuente: Bolsa de Valores de Quito

De los cinco "Portafolios Eficientes" construidos en base a los supuestos y restricciones planteadas, a medida que se incrementa el riesgo (σ), se incrementa el rendimiento esperado del portafolio E(Rp), logrando identificar al o las carteras que prometan el mayor retorno al menor riesgo posible, a través del ratio de Sharpe.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Respecto a los resultados del modelo CAPM, es evidente que, de los cinco activos analizados, uno de ellos (BPCH) destaca por un mayor rendimiento esperado (Ri) (12,63%), relacionado con un mayor riesgo sistémico incluso mayor al riesgo de mercado (β=2.05). Según Guzmán, M. (1998), esto hace pensar que los precios de las acciones de esta empresa son muy volátiles, lo cual debería confirmarse a través de la aplicación de modelos autorregresivos de varianza no constante (modelos de serie de tiempo de la familia ARCH), ya que el modelo estático CAPM trabaja con datos históricos que asume una varianza constante o fija a través del tiempo, restando poder y capacidad predictiva para la toma de decisiones. De igual manera se puede apreciar que tres de los cinco títulos valores cumplen con el costo de capital, ya que su rendimiento esperado es superior a la tasa libre de riesgo y a la prima de mercado, esto es muy común debido a las imperfecciones del entorno y a una economía en crisis.

En cuanto a la aplicación de la teoría de Markowitz, se observa en primera instancia que los valores esperados de los rendimientos de los cinco activos son negativos. Definitivamente este comportamiento se podría colegir al hecho de que el mercado en el que interactúan estos títulos valores es muy incipiente y asimétrico en cuanto a la participación en el mismo, sumado a la escasa información y a la concentración de pocas empresas en la actividad bursátil nacional. Como concluye Sansores, E. (2008). También se puede agregar el hecho de no cumplir a cabalidad con los supuestos teóricos del modelo, puesto que estas propuestas metodológicas son aplicadas exitosamente en mercados de valores fuertes y dinámicos como el norteamericano, más no en mercados de valores de países de economías emergentes en donde existen distorsiones que dificultan el cumplimiento de estas premisas.

La matriz Varianza – Covarianza es la base del modelo de Markowitz, en esta se puede evidenciar que la mayoría de los activos financieros presenta una variabilidad que sugiere una correlación lineal y directa, pero débil y que van en la misma dirección. Por esta razón la diversificación de los portafolios construidos tiene mucha importancia, ya que como menciona Banda, H, et al (2014) si el rendimiento de los activos que componen el portafolio tiene una correlación baja, la diversificación del portafolio adquiere relevancia, debido a que dependiendo del número de activos el riesgo se minimiza.

Los vectores de participación nos dan una idea de cómo se deben combinar los títulos valores, y estructurar una cartera de inversión. En este caso se puede observar que al establecer un portafolio con mínima varianza y un determinado rendimiento esperado, las proporciones de las posiciones se distribuye de la manera más optima en todos los activos financieros. Mientras que en el portafolio con máximo retorno y un cierto nivel de riesgo, las proporciones de las posiciones se distribuye de la manera asimétrica y anómala, concentrándose en pocos o en un solo activo financiero. Esto se puede explicar dado que para este trabajo se usó series de rentabilidades históricas y se asume que en el futuro tendrán el mismo comportamiento, lo cual no siempre es real, y a la hora de la estimación de los parámetros esperados, produce sesgos importantes. Por esta razón los portafolios resultantes más atractivos se componen con activos de alta rentabilidad, reducida varianza y baja correlación con otros activos, pero al mismo tiempo altamente concentrados en unos pocos títulos, produciendo una escasa diversificación y un alto riesgo, como lo corrobora Franco, L, et al. (2011), quienes recomiendan que para superar esta dificultad se puede solucionar introduciendo restricciones adicionales que limiten el porcentaje máximo de los recursos que van a ser invertidos en cada acción.

Finalmente se puede concluir que de los cinco “Portafolios Eficientes” construidos en base a los supuestos y restricciones planteadas, a medida que se incrementa el riesgo (σ), se incrementa el rendimiento esperado del portafolio E(Rp), logrando identificar al o las carteras que prometan el mayor retorno al menor riesgo posible. Sin embargo para sustentar de mejor manera la toma de decisiones de inversión, se debería contrastar la aplicación de estos modelos con metodologías que añadan un nivel de incertidumbre en la estimación de los parámetros, más próximos a una realidad como pueden ser: la técnica de simulación Montecarlo, la técnica de remuestreo o bootstrapping, y los modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresiva para mejores predicciones en las series de tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banda, H, et al (2014). Una aproximación de la teoría de portafolio a las siefores en México. Pensamiento & Gestión, núm. 36, enero-junio, 2014, pp. 28-55. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia

Blanco, M. et al (2017). Optimización de portafolio de proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM. Revista Ciencias Estratégicas, vol. 25, núm. 37, enero-junio, 2017, pp. 71-86. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia

Contreras P. (2011). El CAPM y la estimación de tasas de descuento. Revista Dinero. Septiembre de 2011. pp. 58-59.

De Llano, F. (2015). Un modelo para la selección de carteras eficientes de activos energéticos en el marco de la Unión Europea. Tesis doctoral UDC Año 2015. Universidad de la Coruña.

Franco, L, et al. (2011). Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión. Tecno Lógicas, núm. 26, julio, 2011, pp. 71-88. Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, Colombia

Gálvez, P. et al (2000). Optimización de carteras de inversión modelo de markowitz y estimación de volatilidad con GARCH. Horizontes empresariales. Pp. 39 -49.

Guzmán, M. (1998). Los modelos CAPM y ARCH-M: Obtención de los coeficientes beta para una muestra de 33 acciones que cotizanenla Bolsa Mexicana de Valores. Recuperado de http://www.azc.uam.mx/publicaciones/etp/num9/a6.htm.

Lara, A.(2008). Medición y control de riesgos financieros. (3ra edición) México: Editorial Limusa.

Martínez, C. et al (2014). Modelos de cálculo de las betas a aplicar en el Capital Asset Pricing Model: el caso de Argentina. Estudios Gerenciales, vol. 30, núm. 131, abril-junio, 2014, pp. 200-208. Universidad ICESI. Cali, Colombia

Ramírez, A. et al (2012). Validación empírica del modelo CAPM para Colombia 2003-2010. Ecos de Economía, vol. 16, núm. 34, enero-junio, 2012, pp. 49-74. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia

Ross, S., Westerfield, R. & Jordan, B.(2010). Fundamentos de Finanzas Corporativas.(9na edición) México: McGraw-Hill.

Sousa F. et al. (2013). Modelo de valoración de activos financieros (CAPM) y teoría de valoración por arbitraje (APT): Un test empírico en las empresas del sector eléctrico brasileño. Cuad. contab. Vol . 14 . núm 35. julio-diciembre 2013. pp 731-746. Bogotá, Colombia