

PORTAFOLIO MIXTO OPTIMIZADO CON ACTIVOS FINANCIEROS DE LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA

Mix portfolio with optimized financial assets of the securities exchange of Colombia

RESUMEN

La meta principal de los inversionistas en los mercados financieros es lograr maximizar los rendimientos minimizando riesgos. Para alcanzar estos objetivos han surgido diferentes teorías en épocas recientes que se ajustan a las nuevas oportunidades de negocios en la Bolsa de Valores de Colombia, aprovechando la normatividad reciente sobre fondos de inversión y las alternativas de invertir en carteras colectivas. El trabajo plantea la aplicación del modelo de activos de capital a precio de mercado (CAPM), aplicado al mercado de valores de Colombia incluyendo los títulos de tesorería (TES) del gobierno nacional.

PALABRAS CLAVES: Activos de capital a precios de mercado, Portafolios mixtos, Renta fija.

ABSTRACT

The main goal of investors in financial markets is to maximize returns while minimizing risks. To achieve these objectives different theories have emerged in recent times to suit the new business opportunities in the Stock Exchange of Colombia, taking advantage of recent legislation on investment funds and alternative investments in collective portfolio. The study discusses the application of the capital assets at market prices (CAPM), applied to the stock market in Colombia including treasury securities (TES) of the national government

KEYWORDS: Capital assets market Price, Fix rent, Portfolio assets.

1. INTRODUCCIÓN

Los inversionistas de mercados financieros se enfrentan a diferentes activos financieros en los plazos de maduración, de rendimientos ofrecidos y de nivel de riesgo. Se han desarrollado diferentes trabajos investigativos que orienten al inversor y le faciliten la toma de decisiones en mercados altamente especulativos. Entre los trabajos que se apoya la presente investigación, vale la pena resaltar los trabajos de Markowitz (1952), con el modelo de varianza/ covarianza para determinar la frontera eficiente, los modelos teóricos presentados por Black (1972), Merton (1973) y más tarde por Levy y Sarnat (1982), Elton (1995) y Gruber (1997), se resume en el documento elaborado por Alexander, Sharp y Balley (2003), conduce a que el portafolio óptimo se puede encontrar utilizando principalmente la línea de mercado de capitales para seleccionar en la frontera eficiente la conformación de portafolios de títulos financieros que generen la prima por riesgo máxima. Sharpe estableció un modelo para fijar el precio de los activos financieros conocido como activos de capital a precio de mercado (CAPM), que consiste en que un inversor puede elegir una exposición al riesgo a través de

Fecha Recepción: 9 de Septiembre de 2010

Fecha aceptación: 15 de Noviembre de 2010

EDUARDO ARTURO CRUZ T

Ingeniero Industrial, M. Sc
Profesor Asociado
Universidad Tecnológica de Pereira
ecruz@utp.edu.co

MANUEL PINZON CANDELARIO

Ingeniero Metalurgico, M. Sc.
Profesor Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira
candelario@utp.edu.co

PEDRO MEDINA VARELA

Ingeniero Mecánico, M. Sc.
Profesor Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira
pmedin@utp.edu.co

Grupo de Investigación Administración Económica y Financiera.

una combinación de valores de renta fija y una cartera de renta variable [1]. La composición óptima de la cartera depende de la valoración de las perspectivas de los activos que haga el inversor, y no de la actitud hacia el riesgo. Si cada activo contribuye al riesgo total en un valor determinado, los ingresos esperados y el premio al riesgo variarán en proporción directa a dicho valor. Estas relaciones se generan vía precios, por lo que los riesgos son susceptibles de eliminarse, y las decisiones de la cartera terminan siendo consistentes.

En el presente trabajo, se ilustra cómo aplicar el modelo CAPM a países emergentes como Colombia, con altas volatilidades en sus mercados y carencias para ser considerado un mercado eficiente debido al sesgo en el acceso a la información [2]. El modelo toma relevancia en países como Colombia que incluyen en su regulación del mercado financiero la conformación de carteras colectivas. Las carteras colectivas se administran a través de fondos de inversión.

Los inversionistas se enfrentan en forma cotidiana a la decisión de cómo invertir?. De acuerdo a las expectativas de rentabilidad y riesgo ofrecidas en el mercado bursátil.

En este documento se presenta el proceso metodológico aplicado en economías emergentes con alta volatilidad en sus mercados de capitales como es el caso de Colombia para conformar las carteras colectivas incluyendo títulos de renta fija (TES) y títulos de renta variable (acciones). El modelo de carteras mixtas parte de los estudios realizados en la determinación de la rentabilidad y riesgo de los activos a través de la línea de mercado de capitales (LMC), Ver figura 1. [3]

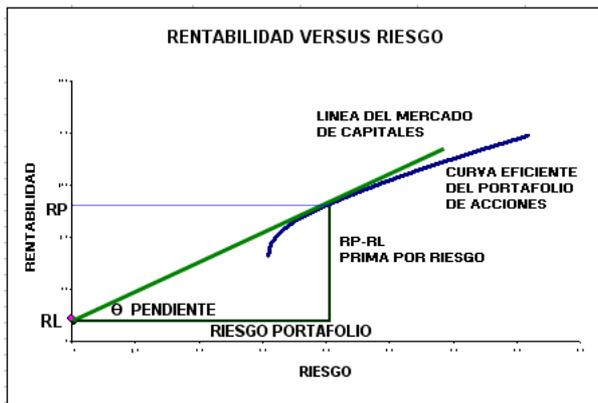


Figura 1. Línea de mercado de capitales

El modelo de línea de mercado de capitales valora los títulos de renta variable partiendo del nivel de rendimiento de los activos de renta fija de los títulos emitidos por la banca central. El riesgo de exposición en acciones debe ser compensado por la prima por riesgo. La prima por se calcula como la diferencia entre la rentabilidad del portafolio menos la rentabilidad de los títulos de renta fija. El objetivo es hallar la pendiente de la línea de mercado con la máxima pendiente o máxima prima.

El procedimiento desarrollado consiste en determinar inicialmente la rentabilidad y riesgo de cada uno de los activos. Luego, se determina la rentabilidad y volatilidad del índice de la bolsa de valores de Colombia (IGBC). Posteriormente, se determina la sensibilidad del cambio del precio de cada título frente al cambio del índice del mercado (IGBC ó IBC). Luego, se determina la tasa de rendimiento del mercado de los TES con la metodología de Nelson y Siegel, utilizada en Colombia. Posteriormente, se conforma el portafolio mixto incluyendo la participación de títulos de tesorería (TES) y acciones ordinarias. Finalmente, se construye la curva de CAPM con un modelo de programación cuadrática multiobjetivo, maximizando la rentabilidad con determinado nivel de riesgo.

2. MARCO TEORICO

Los elementos a considerar para elaborar el modelo de carteras mixtas son los riesgos involucrados, el modelo de precios de los activos de capital, y el coeficiente Beta.

2.1 Riesgos involucrados

Riesgo no sistemático: es el riesgo asociado a cada activo financiero, puede reducirse a una tasa decreciente hacia cero al adicionarse al portafolio más acciones seleccionadas al azar. Algunos estudios sugieren que un portafolio bien diversificado con más de seis acciones, son suficientes para eliminar la mayor parte del riesgo no sistemático de un portafolio.

Riesgo Sistemático: es el riesgo de mercado. Es el riesgo no diversificable o inevitable obedece al mercado global, por ejemplo los precios del petróleo. Ver expresión 1.

Riesgo total = riesgo sistemático + riesgo no sistemático (1)

La representación gráfica de los riesgos en función del número de títulos se aprecia en la figura 2. [4]

Y=RIESGO DEL PORTAFOLIO

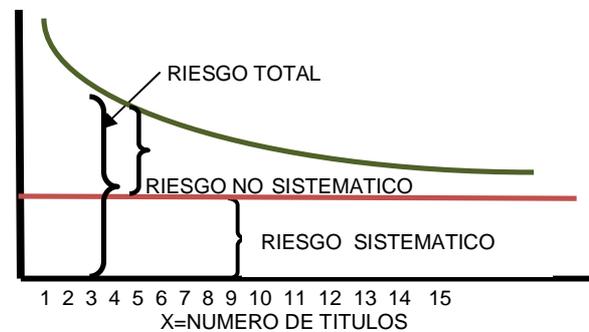


Figura 2. Riesgos en función del número de títulos

Después de tener un portafolio bien diversificado con un riesgo muy bajo, el riesgo no sistemático se ha reducido sustancialmente, el rendimiento esperado de un valor debe estar relacionado con su grado de riesgo sistemático, no con su grado de riesgo total.

2.2 Modelo de precios de activos de capital

La rentabilidad de un activo financiero está relacionada con la rentabilidad libre de riesgo más la rentabilidad por prima por riesgo. Ver expresión 2.

$$R_i = R_f + E_i + (R_M - R_f) \beta \quad (2)$$

Donde:

R_i = Rentabilidad esperada del título "i"

R_f = Rentabilidad libre de riesgo Ej: Tes del gobierno

E_i = error por incertidumbre

R_M = Rendimiento global esperado para el portafolio de mercado

$(R_M - R_f)$ = prima por riesgo

β = Coeficiente Beta del título "i".

Si el error por incertidumbre esperado tiende a cero:

$$E_i = 0, \text{ Entonces: } R_i = R_f + (R_M - R_f) \beta \quad (3)$$

La varianza de un portafolio en función de los precios de los activos de capital se expresa en función del riesgo sistemático y el riesgo no sistemático. Ver expresión 4.

Riesgo total = riesgo sistemático + riesgo no sistemático

$$\text{Riesgo Total} = \beta_{\text{Portafolio}}^2 \cdot \sigma_{\text{Mercado}}^2 + \sigma_{\text{Portafolio}}^2 \quad (4)$$

Donde:

$\beta_{\text{Portafolio}}^2$: Es la beta ponderada al cuadrado del portafolio

$\sigma_{\text{Mercado}}^2$: Es la varianza del mercado calculada a través del índice IGBC.

$\sigma_{\text{Portafolio}}^2$: Es la varianza ponderada del portafolio

El riesgo del portafolio en términos lineales quedaría como así:

$$\text{Riesgo Total} = (\beta_{\text{Portafolio}}^2 \cdot \sigma_{\text{Mercado}}^2 + \sigma_{\text{Portafolio}}^2)^{0.5} \quad (5)$$

2.3 El coeficiente Beta

El coeficiente BETA es un indicador del riesgo sistemático o de mercado de la inversión en acciones, que permite establecer qué tan sensible es la rentabilidad de una acción cuando se presentan cambios en la rentabilidad del mercado. Cuando el valor de BETA para una acción es igual a 1 (BETA=1) significa que los rendimientos de ésta varían de manera proporcional a los rendimientos del mercado, es decir que las acciones tienen el mismo rendimiento que el mercado. Un BETA mayor que 1 (BETA>1) significa que el rendimiento de la acción varía de manera más que proporcional al rendimiento del mercado, y un BETA menor que 1 (BETA<1) significa que la acción varía de manera menos que proporcional al mercado.

Los resultados con BETA menores de 0 son posibles y representan una relación inversa manteniendo la proporción que éste indica con respecto al mercado, pero no son muy comunes, especialmente si se trata de mercados desarrollados y perfectos. Ver figura 3. [5]

BETA	LA RENTABILIDAD DEL MERCADO VARIA EN: 1%
=1	LA RENTABILIDAD DEL MERCADO VARIA EN: 1%
>1	POR ENCIMA DEL 1%
<1	POR DEBAJO DEL 1%
=0	NO VARIA
<0	ES NEGATIVA

Figura 3. Valores de Beta

Basados en la teoría de que un portafolio adecuadamente diversificado, llega a un valor de riesgo no sistemático de cero, medir el riesgo sistemático se convierte en elemento fundamental si se desea controlar la relación riesgo rendimiento de un portafolio.

Toda persona o entidad que maneja un portafolio esta siempre preocupada por medir sus niveles de rentabilidad, pero en pocas ocasiones se preocupa por

medir sus niveles de riesgo. Hasta la aparición en 1995 de las resoluciones de valoración de portafolios a precios de mercado expedidas por las Superintendencia Financiera, el riesgo no era un elemento preponderante, y aún hoy son muchos los que no están acostumbrados a tenerlo en cuenta en el manejo de sus inversiones.

El cálculo del indicador Beta se presenta en la expresión 5. [6]

$$\beta_i = \frac{COV_{IM}}{VAR_M} \quad (5)$$

Donde:

COV_{im} = es la covarianza entre la rentabilidad de la acción "i" y la rentabilidad del mercado.

VAR_m = Es la varianza de la rentabilidad del mercado

β_M = La beta del mercado = 1

Si $\beta_i > 1$ El activo "i" es más riesgoso que el portafolio "m" (mercado)

Si $\beta_i < 1$ El activo "i" es menos riesgoso que el portafolio "m".

3. DESARROLLO DEL MODELO DE PORTAFOLIO MIXTO

El desarrollo del modelo de portafolio CAPM, se desarrolla en la hoja electrónica Excel, el complemento Solver y el Complemento Crystal Ball. El modelo se establece con seis acciones que se preseleccionaron con base en el Índice de Bursatilidad accionaria (IBA) alto y con la rentabilidad esperada de acuerdo a la variación de precios en el mercado accionario, se tomaron los precios del presente año, iniciando desde el 4 de Enero de 2010. Ver figura4.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		PRECIOS DE LAS ACCIONES CON IBA ALTO Y EL INDICE IBC							
3		fc_oper	pac_rub	ecopetrol	isagen	cem_arg	inv_suram	tablemac	IBC
4		04/01/2010	30.000,00	2.505,39	2.201,58	19.451,01	24.928,73	5,85	11.641,37
5		05/01/2010	29.063,53	2.472,26	2.194,30	19.518,20	24.927,66	5,91	11.628,92
6		06/01/2010	28.492,96	2.459,21	2.206,18	19.582,44	25.091,51	6,05	11.626,59
165		31/08/2010	43.116,50	3.477,97	2.285,81	21.388,50	37.576,37	10,43	14.105,47
166		01/09/2010	43.140,57	3.547,15	2.312,89	21.494,47	37.332,43	10,62	14.474,52
167		02/09/2010	42.136,69	3.580,49	2.292,52	21.535,57	37.818,75	10,24	13.985,66

Figura 4. Precios de las acciones preseleccionadas.

Se calculan las variaciones de los precios de las acciones para cada día. Ver expresión 7 y figura 5.

$$R_i = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (7)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
168									
169		VARIACIONES DE LOS PRECIOS Y DEL INDICE IBC							
170		fc_oper	pac_rub	ecopetrol	isagen	cem_arg	inv_suram	tablemac	IBC
171		05/01/2010	-3,12%	-1,32%	-0,33%	0,35%	0,00%	0,94%	-0,11%
172		06/01/2010	-1,96%	-0,53%	0,54%	0,33%	0,66%	2,41%	-0,02%
331		31/08/2010	-0,19%	1,19%	-0,76%	2,14%	4,51%	2,62%	1,42%
332		01/09/2010	0,06%	1,99%	1,18%	0,50%	-0,65%	1,78%	2,62%
333		02/09/2010	-2,33%	0,94%	-0,88%	0,19%	1,30%	-3,55%	-3,38%

Figura 5. Variaciones de los precios de las acciones

El siguiente paso es determinar la estadística de cada acción y el índice de la bolsa, teniendo en cuenta las medidas de ubicación: Promedio, las medidas de dispersión: la desviación estándar y la varianza, y las medidas de forma: curtosis y la función de distribución correspondiente. Para determinar la mejor función de distribución paramétrica de los datos, se utiliza la prueba de bondad y ajuste de Kolmogorov-Smirnov. Ver figura 6.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
334	FUNCIONES DE DISTRIBUCION DE LAS VARIACIONES DE LOS PRECIOS DE LAS ACCIONES Y EL								
335	INDICE IBC								
336	PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE								
337	Kolmogorov-Smirnov:	0,0392	0,0509	0,0373	0,0419	0,0430	0,0511	0,0708	
338	FUNCION DE DISTRIBUCION	Logistic	Logistic	Student's t	Logistic	Student's t	Logistic	Logistic	
340	EMPRESA	pac_rub	ecopetrol	isagen	cem_arg	inv_suram	tablemac	IBC	
341	PROMEDIO	0,2074%	0,2044%	0,0281%	0,0860%	0,2634%	0,3124%	0,1599%	
342	DESVIACION ESTANDAR	1,9410%	0,9437%	0,8327%	1,0069%	1,1236%	1,9114%	0,8038%	
343	VARIANZA	0,0377%	0,0089%	0,0069%	0,0101%	0,0126%	0,0365%	0,0065%	
344	CURTOSIS	4,200	4,200	19,510	4,200	4,200	4,200	4,200	
345	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	9,360	4,620	29,670	11,710	4,270	6,120	5,030	

Figura 6. Estadísticas de las acciones y el índice IBC

La correlación entre las acciones y el IBC se establece como la relación entre la covarianza de la acción con el índice IBC sobre sus desviaciones estándar. Ver expresión 8.

$$Correl(\rho) = \frac{Covarianza(acción\ i\ y\ el\ índice\ IBC)}{\sigma_{acción\ i} \sigma_{Índice\ IBC}} \quad (8)$$

Siendo la covarianza la forma en que varían los datos con respecto a sus promedios entre sí. Ver expresión 9.

$$COV_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T [R_i - E(R_i)][R_j - E(R_j)]}{T} \quad (9)$$

Donde:

R_i : Precio de la acción I

R_j : Índice del mercado

E(R_i) : rentabilidad esperada de la acción i

E(R_j): rentabilidad esperada del mercado

Los cálculos de las correlaciones de las acciones con respecto al índice del mercado, se presentan en la figura 7.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
346	MATRIZ DE CORRELACIONES								
347	Correlations	pac_rub	ecopetrol	isagen	cem_arg	inv_suram	tablemac	IBC	
348	pac_rub	1,0000	0,4747	0,2792	0,2650	0,3271	0,4504	0,4018	
349	ecopetrol	0,4747	1,0000	0,3613	0,3806	0,5348	0,4556	0,5865	
350	isagen	0,2792	0,3613	1,0000	0,3485	0,4606	0,4980	0,4436	
351	cem_arg	0,2650	0,3806	0,3485	1,0000	0,5840	0,3285	0,4608	
352	inv_suram	0,3271	0,5348	0,4606	0,5840	1,0000	0,4906	0,5773	
353	tablemac	0,4504	0,4556	0,4980	0,3285	0,4906	1,0000	0,4523	
354	IBC	0,4018	0,5865	0,4436	0,4608	0,5773	0,4523	1,0000	

Figura 7. Matriz de correlación de las acciones y el IBC

La correlación entre las acciones y el IBC están en un nivel medio. Lo anterior sugiere que un portafolio con las seis acciones elegidas eliminan sustancialmente el riesgo no sistemático.

El siguiente paso es el cálculo de las betas de las acciones, con respecto al IBC. Debido a que es una relación lineal de la forma Y = A+ BX. Siendo A el intercepto con el eje Y, y B expresa la pendiente o tasa de cambio entre el precio de la acción y en índice de la bolsa IBC. Se calculan los coeficientes A y B, a través del complemento Solver, para minimizar el error típico entre Y_{real} (variación del precio de la acción) , y X (Variación del índice accionario). Para ilustrar el cálculo, se presenta la figura 8, con el cálculo de la beta para la acción Pacific Rubials.

	A	B	C	D	E
371	CALCULO DE LAS BETAS EJEMPLO PACIF RUBIALS				
372	Y=A+BX				
373	COEFICIENTES	A	B		
374	VALOR	0,001019599	1,083286054729		
375	PAC_RUB=Y	IBC=X	YESTIMADO	ERRORTIPICO^2	
376	-3,1216%	-0,1069%	-0,000138934	0,00096577	
377	-1,9632%	-0,0200%	0,000802549	0,000417557	
537	0,0558%	2,6164%	0,029362272	0,000829671	
538	-2,3270%	-3,3774%	-0,035567121	0,000151221	
539	suma de los errores al cuadrado				4,93%

Figura 8. Calculo de la Beta de la acción Pacific Rubials

En la misma forma que lo presentado con la acción Pacific Rubials, se procede con las demás acciones. Ver el cálculo de las betas para las acciones en la figura 9.

	A	B	C
540	CUADRO DE LAS BETAS DE LAS ACCIONES		
541	ACCION - INDICE	BETA	
542	pac_rub	1,083286054729	
543	ecopetrol	0,66786435673473	
544	isagen	0,50927676583040	
545	cem_arg	0,65214534609819	
546	inv_suram	0,84732988884434	
547	tablemac	1,20364461915040	
548	IBC	1,0000000	

Figura 9. Valores de las Betas de las acciones

Se aprecia que la beta del mercado (IBC) es igual a 1, porque se está comparando consigo misma.

La siguiente etapa del modelo exige el cálculo de la rentabilidad de los instrumentos de renta fija. Es necesario establecer la tasa de rendimiento del mercado de los títulos de tesorería (TES). En Colombia se utiliza la metodología de Nelson y Siegel.

El método de interpolación no lineal de Nelson y Siegel empieza a ser adoptado en Colombia en el año 2002 para

determinar la tasa de rendimiento de los títulos de largo plazo.

El objetivo de ambas metodologías la de Nelson y la de Siegel es minimizar la suma de las desviaciones al cuadrado de los precios de los títulos que se utilizan para hacer el cálculo de los parámetros de la función propuesta. No obstante, la optimización se hace a partir de un proceso iterativo en donde se utilizan las tasas spot dadas por la función en la determinación de los precios estimados y luego se procede a realizar la minimización de la suma de los errores al cuadrado entre los precios estimados y los precios observados en el mercado. [7]

El modelo de Nelson y Siegel tiene cuatro parámetros. Ver expresión 10.

$$Y(t) = \alpha_1 + (\alpha_2 + \alpha_3) \frac{\beta}{t} \left(1 - e^{-\frac{t}{\beta}}\right) - \alpha_3 e^{-\frac{t}{\beta}} \quad (10)$$

Donde:

α_1 : Corresponde a la altura de la tasa de interés

α_2 : Se refiere a la pendiente de la curva encada uno de sus puntos

α_3 : Corresponde a la curvatura

β : Coeficiente de suavización

El procedimiento de Nelson y Siegel consiste en determinar el valor de los cuatro parámetros: α_1 , α_2 , α_3 y β . En la figura 10, se aprecia el cálculo respectivo.

PARAMETROS				
α_1	0,1190338	$Y(t) = \alpha_1 + (\alpha_2 + \alpha_3) \frac{\beta}{t} \left(1 - e^{-\frac{t}{\beta}}\right) - \alpha_3 e^{-\frac{t}{\beta}}$		
α_2	-0,0215811			
α_3	-0,0159161			
β	1,6974521			
FECHA	t	tasa de interes del titulo	TASA ANUAL ESTIMADA NELSON Y SIEGEL	Cuadrado Residual
02/09/2007	0,5	9,80%	9,84%	0,00%
02/03/2008	1	10,00%	9,95%	0,00%
02/09/2010	3,5		10,52%	
02/03/2011	4	11,00%	10,61%	0,00%
02/07/2011	4,3		10,67%	
02/01/2012	4,5	10,50%	10,70%	0,00%
02/05/2011	4,8		10,75%	
02/07/2011	5	10,60%	10,78%	0,00%
02/07/2012	6		10,92%	
10/03/2013	6,7	10,80%	11,00%	0,00%
suma de los errores				0,00%

Figura 10. Calculo de los puntos de la curva de rendimiento

A continuación se describe el proceso brevemente: Se calcula el cuadrado de los residuales (el cuadrado de la diferencia entre la tasa de interés actual de rendimiento del mercado y el valor pronosticado Y(t) dado por la función de Nelson y Siegel.

Se suman los cuadrados de los residuales. Se debe buscar el valor de los parámetros tal que minimice la suma de los errores.

La suma mínima de los errores al cuadrado obtenida es una función no lineal suavizada de los datos.

La solución se halla al calcular la celda objetivo (suma de los cuadrados residuales), con su valor mínimo cambiando los cuatro parámetros.

La fila resaltada de la figura 10, corresponde a la fecha del día de construcción del portafolio 02/09/2010. En este punto no hay títulos negociados en el mercado para tomar la tasa de referencia, pero con la curva construida se establece que la tasa de interés de renta fija es de 10.52% anual. Se calcula la tasa de interés diario considerando que los días de negociación de acciones al año son de 240. Ver la expresión 11.

$$i_{diario} = (1 + i_{anual})^{\frac{1}{240}} \quad (11)$$

La tasa de interés diaria hallada con la expresión 11, es de 0.0413%.

La construcción de la gráfica de la tasa de rendimiento de mercado para los TES, con base en los títulos que se han negociado recientemente en el mercado. Ver la figura 11.

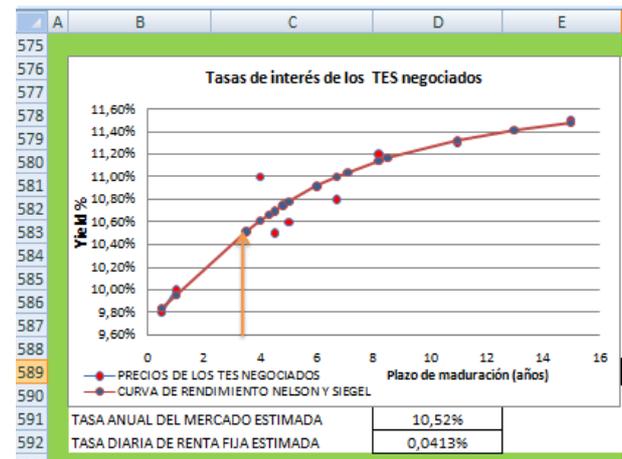


Figura 11. Construcción de la curva de rendimiento del mercado.

Con la información obtenida de la rentabilidad diaria de los TES, la rentabilidad esperada de cada acción, la rentabilidad media que está ofreciendo el mercado en el presente año, el valor de las Betas de cada acción y la varianza de las acciones, se determina la conformación del portafolio. Con las expresiones 2 y 5.

$$R_i = R_f + E_i + (R_M - R_f) \beta \quad (2)$$

$$Riesgo \text{ Total} = (\beta_{\text{Portafolio}}^2 * \sigma_{\text{Mercado}}^2 + \sigma_{\text{Portafolio}}^2)^{0.5} \quad (5)$$

El último paso es hallar la rentabilidad máxima y el mínimo riesgo del portafolio, se utiliza el complemento Solver. De los elementos que conforman las expresiones 2 y 5, vale la pena resaltar que la beta de la renta fija es

cero, es decir, es insensible ante los cambios del mercado accionario. La varianza de los títulos de renta fija es cero.

En la figura 12, se presenta el valor de los porcentajes de inversión en cada uno de los instrumentos de renta fija y renta variable. También se presenta la rentabilidad y riesgo del portafolio.

PONDERACIÓN DE LA INVERSIÓN						
INSTRUMENTO	BETAS	VARIANZAS	PORCENTAJE DE INVERSIÓN	BETA PONDERADA	VARIANZA PONDERADA	
pac_rub	1,083286054729	0,0377%	17,78%	0,1926463	1,192E-05	
ecopetrol	0,66786435673473	0,0089%	16,96%	0,1132781	2,56E-06	
isagen	0,50927676583040	0,0069%	0,00%	0	0	
cem_arg	0,65214534609819	0,0101%	13,03%	0,0849977	1,716E-06	
inv_suram	0,84732988884434	0,0126%	29,77%	0,2522187	1,116E-05	
tablemac	1,20364461915040	0,0365%	22,46%	0,2702831	1,84E-05	
TES	0,00000	0,00000	0,00%	0	0	
TOTALES			100,00%	0,913424	4,577E-05	
PORTAFOLIO						
RENTABILIDAD	0,149635%					
VARIANZA	0,010000%					
RIESGO	1,000001%					

Figura 12. Conformación del portafolio mixto.

Un análisis de sensibilidad se presenta en la figura 13, se maximiza la rentabilidad para diferentes niveles de riesgo. El mínimo riesgo se alcanza cuando se invierte el 100% en los títulos TES. La máxima rentabilidad se logra invirtiendo el 100% de los recursos en la acción de tablemac, lo cual es coherente si la beta de tablemac es una de las más altas.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PORTAFOLIO MIXTO			
RIESGO	RENTABILIDAD	COMPOSICIÓN	
2,142824%	0,184045%	TABLEMAC 100%	
2,000000%	0,182811%	PAC:9%, TABLEMAC:91%	
1,500000%	0,173255%	PAC:35%, SURAM:14%, TABLEMAC:52%	
1,000000%	0,149635%	PAC:18%, ECOP:17%, ARG:13%, SURAM:30%, TABLEMAC:22%	
0,500000%	0,099518%	PAC:5%, ECO:14%, ISA:14%, ARG:12%, SUR:13%, TAB:6%, TES:35%	
0,000000%	0,041300%	TES 100%	

Figura 13. Sensibilidad del portafolio mixto.

La gráfica que corresponde al análisis de sensibilidad del portafolio se contempla en la figura 14.

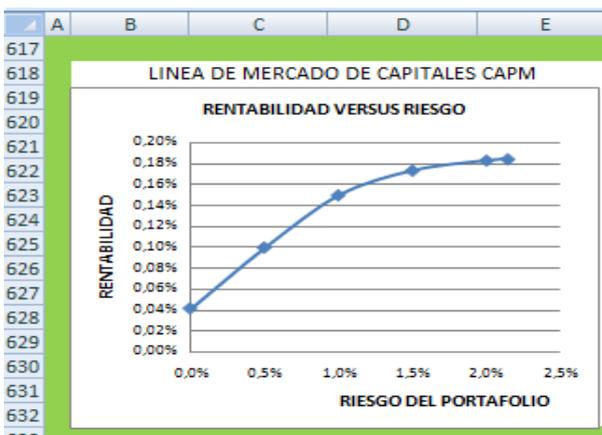


Figura 14. Línea de mercado de capitales CAPM.

4. CONCLUSIONES

Los portafolios mixtos, se constituyen en una herramienta complementaria en la toma de decisiones en la inversión en carteras colectivas.

El modelo CAPM está limitado a títulos que ofrecen prima ante el riesgo. En caso de incluir una acción que esté a la baja, va a generar resultados incoherentes frente a la realidad.

De acuerdo al nivel de riesgo que se está dispuesto a asumir se construye un portafolio particular que se ubica en la línea del CAPM. Que se construye con base en portafolios óptimos.

La frontera eficiente representado en la curva del CAPM, es el conjunto de portafolios optimizados dentro de un rango considerado entre un portafolio maximizando la rentabilidad y uno minimizando el riesgo con una inversión en renta fija del 100%.

El portafolio mixto apoya en la decisión de pasar desde el mercado de renta fija al mercado de renta variable cuando la prima por riesgo lo amerite para el inversionista. También, para migrar del mercado de renta variable al mercado de renta fija cuando las tasas de rendimiento en renta fija se aumenten a tal punto de desmotivar el asumir riesgos en las inversiones.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Ross, "A simple Approach to the valuation of risky Streams", Journal of business, 51 (July 1978), pp. 453-475.
- [2] W. F. Sharpe, Portfolio theory and capital markets, New York: McGraw Hill, 1970.
- [3] E. A. Cruz, J. H. Restrepo, P. D. Medina, Selección de portafolios de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia. Revista Scientia Et Technica, año XIII No 35 Agosto 2009, Universidad Tecnológica de Pereira. Pp 299-305
- [4] J,F, Weston, Manual de Administración financiera, tomo 3, Colombia: McGraw Hill, 1998. Pp.448 – 496.
- [5] R. Brealey, and S. C. Myers, Principios de finanzas corporativas, Cuarta edición, Colombia:McGraw Hill, 1993. Pp. 160-195.
- [6] G. L. Dumrauf, Finanzas Corporativas, Edit Guia (2003): pp. 217-248.
- [7] Black, Fisher (1972), Capital Market Equilibrium with restricted borrowing, en: Journal of business: Julio 444-455