

# APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS DE LA FIRMA: OPERACIONALIZACIÓN DEL CAPM PARA EMPRESAS DE COLOMBIA Y LATINOAMERICANAS

## GUILLERMO BUENAVENTURA VERA

Profesor de tiempo completo de la Universidad ICESI; PhD (c) Nuevas Tendencias en Dirección de Empresas, Universidad de Salamanca, España; Magíster en Ingeniería Industrial y Sistemas, Universidad del Valle; Magister en Administración de Empresas; Eafit-Icesi; Especialista en Finanzas, Universidad del Valle; Ingeniero Químico, Universidad del Valle.  
buenver@icesi.edu.co

## CARLOS AUGUSTO GOMEZ RESTREPO

Máster en Administración de Empresas, MBA, Universidad Icesi;  
carlosgomez70@hotmail.com

## JUAN CARLOS ORTIZ ROMO

Máster en Administración de Empresas, MBA, Universidad Icesi;  
Jcortiz1@rocketmail.com

## RESUMEN

Para el cálculo del CAPM, es necesario conocer variables como la tasa libre de riesgo, el beta y la prima del mercado. El cálculo de éstos parámetros esta dado generalmente para su aplicación en mercados de valores fuertes y sólidos (ceranos a la eficiencia) no siendo este el caso de los mercados de los países emergentes, por ésta razón, el trabajo propone una metodología de cálculo de los parámetros del CAPM para países emergentes con el fin de emitir recomendaciones que faciliten su aplicación.

## PALABRAS CLAVE

CAPM, Beta, tasa libre de riesgo, Rentabilidad de mercado, acciones, países emergentes, estimación, retorno esperado,  $K_e$ , índices de las bolsas.

## ABSTRACT.

To calculate the CAPM, we need to know variables such as risk-free rate, beta and market premium. The calculation of these parameters is given generally for application in strong equity markets (near efficiency) which is not the case of emerging markets, for this reason, the paper proposes a methodology for calculating parameters of the CAPM for emerging countries to make recommendations to facilitate its implementation.

**Keywords:** CAPM, Beta, risk free rate, market profitability, stocks, emerging countries, estimation, expected return,  $K_e$ , stock market indexes.

## 1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentaran las recomendaciones sobre las metodologías que deben usarse para calcular los parámetros del CAPM en Colombia, Brasil, Chile y México utilizando como índices de mercado los índices de las bolsas de valores de éstos países. El trabajo aplica el modelo que relaciona el retorno con el riesgo de las inversiones es el modelo de valuación de activos de capital o CAPM que fue propuesto por William Sharpe en 1964 [1]. El CAPM define el retorno esperado sobre cualquier activo relacionándolo con la tasa del activo libre de riesgo y el riesgo del activo dado por el coeficiente beta y la prima exigida por el riesgo tomado por el inversor. Para el análisis se usarán las acciones más representativas y que tengan información de precios de cierre diarios desde el año 2000-2001 de los índices IBOVESPA, IPSA, IPC e IGBC en Brasil, Chile, México y Colombia respectivamente. Se usarán también medidas de variación y aproximación con el fin de definir los periodos de estimación de los betas. También se harán recomendaciones sobre el cálculo de la tasa libre de riesgo y la rentabilidad de mercado para finalmente emitir conclusiones y recomendaciones.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE EL CAPM Y SUS PARÁMETROS

### 2.1 Modelo CAPM

La relación de equilibrio que describe el CAPM es:

$$E(r_i) = r_f + \beta_{im} (E(r_m) - r_f)$$

Donde:

$E(r_i)$  Es la tasa de rendimiento esperada de capital sobre el activo i.

$E(r_m)$  Es el rendimiento esperado del mercado

$E(r_m) - r_f$  Es la prima por riesgo de mercado o el exceso de rentabilidad sobre la tasa libre de riesgo del portafolio de mercado.

$r_f$  Rendimiento de un activo libre de riesgo.

$\beta_{im}$  es el beta (cantidad de riesgo del Activo i con respecto al Portafolio de Mercado), dado por :

$$\beta_{im} = \frac{Cov(r_i, r_m)}{Var(r_m)}$$

$\beta_{im}$  = Covarianza del activo i con el portafolio de mercado/ Varianza del portafolio de mercado

#### 2.1.1 Coeficiente Beta

Según Marín y Rubio [2] El coeficiente de riesgo Beta se interpreta como la sensibilidad del rendimiento del activo i ante las variaciones en el rendimiento de la cartera de mercado.

La estimación del parámetro beta, según el CAPM se realiza por medio de una regresión lineal por mínimos cuadrados entre los retornos de un activo i contra los retornos de la cartera de mercado.

El modelo de mercado que se usa para calcular el coeficiente beta es:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + e_{it}$$

Donde:

$R_{it}$  Es el retorno del activo i en el tiempo t

$R_{mt}$  Es el retorno del mercado en el tiempo t.

$\beta_i$  y  $\alpha_i$  son los coeficientes pendiente (beta) y el intercepto a estimarse sobre el activo i

Los resultados de la estimación de beta por medio de la regresión lineal por mínimos cuadrados varían de acuerdo con la longitud del periodo de estimación, el intervalo de retorno, el índice de mercado utilizado y la frecuencia de las transacciones de la acción.

Gonedes [3] y Kim [4] encontraron que la longitud del periodo de estimación que ofrecía mayor estabilidad en la predicción de betas es de 5 años para mercados desarrollados, en mercados emergentes las condiciones cambian y la longitud del periodo de estimación óptimo puede diferir del de 5 años.

Pogue y Solnik [5] fueron los primeros en encontrar que los intervalos de retorno tienen impactos sobre los valores estimados de los betas, Blume [6], y recientemente Corhay [7] han evaluado el efecto que tienen diferentes intervalos de retorno (diarios, semanales y mensuales) al estimar betas por regresión.

Blume [6] fue el primero en documentar que los betas de acciones individuales estimadas por regresión tienen tendencias hacia la media total de todas las acciones del mercado ( $\beta = 1$ ), Blume [6] y Vasicek [8] sugieren distintos ajustes a los betas, pero Bera y Kannan [9] encontraron evidencia empírica que los betas estimados sobre un único índice no tienen una distribución normal y que los métodos de ajuste propuestos por Blume y Vasicek no siempre son apropiados.

Algunos servicios como Bloomberg y DataStream utilizan el siguiente ajuste a los betas por regresión:

$$\beta_{Ajustado} = w \times \beta_{OLS} + (1 - w)$$

Con  $\beta_{OLS}$  = Beta por regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios (OLS Ordinary Least Squares)

$(1 - w)$  = peso que hace tender al beta hacia 1.

De acuerdo con la literatura, no se puede concluir a priori qué medidas tomar para disminuir el error de estimación de beta, respecto a la longitud del periodo de estimación o los intervalos de retorno.

### 2.1.2 Tasa libre de riesgo

Un activo libre de riesgo es un activo cuyo retorno es igual al retorno esperado, por lo tanto la tasa libre de riesgo correspondería a la tasa de retorno del activo libre de riesgo.

Damodaran [10] plantea los requisitos para que un activo sea libre de riesgo y son los siguientes:

- La primera es que no puede haber riesgo de impago, y los únicos valores que cumplen con esta premisa son los títulos emitidos por el gobierno, debido a que el gobierno tiene el control sobre la impresión de la moneda.
- Y la segunda es que no puede haber riesgo de reinversión, o que si se define una tasa libre de riesgo para un rango específico, esta tasa debe ser el retorno de un activo invertido en ese mismo rango.

### 2.1.3 Prima por riesgo de mercado

La prima por riesgo del mercado es el exceso de retorno sobre la tasa libre de riesgo que provee un valor sobre la cartera de mercado.

La razón de esta prima se debe a que el inversionista exige una compensación por invertir en activos más riesgosos como las acciones de una empresa en vez de invertir en activos libres de riesgo.

Según Damodaran [11] existen diferentes aproximaciones para determinar la prima por riesgo de mercado:

- Encuesta a inversores, administradores y académicos: los inversores pueden ser individuales o institucionales, de los cuales los individuales exigen una prima mayor, además, esta tasa es determinada por el movimiento reciente de las acciones y de acuerdo a la forma en que se realiza la encuesta.
- Cálculo por rendimientos históricos, este es el método que se usa principalmente, y se utilizan largos rangos de tiempo con el fin de abarcar circunstancias acordes con la aversión al riesgo del inversionista.

## 2.2 Medidas de Variación

Las medidas de dispersión, también llamadas medidas de variabilidad, muestran la variabilidad de una distribución, indicando por medio de un número, si las diferentes puntuaciones de una variable están muy alejadas de la media. Cuanto mayor sea ese valor, mayor será la variabilidad, cuanto menor sea,

más homogénea será a la media. Así se sabe si todos los casos son parecidos o varían mucho entre ellos.

### 2.2.1 La desviación media.

Es la media de las diferencias en valor absoluto de los valores a la media.

$$D_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

### 2.2.2 Error Cuadrático Medio (ECM):

Es la media aritmética de los cuadrados de las desviaciones del estimador  $x_i$  ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), respecto al valor verdadero del estadístico  $L$  que se trata de estimar.

Se diferencia de la varianza en que en ésta, las desviaciones son con respecto a la media aritmética. Lógicamente, cuando el estimador sea insesgado, el error cuadrático medio será igual a la varianza.

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - L)^2$$

$L$  = valor "real",  $x_i$  = valor del estimador,  $n$  = tamaño de la muestra.

## 2.3 Medidas de aproximación

Representan el valor al que tienden a concentrarse los datos de una muestra o un proceso: Media, mediana y moda

### 2.3.1 Mediana

En el ámbito de la estadística, una mediana es el valor de la variable que deja el mismo número de datos antes y después que él, una vez ordenados estos. De acuerdo con esta definición el conjunto de datos menores o iguales que la mediana representarán el 50% de los datos, y los que sean mayores que la mediana representarán el otro 50% del total de datos de la muestra. La mediana coincide con el percentil 50, con el segundo cuartil y con el quinto decil.

### 2.3.2 Moda

En estadística, la moda es el valor con una mayor frecuencia en una distribución de datos.

## 3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

A continuación enunciamos las actividades realizadas:

1. Selección de índices de las bolsas de valores de los países.
2. Adquisición de datos de cierres diarios de los índices y las acciones que tengan datos históricos desde el año 2000 o 2001.
3. Cálculo de Betas para diferentes rangos de tiempo, (1, 2, 3, 4, 5 años no móviles).
4. Cálculo de Estadísticos de Variación y Estadísticos de aproximación.
5. Escogencia de los rangos con mayor confiabilidad según los estadísticos de variabilidad y aproximación para los betas calculados.
6. Recomendaciones para la escogencia de la tasa libre de riesgo.
7. Cálculo de la rentabilidad de mercado de los diferentes índices.
8. Creación de tablas resumen para cada país con las acciones y los rangos de años con mejores valores para cada estadístico (usando la moda estadística se definen los mejores rangos).
9. Cálculo de betas des-apalancados para acciones de los diferentes índices.
10. Cálculo del Ke para acciones de los diferentes índices.

### 3.1 Metodología de estimación del periodo de tiempo de cálculo para el beta incrementando la confiabilidad de los resultados de la aplicación del modelo CAPM

Se obtuvieron los precios de cierre (ajustados por dividendos) de las acciones que se tranzan en las bolsas de Colombia, Brasil, México y Chile. En cada una de estas bolsas se escogieron los índices IGBC, IBOVESPA, IPC e IPSA respectivamente. Se calcularon los betas por regresión utilizando rangos de 1, 3, 5, 7 años móviles para las acciones con las

que se contaba datos desde el año 2000 y 2001. Inicialmente se calcularon los betas usando rangos móviles con retrasos de un año. Se calcularon los estadísticos de dispersión (Desviación media (DM), Error cuadrático medio (ECM) y el coeficiente de variación) de los betas eligiendo el rango de tiempo que arrojaba el menor valor de cada estadístico de dispersión en cada una de las acciones de las bolsas y se procedió a usar la moda estadística para elegir el rango que más se repetía entre todas las acciones concluyendo que los estadísticos de dispersión de los rangos móviles más amplios indican menor variabilidad que aquellos rangos móviles con tiempo menor, este resultado lo corroboran AYGÖREN y SARITAS [12] argumentando que se debería utilizar rangos de tiempo móviles que abarquen la mayor cantidad de años.

En este trabajo encontramos que la menor variabilidad de los betas por regresión en rangos de tiempo con mayor amplitud se debe a que los rangos con mayor cantidad de años tienen un mayor intervalo de tiempo en común con los otros, resultando en una menor variabilidad de los estimadores.

Debido a que la metodología mencionada anteriormente (usando rangos de tiempo móviles) privilegiaba los rangos de tiempo con mayor cantidad de años, se usó otra metodología calculando betas con rangos de tiempo que no tuvieran datos comunes, es decir, rangos de tiempo con datos excluyentes o rangos de tiempo no móviles. Los cálculos de los betas se realizaron para rangos de 1, 2, 3, 4 y 5 años. Para los países que empezaron a cotizar en el mercado desde el año 2001 solo fue posible considerar 2 series hasta de 4 años.

Para los betas calculados con rangos de tiempo no móviles se les calcularon los estadísticos de variación y de aproximación. Se encontró que los estadísticos de aproximación no privilegian los rangos con mayor cantidad de años sobre los rangos con menor cantidad de años. En algunas acciones se encontró que los betas calculados para un rango de 3 años generaban estadísticos de variación menores que los betas calculados con rangos de 4 o 5 años. Este tipo de resultados valida la metodología de los rangos con datos excluyentes. De igual manera se usó la moda estadística para elegir el rango que más se repetía entre todas las acciones (ver **anexo 2**).

Muchas de las acciones que actualmente se cotizan en estas bolsas, no se transan desde el 2001 o desde el 2000, esto hace que los resultados de los estadísticos de variación privilegien rangos de 3 o

menos años.

Por lo tanto solo se analizaron acciones con datos desde el 2000 para los mercados de Brasil, México y Chile, y las acciones con datos desde el 2001 para el mercado de Colombia.

Se calcularon los betas por regresión con un intervalo de retorno diario y diferentes longitudes de los periodos de estimación para las acciones de los países en estudio.

En el **anexo 1** se muestran los resultados de cálculo de los betas de las acciones del IGBC en Colombia para los distintos periodos de tiempo.

Para el cálculo de los betas se utilizó la función Estimacion.Lineal() de Excel y se obtuvieron los niveles de significancia para todas las regresiones de todos los periodos, para cada intervalo de 1, 2, 3, 4 y 5 años se calculó el promedio del valor P y se calificó los promedios de la siguiente forma:

Tabla 2. Criterios para Calificación Significancia

Promedio Valor P	Calificación Significancia
< 1%	3
>=1% y <5%	2
>=5% y <10%	1
>=10%	0

Fuente: Elaboración propia

Con los siguientes resultados:

Tabla 3. Porcentaje de acciones vs. Nivel de significancia para Colombia.

% de Acciones con Nivel de significancia menor a 5% en la estimación de Beta por regresión.			
1 Año	2 Años	3 Años	4 Años
53.85%	71.43%	57.14%	100%

El bajo porcentaje de acciones con niveles de significancia menor a 5% para periodos de 1 y 3 años, se debe a que algunas de las acciones tienen baja bursatilidad en los primeros años de permanencia en la bolsa. Para las bolsas de los otros países se obtuvieron resultados que indican una mayor proporción de acciones con alta confiabilidad de las regresiones, esto debido a que la mayoría de las acciones de esas bolsas tienen mayor bursatilidad.

En las tablas de los betas calculados para diferentes periodos de estimación vemos que el coeficiente Beta

cambia entre periodos. De acuerdo con Blume [13], Ninguna variable económica, incluyendo el parámetro Beta es constante en el tiempo. Hay que tener en cuenta que el beta explica la sensibilidad del rendimiento de un activo ante las variaciones del rendimiento del mercado en un periodo determinado, la variación del beta de un activo de un periodo a otro está ligada a distintos factores que afectan el riesgo sistemático.

Según John Y. Campbell y Jianping Mei [14], Los precios de las acciones y los retornos están afectados por el cambio en las expectativas de los individuos sobre los dividendos y los retornos requeridos. También dicen que los retornos de las acciones son sensibles a la inflación y a las tasas de interés futuras. Douglas V. DeJong y Daniel W. Collins [15] también han encontrado que la tasa libre de riesgo y el grado de apalancamiento de la empresa influyen en los valores del coeficiente Beta de las acciones.

### 3.2 Metodología para definir la tasa libre de riesgo.

Siguiendo lo sugerido por Bruner [16] respecto a las practicas más usadas por analistas financieros sobre la escogencia de la tasa libre de riesgo; debe tomarse como parámetro la tasa actual de un bono que tenga un horizonte de vencimiento o duración similar al del plazo que se desea evaluar para la empresa que se está analizando.

Se escogen bonos emitidos en Dólares por los gobiernos de los países en mención, se utiliza la tasa de estos bonos por que ya incluyen la prima por riesgo país básico y prima de riesgo por impago.

Para que el lector tenga una referencia, se presentan las cotizaciones a 31 de marzo de 2010 de los Bonos colombianos emitidos en dólares o Yankees con diferentes plazos de vencimiento para ser escogidos según el plazo a analizar.

Tabla 1. Cotizaciones de los Bonos Colombianos emitidos en Dólares o Yankees.

Históricos Yankees				
dd/mm/aa	Yankee		Anterior	Actual
31-03-10	2010 (10.5)		1.69	1.06
31-03-10	2011 (9.75)		6.2	6.94
31-03-10	2012 (10)		1.95	1.88
31-03-10	2013 (10.75)		2.71	2.62
31-03-10	2014 (8.25)		3.91	3.84
31-03-10	2016 (8.7)		5.35	5.28
31-03-10	2017 (7.375)		4.84	4.77
31-03-10	2019 (7.375)		5.3	5.19
31-03-10	2020 (11.75)		5.7	5.54
31-03-10	Tes Global 2015 (12)		6.75	6.72
01-03-10	Tes Global 2010 (11.75)		1.94	7
31-03-10	Tes Global 2027 (9.85)		7.87	7.98

Fuente: [http://www.grupoaval.com/portal/page?\\_pageid=33,256950&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.grupoaval.com/portal/page?_pageid=33,256950&_dad=portal&_schema=PORTAL)

Según Damodaran [17], es buena práctica utilizar las tasas de los bonos a 10 años para efectos de valoración de empresas, y en circunstancias excepcionales, donde las tasas de años concretos varían ampliamente a través del tiempo, debemos considerar el uso de las tasas de activos libres de riesgo que varían en el tiempo.

### 3.3 Metodología para definir la Prima por Riesgo de Mercado

En el CAPM el modelo se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Retorno Esperado} = \text{Tasa Libre de Riesgo} + \beta \text{Activo} \quad (\text{Prima por Riesgo de Mercado})$$

Con:

$$\text{Prima por riesgo de Mercado} = \text{Rentabilidad del Mercado} - \text{Tasa Libre de Riesgo}$$

La prima por riesgo del mercado es la recompensa que los inversionistas esperan ganar por tener una cartera con una beta igual a 1. Es la diferencia entre el rendimiento esperado por la cartera de mercado que incluye todos los activos riesgosos y la tasa de interés libre de riesgo.

Según la literatura (por ejemplo Berk y DeMarzo [18]), existe dos alternativas para el cálculo de la rentabilidad de mercado, el rendimiento promedio

aritmético y el rendimiento anual compuesto o promedio geométrico, el rendimiento anual compuesto siempre será menor que el rendimiento promedio y cuando se trata de estimar el rendimiento esperado de una inversión durante un horizonte futuro con base en su desempeño pasado debe utilizarse el rendimiento anual promedio, pero cuando se trata de calcular tasas de descuento, las cuales son compuestas en el tiempo se debe utilizar el promedio geométrico.

Suponiendo que se invierte en una acción en la fecha  $t$  por un precio  $P_t$ , si la acción paga un dividendo  $Div_{t+1}$  en la fecha  $t + 1$ , y se vende la acción en ese momento por el precio  $P_{t+1}$  entonces el rendimiento obtenido por la inversión en las acciones de  $t$  a  $t+1$  es:

$$\text{Con } R_{t+1} = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} + \frac{Div_{t+1}}{P_t}$$

El rendimiento anual promedio esta dado por:

$$\bar{R} = \frac{1}{T} (R_1 + R_2 + \dots + R_T) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_T$$

El promedio geométrico de los rendimientos anuales se calcula con la siguiente fórmula:

$$\bar{R}_G = [(1 + R_1) \times (1 + R_2) \times \dots \times (1 + R_T)]^{1/T} - 1$$

Para el caso de los índices no se aplica los dividendos, para el caso de las acciones los precios utilizados en este trabajo están ajustados con los dividendos.

Según Berck y DeMarzo [18], el rendimiento anual promedio es el punto de equilibrio de la distribución empírica (la probabilidad de que ocurra un rendimiento en un rango particular está determinada por el número de veces que el rendimiento obtenido cayó en dicho rango). Por lo tanto, si la distribución de probabilidad de los rendimientos es la misma en el tiempo, el rendimiento promedio brinda una estimación del rendimiento esperado.

Para el cálculo de la Prima por Riesgo de mercado es necesario conocer la rentabilidad del mercado que se esté analizando y la tasa libre de riesgo. Para el caso colombiano utilizamos las rentabilidades diarias del IGBC desde el año 2001 hasta el año 2009 (fecha en la que se inicio el presente estudio) para el cálculo del rendimiento del mercado. En los casos de Brasil, México y Chile utilizamos los índices IBOVESPA, IPC e IPSA respectivamente, se calcularon rentabilidades diarias desde el año 2000 hasta el año

2009.

Al realizar cálculos de las rentabilidades promedio aritméticas y geométricas se encuentra que las rentabilidades promedio aritméticas tienen valores más altos que las rentabilidades promedio geométricas, Blume provee una fórmula que tiene en cuenta los periodos sobre los que se calculan los retornos y el tiempo sobre el que se quiere realizar la estimación de futuros retornos:

$N =$  Cantidad de años sobre los que se calculan los promedios.

$T =$  Cantidad de años para calcular el retorno promedio calculado.

$R(T) =$  Retorno promedio pronosticado para  $T$  años sobre  $N$  años de retornos históricos.

$$R(T) = \text{MediaAritmetica} * \frac{(N - T)}{T - 1} + \text{MediaGeometrica} * \frac{(T - 1)}{N - 1}$$

Algunos servicios de datos financieros tales como Ibbotson, Value line y JP Morgan utilizan datos históricos que incluyen muchos años (por ejemplo desde 1926 a 1996) para calcular la prima por riesgo de mercado con el índice de la bolsa de Nueva York.

En un estudio internacional que incluye 16 mercados desde 1900 a 2000, Dimson, Marsh & Staunton [19], recomiendan una prima por riesgo de mercado de 4.5% a 5%.

Teniendo en cuenta que el trabajo se está realizando sobre países latinoamericanos con limitación de datos históricos, se calcularon los retornos anuales sobre los últimos 10 años (9 años para Colombia) y se obtuvo el retorno anual del mercado utilizando la fórmula de Blume para el cálculo del retorno de mercado que ajusta las diferencias de los resultados del cálculo del promedio aritmético y el promedio geométrico de los retornos del mercado (ver **anexo 3**).

## 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.1 rangos o longitudes de los periodos de estimación de betas

Para Colombia los resultados de los estadísticos de variación indican que el rango que produce la menor variación es **4** (CUATRO) años, y el resultado de la medida de aproximación indica que el rango que más se acerca a las medianas de las betas es el de **2** (DOS) años.

#### 4.2 Cálculo del beta des-apalancado para las acciones de las bolsas de valores elegidas en, Colombia.

El beta calculado por regresión es un beta apalancado o que tiene en cuenta la deuda de la empresa. El cálculo del beta des-apalancado que no está afectado por la deuda de la empresa. Se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Beta des-apalancado} = \text{Beta} / (1 + (1 - \text{tasa de impuestos}) (\text{Razón Deuda/Patrimonio}))$$

A continuación los resultados de los betas des-apalancados calculados para algunas de las acciones de las diferentes bolsas:

Tabla 4. Cálculo del beta des-apalancado para algunas acciones del IGBC, Colombia.

Acción	Beta 07-08	Razón D/E 2 años	Tasa Impuestos	Beta Des-Apalancado
CHOCOLATES	0.63624	0.000%	34%	0.63624
COLTEJER	0.72585	0.070%	34%	0.72551
ÉXITO	0.81800	0.279%	34%	0.81650
GRUPOAVAL	0.84705	0.006%	34%	0.84701
FABRICATO	0.92760	0.000%	34%	0.92760
COLINVERS	0.94315	0.021%	34%	0.94302
GRUPOSURA	1.15031	0.007%	34%	1.15026

Como muestra de la aplicación de la estimación de los parámetros del CAPM, En el **anexo 3** se muestra el Cálculo del Ke para algunas acciones de las Bolsas de valores elegidas en Brasil, México, Chile, Colombia.

#### 5. CONCLUSIONES

Los servicios proveedores de información financiera tales como **Blomberg, Value Line** o **Ibboston**, utilizan diferentes longitudes de los periodos de estimación del parámetro Beta, en este trabajo de investigación empírica hemos encontrado que las mejores longitudes de los periodos de estimación del parámetro beta son diferentes para cada país donde se realiza las estimaciones así:

Tabla 5. Mejores longitudes de periodos de estimación del coeficiente Beta

PAIS	Estadísticos Variación				Est. Aproximación
	DAM	ECM-A	VAR	CV	MED
CHILE	4	4	4	4	5
BRASIL	5	3	5	5	5
MEXICO	4	1	4	4	1
COLOMBIA	4	4	4	4	2

Según los estadísticos de Variación para **Chile, México y Colombia** y la mejor longitud del periodo fue de **4 años**, y para **Brasil** fue de **5 años**.

Según el estadístico de aproximación los mejores periodos son: 5 años para **Brasil y Chile**, **1 para Colombia** y **2 años para México**.

El uso de los estadísticos de variación para la determinación de la mejor longitud de los periodos de estimación del coeficiente beta sería una consecuencia de suponer que el parámetro beta se comporta de forma estacionaria en el tiempo, dado que el riesgo de inversión en un activo es variable en el tiempo, y lo que se busca es encontrar un valor que más se aproxime a los valores del parámetro beta de un activo en un periodo específico, se recomienda usar la mediana como estadístico de aproximación para determinar las mejores longitudes de los periodos para la determinación del coeficiente beta debido a que la mediana no se ve afectada por valores extremos.

En mercados desarrollados, algunos servicios de información utilizan longitudes muy amplias de los periodos de estimación de los retornos del mercado, en este trabajo se realizaron estimaciones de retornos con periodos de estimación de 10 años para **México, Brasil y Chile** y de 9 años para Colombia. Recomendamos calcular la Rentabilidad de mercado con fórmula de Blume y usando el mismo periodo encontrado con el estadístico de aproximación.

El Ke calculado arroja valores altos de retorno comparado con países con mercados desarrollados.

El presente trabajo ofrece pautas base para la implementación de un sistema de información que provea betas para Colombia y algunos países latinoamericanos, con el fin de ser una referencia útil para los analistas locales, de la misma forma como se utilizan los betas provistos por Damodaran para algunos países con mercados con mayor eficiencia.



## Referencias.

1. Sharpe, W., *Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk*. Journal of Finance, 1964.
2. Marín, J. and G. Rubio, *Economía financiera*. 2001: Antoni Bosch.
3. Gonedes, *Evidence on the information content of accounting numbers: accounting-based and market-based estimates of systematic risk*. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1973. **18**: p. 407-443.
4. Kim, D., *The extent of nonstationarity of beta*. Review of Quantitative Finance and Accounting, 1993.
5. Pogue G, S.B., *The market model applied to European common stocks: Some empirical results*. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1974. **9**: p. 17-944. .
6. Blume, M., *Betas and their regression tendencies*. Journal of Finance, 1975.
7. Corhay, A., *The intervalling effect bias in beta: A note*. Journal of Banking and Finance, 1992. **16**(1): p. 61-76.
8. Vasicek, O., *A note on using cross-sectional information in Bayesian estimation of security ....* Journal of Finance, 1973.
9. Bera, A. and S. Kannan, *An adjustment procedure for predicting systematic risk*. Journal of Applied Econometrics, 1986.
10. Damodaran, A., *What is the riskfree rate? A Search for the Basic Building Block*. Unpublished, available at SSRN:[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1317436](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1317436), 2008.
11. Damodaran, A., *Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications*. Manuscript. New York University, 2008.
12. Hakan AYGÖREN , H.S. (2007) *IS A CORRECTION NECESSARY FOR BETA ESTIMATION?* , 110-121.
13. BLUME, M.E., *ON THE ASSESSMENT OF RISK*. Journal of Finance, 1971. **26**(1): p. p1-10.
14. Mei, J.Y.C.a.J., *Where do Betas Come From? Asset Price Dynamics and the Sources of Systematic Risk*. The Review of Financial Studies, 1993. **6**(3): p. 567-592.
15. Collins, D.V.D.a.D.W., *Explanations for the Instability of Equity Beta: Risk-Free Rate Changes and Leverage Effects*. The Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1985. **20**(1): p. 73-94.
16. Bruner, R., et al., *Best practices in estimating the cost of capital: survey and synthesis*. Financial Practice and ..., 1998.
17. Damodaran, A., *Estimating risk free rates*. Stern school of Business, 1998.
18. Berk, J. and P. DeMarzo, *Finance d'entreprise*. 2008: lavoisier.fr.
19. Elroy Dimson, P.M., and Mike Staunton, *Irrational Optimism* Financial Analysts Journal, 2003. **60**(1): p. p15-25.

**ANEXO 1.**

Tabla 6: Betas por regresión con intervalo de retorno diario y periodos de estimación de UN año para acciones de Colombia.

ACCIÓN	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>FABRICATO</b>	0.106	0.3019	0.7147	0.844	0.8172	1.4263	1.3164	0.8768	1.6374
<b>BCOLOMBIA</b>	0.2202	1.0646	1.2272	1.2189	1.1731	1.095	0.9526	1.1301	1.1082
<b>GRUPOSURA</b>	0.315	1.4275	1.4167	1.2386	1.3699	1.3035	1.0955	1.1718	1.0943
<b>GRUPOAVAL</b>	-0.012	0.0022	0.1484	0.4406	0.7925	0.7668	0.5539	0.9576	0.8467
<b>ISA</b>	0.2261	0.2665	0.2636	1.3304	0.9952	1.0274	0.873	0.7583	0.786
<b>MINEROS</b>	-0.094	0.0704	-0.083	0.5165	0.3203	0.7576	0.4697	0.6827	0.7407
<b>COLINVERS</b>	0.9133	1.0296	1.3999	1.0824	0.9253	1.3203	1.0111	0.9182	0.6659
<b>EXITO</b>	0.173	0.54	0.6619	0.6299	0.5119	0.8612	0.9983	0.7562	0.6463
<b>PAZRIO</b>	-0.034	0.1451	0.182	2.0007	1.1125	1.3527	1.3148	0.7177	0.6068
<b>CHOCOLATES</b>	0.2619	0.6952	0.6286	0.6269	0.9229	0.905	0.4815	0.6954	0.5683
<b>BOGOTA</b>	0.2737	0.7727	0.5152	0.8028	0.6053	0.8264	0.3009	0.7426	0.4592
<b>COLTEJER</b>	0.1969	-0.045	0.3734	0.0325	0.0018	0.4199	1.1405	0.5666	0.1748
<b>OCCIDENTE</b>	0.0291	0.1973	-0.044	0.1836	0.2856	0.4414	0.1094	0.1292	-0.066

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Betas por regresión con intervalo de retorno diario y periodos de estimación de DOS años para acciones de Colombia.

ACCIÓN	02-03	04-05	06-07	08-09
<b>GRUPOSURA</b>	1.42210493	1.29800406	1.3031941	1.140462
<b>BCOLOMBIA</b>	1.10545283	1.19756337	1.06724316	1.12425847
<b>FABRICATO</b>	0.5053662	0.83496382	1.40482937	1.01927913
<b>GRUPOAVAL</b>	0.05336446	0.55100201	0.75363387	0.89902722
<b>COLINVERS</b>	1.33972427	1.00694257	1.26837923	0.88460934
<b>ISA</b>	0.19091281	1.17533964	1.0064239	0.82251563
<b>EXITO</b>	0.59862436	0.57643104	0.88631835	0.74188965
<b>MINEROS</b>	-0.00753208	0.42397752	0.6985277	0.734465
<b>BOGOTA</b>	0.64708273	0.71431907	0.72443713	0.69058103
<b>PAZRIO</b>	0.17122514	1.59901559	1.34362417	0.68233828
<b>CHOCOLATES</b>	0.66198732	0.76336823	0.82312347	0.66971407
<b>COLTEJER</b>	0.1645355	0.18052124	0.47602859	0.52141327
<b>INTERBOLSA</b>	-0.04107921	0.04870398	1.20112931	0.32179219
<b>OCCIDENTE</b>	0.08403811	0.22992671	0.37881239	0.12424888

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Betas por regresión con intervalo de retorno diario y periodos de estimación de TRES años para acciones de Colombia.

<b>ACCIÓN</b>	<b>01-03</b>	<b>04-06</b>	<b>07-09</b>
<b>GRUPOSURA</b>	0.96644122	1.3014632	1.14059151
<b>FABRICATO</b>	0.36640795	1.19718548	1.08872309
<b>BCOLOMBIA</b>	0.76285016	1.13395357	1.08464881
<b>COLINVERS</b>	1.10032313	1.01118171	0.90882891
<b>GRUPOAVAL</b>	0.03829837	0.70476595	0.84790212
<b>PAZRIO</b>	0.09148066	1.45323034	0.82118288
<b>ISA</b>	0.24628384	1.08726336	0.78638518
<b>EXITO</b>	0.42040092	0.74684078	0.74188965
<b>BOGOTA</b>	0.64708273	0.71431907	0.72443713
<b>MINEROS</b>	-0.0208208	0.62662136	0.70671579
<b>COLTEJER</b>	0.16945976	0.27745724	0.66584691
<b>CHOCOLATES</b>	0.50081739	0.84559098	0.6263622
<b>INTERBOLSA</b>	0.10305284	0.8303317	0.4401914
<b>OCCIDENTE</b>	0.08403811	0.22992671	0.37881239

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Betas por regresión con intervalo de retorno diario y periodos de estimación de CUATRO años para acciones de Colombia.

<b>ACCIÓN</b>	<b>02-05</b>	<b>06-09</b>
<b>FABRICATO</b>	0.73542839	1.15584604
<b>BCOLOMBIA</b>	1.17911344	1.08953061
<b>PAZRIO</b>	1.07680459	1.07749201
<b>GRUPOAVAL</b>	0.68490716	0.89158178
<b>COLINVERS</b>	1.17459722	0.88517114
<b>EXITO</b>	0.58513538	0.82903565
<b>ISA</b>	1.04430183	0.82384607
<b>MINEROS</b>	0.29272364	0.72159316
<b>BOGOTA</b>	0.69518239	0.71116224
<b>GRUPOSURA</b>	1.33164888	0.64660681
<b>CHOCOLATES</b>	0.72561211	0.76298047
<b>COLTEJER</b>	0.38858647	0.51766151
<b>INTERBOLSA</b>	0.84572722	0.30415393
<b>OCCIDENTE</b>	0.19009559	0.27863109
<b>SANTANDER</b>	0.03525485	0.09370315

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 2.**

Tabla 10. Longitudes en años de los periodos de estimación de betas con mejores medidas de variación y aproximación para Acciones de Colombia.

<b>Moda</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	
	<b>Estadísticos Variación</b>				<b>Est. Aproximación</b>	
<b>ACCION</b>	<b>DAM</b>	<b>ECM-A</b>	<b>VAR</b>	<b>CV</b>	<b>MED</b>	
<b>FABRICATO</b>	4	1	4	4	2	4
<b>BCOLOMBIA</b>	4	4	4	3	1	2
<b>PAZRIO</b>	4	4	4	4	2	3
<b>GRUPOAVAL</b>	4	4	4	4	2	3
<b>COLINVERS</b>	4	3	4	4	3	4
<b>EXITO</b>	4	4	4	4	2	2
<b>ISA</b>	4	4	4	4	2	3
<b>MINEROS</b>	4	1	4	4	2	4
<b>BOGOTA</b>	4	4	4	4	1	2
<b>GRUPOSURA</b>	2	3	2	2	1	3
<b>CHOCOLATES</b>	4	4	4	4	1	2
<b>COLTEJER</b>	4	4	4	4	2	3
<b>INTERBOLSA</b>	3	4	4	4	1	3
<b>OCCIDENTE</b>	4	4	4	4	1	2

Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 3.

Tabla 11. Pronóstico de retornos del mercado para Brasil.

fecha	Valor IBOVESPA	Retorno Anual
03-01-00	16930.00	
02-01-01	15425.00	-8.89%
02-01-02	13872.00	-10.07%
02-01-03	11603.00	-16.36%
02-01-04	22445.00	93.44%
03-01-05	25722.00	14.60%
02-01-06	33507.00	30.27%
02-01-07	45383.00	35.44%
02-01-08	62815.00	38.41%
02-01-09	40244.00	-35.93%
27-11-09	67082.00	66.69%
	Media Aritmética =	20.760%
	Media Geométrica =	14.761%
	N =	10
	T =	5
	Retorno(T) =	<b>18.094%</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Pronóstico de retornos del mercado para Colombia.

fecha	Valor IGBC	Retorno Anual
29-06-01	26-09-02	
28-12-01	05-12-02	7.09%
30-12-02	26-05-04	50.21%
30-12-03	21-05-06	45.08%
31-12-04	11-12-11	86.98%
30-12-05	16-01-26	118.02%
28-12-06	22-07-30	17.32%
28-12-07	11-04-29	-4.18%
30-12-08	11-09-20	-29.30%
27-11-09	25-01-31	50.10%
	Media Aritmética =	37.92%
	Media Geométrico =	30.983%
	N =	9
	T =	5
	Retorno(T) =	<b>0.344529608</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Pronóstico de retornos del mercado para México.

fecha	Valor IPC	Retorno Anual
03-01-00	17-05-19	
02-01-01	18-03-15	-21.49%
02-01-02	19-07-17	15.36%
02-01-03	15-01-17	-2.88%
02-01-04	21-02-24	41.65%
03-01-05	26-08-35	47.68%
02-01-06	27-01-49	37.65%
02-01-07	31-12-72	48.75%
02-01-08	28-07-78	7.63%
02-01-09	27-08-63	-18.98%
27-11-09	03-04-84	32.36%
	Media Aritmética =	23.246%
	Media Geométrica =	20.948%
	N =	10
	T =	5
	Retorno(T) =	<b>22.225%</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Pronóstico de retornos del mercado para Chile.

fecha	Valor IPSA	Retorno Anual
14-04-00	26-12-02	
02-01-01	12-12-02	-1.29%
02-01-03	25-09-02	-7.25%
02-01-04	23-01-04	48.53%
03-01-05	29-11-04	20.97%
02-01-06	22-04-05	8.00%
02-01-07	12-05-07	38.65%
02-01-08	14-03-08	11.42%
05-01-09	06-09-06	-18.50%
30-12-09	20-10-09	46.66%
	Media Aritmética =	<b>16.35%</b>
	Media Geométrica =	<b>14.11%</b>
	N =	10
	T =	5
	Retorno(T) =	<b>15.36%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### ANEXO 4.

Tabla 15. Cálculo del Ke para algunas acciones de las Bolsas de valores elegidas en Brasil, México, Chile, Colombia.

PAÍS	ÍNDICE BURSÁTIL	ACCIÓN	PERIODO CÁLCULO DEL BETA POR APROX.	Beta Apalancado	TASA LIBRE DE RIESGO	Rm	Ke
COLOMBIA	IGBC	GRUPOSURA	2	1.140462	5.19%	22.22%	<b>24.617%</b>
		COLINVERS		0.884609			<b>20.259%</b>
CHILE	IPSA	FALLABELLA	5	1.054061	7.13%	15.23%	<b>15.670%</b>
		CAP		1.417494			<b>28.716%</b>
BRASIL	IBOVESPA	VALE3	5	1.154686	11.00%	18.09%	<b>19.191%</b>
		PETR4		1.046428			<b>18.423%</b>
MEXICO	IPC	AMXL	1	1.047336	5%	22.22%	<b>22.939%</b>
		TELECOMA1		1.123281			<b>24.086%</b>