

## Entregable final del Trabajo de grado

# Estructuración de una cartera compuesta por ETF's

**Mateo Vallejo Morales**

*mvallej2@eafit.edu.co*

### ***Resumen***

En el presente documento se describen las características principales de las carteras colectivas y los ETF's, desarrollando un trabajo tendiente a combinar estos dos instrumentos financieros para hacer uso de sus ventajas conjuntas y proponer una alternativa de inversión novedosa y atractiva en el mercado de valores.

Mediante la aplicación de la teoría moderna de portafolios al caso concreto, se definen los ETF's y la proporción de los mismos, que forman parte de la estructuración de ocho carteras hipotéticas, cada una con objetivos distintos y dirigidas a diferentes perfiles de inversionistas.

El documento contiene además, el marco de referencia utilizado para abordar el problema, el tratamiento dado al mismo y los resultados obtenidos, los cuales se analizan desde el desempeño alcanzado por cada una de las carteras, comparándolas entre ellas y con el rendimiento del mercado para el periodo de tiempo comprendido entre enero de 2010 y junio de 2013.

**Palabras clave:** Carteras colectivas, ETF's, teoría moderna de portafolios.

### ***Abstract***

This paper describes the main features of mutual funds and ETF's, developing a work aimed at combining these financial instruments, to take benefit from its joint advantages and propose an attractive investment alternative in the stock market.

By applying modern portfolio theory to this particular case, some ETF's are selected to create eight hypothetical portfolios, each one with a particular objective and addressed to different investor profiles.

The document also contains the framework used to address the problem, the treatment given to it and the obtained results, which are analyzed from the performance achieved by each portfolio, comparing them with each other and with the market performance between January 2010 and June 2013.

**Key words:** Mutual funds, ETF's, Modern portfolio theory.

# 1 Introducción

Los agentes de los mercados financieros están constantemente buscando alternativas y nuevos instrumentos de inversión que permitan la diversificación del riesgo y la maximización de utilidades. El presente trabajo se concentra en la combinación de dos instrumentos relativamente nuevos que han tenido gran apogeo en el mercado en los últimos años: las carteras colectivas y los ETF's (Exchange Traded Funds).

Las carteras colectivas, son mecanismos de captación y administración de activos, integrados con aportes de varias personas, que se gestionan por un grupo de expertos para la obtención de resultados económicos colectivos.

Los ETF's por otra parte, son fondos de inversión que se tranzan en las bolsas de valores igual que las acciones. Estos fondos buscan replicar de manera fiel, el comportamiento de otros activos financieros, usualmente índices bursátiles y precios de materias primas.

Este trabajo de grado consistió en la definición de unos claros criterios de selección para escoger un grupo de ETF's, que permitieron mediante la aplicación de las bases de la teoría moderna de portafolios y las técnicas de optimización, crear ocho diferentes carteras hipotéticas, estructuradas con base a esos ETF's, pero cambiando la proporción a invertir en cada uno, según los objetivos y restricciones definidas para cada cartera.

El propósito de este documento, fue mostrar como a través de la teoría moderna de portafolios, se pueden combinar las ventajas de los dos instrumentos financieros mencionados, creando alternativas de inversión que podrían ser atractivas para diferentes perfiles de inversionistas.

## 1.1 Situación de estudio y pregunta

Desde la aparición de los mercados financieros y su evolución hacia las plazas bursátiles que conocemos hoy en día, una de las preocupaciones principales de los diferentes agentes, ha sido la creación de alternativas de inversión novedosas y atractivas, las cuales generalmente se analizan desde dos variables fundamentales, a saber: el nivel de riesgo asumido y la utilidad esperada. El estudio de las relaciones de dichas variables y su manipulación en torno a lograr los objetivos fijados por los inversionistas, se conoce como Teoría Moderna de Portafolios, la cual nace principalmente en 1952, cuando Harry Markowitz publica su artículo "Portfolio Selection", en donde, basado en el supuesto que la racionalidad de los inversionistas está dada por unos trade – offs entre rentabilidad y riesgo, expone la teoría de la "frontera eficiente" como composición óptima de portafolios, consistente en ofrecer al inversionista la mayor rentabilidad esperada para un grado de riesgo determinado o el menor riesgo para una rentabilidad definida. (Markowitz, 1952).

En las últimas décadas han aparecido, entre muchos otros, dos instrumentos de inversión que han llamado la atención de los inversionistas, teniendo un auge y crecimiento disparado en el mercado bursátil. Estos son las carteras colectivas, que para el caso particular de Colombia representaron el 8,1% del Producto Interno Bruto para el año 2012 (Banco de la República de Colombia, 2013), y los fondos cotizados o ETF's, los cuales se crearon apenas en 1993

(Investment Company Institute, 2013), y para finales de 2012, ya existían más de 2.000 diferentes alrededor del mundo, administrando recursos superiores a los 2 billones de dólares (ETF Research Center, 2013).

La coyuntura actual de bajas tasas de interés, sumadas a la creciente apertura y globalización de las plazas bursátiles, permite la combinación de estos dos instrumentos, para aprovechar sus ventajas conjuntas, creando portafolios robustos en los que al inversionista le sea posible maximizar su desempeño.

Para este trabajo en particular, se buscaba aplicar la teoría moderna de portafolios a un caso concreto, en el que se crearon ocho carteras o portafolios hipotéticos, cada uno con objetivos y restricciones distintas, pero tendientes a responder la misma pregunta: ¿Cuál es la composición de una cartera, que estructurada a base de ETF's, permita optimizar la relación entre rentabilidad y riesgo, alcanzando los objetivos específicos fijados en cada caso?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar diferentes carteras colectivas, que compuestas por ETF's, permitan maximizar la rentabilidad para unos niveles de riesgo dados, minimizar el riesgo para una utilidad esperada o mejorar la relación rentabilidad - riesgo, según el objetivo fijado para cada una.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a) Analizar cómo funcionan carteras similares en diferentes mercados.
- b) Seleccionar los activos que van a componer la cartera, de acuerdo con criterios de liquidez, volatilidad y rentabilidad.
- c) Determinar la proporción de los activos basado en la teoría moderna de portafolios.

## **1.3 Justificación del trabajo**

Aplicar la teoría moderna de portafolios para construir una cartera colectiva, estructurada a base de ETF's, permite combinar ventajas de ambos instrumentos financieros como flexibilidad, simplicidad operativa, acceso a muchas clases de activos, liquidez, asesoría de expertos y transparencia, creando un producto con gran diversificación y bajos costos de ingreso, que se hace atractivo para los inversionistas del mercado colombiano, quienes a la fecha de elaboración de esta propuesta, no contaban con ningún instrumento en el ámbito local para acceder a las oportunidades que ofrece la combinación de estas dos alternativas.

## **1.4 Conclusión general**

Las carteras estructuradas a base de ETF's logran una amplia diversificación, permitiendo invertir al mismo tiempo en una gran cantidad de activos con características muy diferentes, que combinados óptimamente, logran superar los trade-offs entre rentabilidad y riesgo presentados por otros instrumentos financieros, haciendo de estos un vehículo de inversión atractivo para diferentes perfiles de inversionistas.

## **1.5 Contenido del informe**

El presente informe muestra al lector los ETF's seleccionados, los criterios utilizados para seleccionarlos, las corrientes de la teoría moderna de portafolios utilizadas para definir el peso de cada uno dentro de cada cartera, los objetivos y restricciones particulares de cada cartera, los resultados obtenidos en cada una, su comparación con las demás carteras y con el mercado a través de diversos indicadores, así como los autores y referencias consultados para hacer todo esto posible.

## **2 Desarrollo**

### **2.1. Formación de las carteras**

#### **2.1.1. Selección de activos**

Para la selección de activos, se revisó inicialmente como están compuestos portafolios similares que inviertan en fondos cotizado, luego se optó por ETF's que se encontrarán listados en la bolsa de valores de Nueva York, ya que corresponde al mercado de valores más amplio y de más fácil acceso en el mundo (NYSE, 2013). Inicialmente se priorizaron por el criterio de liquidez, por lo que se procedió a filtrar los ETF's para encontrar los de mayor volumen de negociación en los últimos 3 años; una vez obtenidos, se prosiguió con el criterio de diversificación, dado que se busca que las carteras sean diversificadas y cubran gran parte del mercado, por lo cual se hicieron las matrices de covarianzas y correlaciones correspondientes, para llegar a la lista final de los 37 ETF's que serían usados para las simulaciones de cada cartera, esta lista cumple ampliamente, con los criterios de liquidez y diversificación mencionados anteriormente. La Tabla 1 contiene la relación de los 37 ETF's utilizados para la conformación de las carteras, así como una breve descripción de lo que representa cada uno.

Posterior a los 37 ETF's, se procedió con la selección de un activo libre de riesgo y un índice representativo del mercado, para este último, se escogió el índice Standard and Poor's 500, en adelante S&P 500, el cual se compone de las 500 empresas más grandes de Estados Unidos y se pondera de acuerdo a la capitalización de mercado de cada una de ellas (Standard and Poor's, 2013), se eligió este índice por ser considerado el que mejor refleja la situación real del mercado bursátil Norteamericano, en el cual se encuentran listados todos los activos seleccionados para efectos de este trabajo. Adicionalmente, se optó por tomar como activo libre de riesgo, los bonos del tesoro americano a 10 años, ya que estos son los más ampliamente utilizados para estos fines en modelos financieros sobre valores operados en el mercado Norteamericano, por ser precisamente emitidos por el Gobierno de este país y por tener las más bajas calificaciones de riesgo, por agencias como Moody's y Fitch Ratings.

**Tabla 1.** ETF's seleccionados

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
SPY	Sigue el índice S&P 500 que mide el desempeño de empresas de mayor capitalización en el mercado bursátil Norteamericano	XLI	Sigue el desempeño de las principales compañías del sector industrial, listadas en NYSE
EEM	Sigue el desempeño de las principales acciones de mercados emergentes	XLE	Sigue el desempeño de las principales compañías del sector energético, listadas en NYSE
VXX	Sigue el desempeño de los contratos de futuro a corto plazo sobre el S&P 500	TLT	Sigue el desempeño de los bonos del tesoro americanos a los que les falten 20 años para su maduración
GDX	Sigue acciones de empresas pequeñas, medianas y grandes, dedicadas principalmente a minería de oro	XLP	Sigue el desempeño de las principales compañías del sector alimenticio y domestico de Estados Unidos
XLF	Sigue acciones de las principales empresas del sector financiero, listadas en NYSE	XLK	Sigue el desempeño de las principales compañías del sector tecnológico, listadas en NYSE
EWJ	Sigue el comportamiento del índice MSCI de la bolsa de valores de Tokio	XHB	Sigue el desempeño de las principales compañías del sector de construcción de hogares incluidas en el S&P 500
IWM	Sigue el desempeño de las 2000 acciones de menor capitalización dentro del índice Rusell 3000	ITB	Sigue el desempeño de las principales compañías del sector construcción de hogares, listadas en NYSE
QQQ	Sigue las 100 compañías más grandes, no financieras, de NASDAQ	JNK	Sigue los bonos emitidos por el Gobierno Americano, a tasa fija, a los que les falte mínimo un año para su maduración.
VWO	Sigue el desempeño de las principales acciones listadas en la bolsa de Corea del Sur	USO	Sigue los precios del barril de petróleo liviano
FXI	Sigue el desempeño de las empresas de mayor capitalización del mercado de valores Chino	FAS	Invierte 3 veces apalancado a favor del índice Rusell 1000 de empresas financieras
EWZ	Sigue las principales acciones listadas en la bolsa de valores de Brasil	EWT	Sigue el desempeño del mercado accionario Taiwanés
EFA	Sigue el desempeño de los mercados accionarios en Europa, Australia y el Lejano Oriente	SPXU	Invierte apalancado 3 veces en contra del S&P 500
IYR	Sigue el comportamiento de los precios de propiedad raíz en Estados Unidos	XLV	Sigue el desempeño de las principales compañías del sector salud, listadas en NYSE
TZA	Sigue el desempeño del 10% de las acciones de menor capitalización del Mercado Norteamericano	FAZ	Invierte 3 veces apalancado en contra del índice Rusell 1000 de empresas financieras
SLV	Sigue el precio de mercado de los lingotes de plata	DIA	Sigue el comportamiento del índice DJIA
XLU	Sigue el comportamiento de las empresas de servicios públicos en Estados Unidos	DHS	Sigue el comportamiento de acciones con altas rentabilidades por dividendo
GLD	Sigue el precio de mercado de los lingotes de oro	DLN	Sigue el comportamiento de las acciones de alta capitalización bursátil del mercado Norteamericano que pagan dividendos
SDS	Invierte 2 veces el opuesto (venta en corto) del S&P 500	TDV	Sigue un portafolio diversificado de activos, todos con vencimiento en el año 2040
TNA	Invierte apalancado 3 veces (300%) el índice Rusell 3000		

Fuente: Elaboración propia

### **2.1.2. Cálculos iniciales**

Una vez escogidos los activos, se procedió a consultar la lista de precios mensuales, tanto para los ETF's, como para el activo libre de riesgo y el índice representativo del mercado, entre enero de 2010 y junio de 2013, para cada uno. Se tomaron como referencia estas fechas, porque varios de los ETF's seleccionados, han sido creados en los últimos años, además, no se incluyeron años anteriores para eliminar valores atípicos, como los registrados durante la crisis financiera de 2008 y 2009. Cabe anotar que la muestra para cada activo contiene 42 observaciones, lo que la hace estadísticamente significativa para el caso concreto en estudio.

A cada una de las listas de precios, se les calcularon los rendimientos continuos, permitiendo averiguar más adelante el rendimiento promedio, la desviación estándar y la varianza de cada activo seleccionado, así como los betas y las covarianzas con el mercado de cada ETF. Adicionalmente, se procedió con la construcción de la matriz de varianzas y covarianzas y la matriz de correlaciones entre los 37 ETF seleccionados. Todos los cálculos mencionados anteriormente son los que sirven como insumo fundamental para la posterior estructuración de las carteras.

### **2.1.3. Características de cada cartera**

Se definió que se construirían 8 carteras o portafolios diferentes, cada uno con objetivos, y restricciones propias, que sirvieron como bases para la optimización y definición de la proporción que ocupara cada activo dentro de cada cartera. Esto se pensó para demostrar que con el mismo grupo de activos, se pueden utilizar estrategias de inversión completamente diferentes que cumplan las distintas metas que en algún momento se podría fijar un inversionista o grupo de inversionistas. A continuación se presenta una descripción de las características de cada cartera y el tipo de inversionista al que estarían dirigidas:

Cartera 1: Se definió como una cartera de igual proporción, la cual parte de la base que a cada uno de los 37 ETF's seleccionados, se le asignará el mismo peso dentro del portafolio (2,7%), esta cartera no tiene ninguna restricción y es básicamente informativa, pues muestra los rendimientos solo de la parte de selección de los activos y no de locación de capital. Se utiliza principalmente para comparar con las demás carteras y resaltar los resultados obtenidos en la optimización de portafolios.

Cartera 2: Tiene como objetivo principal maximizar la rentabilidad, con un nivel dado de riesgo, este nivel se mide con la desviación estándar, la que en este caso actúa como restricción en un valor menor o igual al 2,65%. Es decir, la cartera busca maximizar la rentabilidad sin que el nivel de riesgo supere dicho valor. Se escogió este valor como restricción porque corresponde a la menor desviación estándar individual de los activos escogidos, la del ETF "JNK" correspondiente a los bonos del tesoro americano a un año, por lo que esta cartera está pensada para inversionistas de un perfil de riesgo moderado, y busca mostrarles que asumiendo el menor riesgo individual, pueden obtener una rentabilidad superior a la que obtendrían si solo invirtieran en JNK.

Cartera 3: Tiene el mismo objetivo y la misma restricción inicial de la cartera anterior, pero adicionalmente tiene la restricción que no permite la realización de ventas en corto de ninguno de los activos. El perfil del inversionista es igual al de la cartera 2, pero se pensó para épocas o

condiciones de mercado que no permitan vender en corto alguno de los activos, como ocurrió por ejemplo en la crisis de 2008, donde por decisión del Gobierno Norteamericano, se suspendieron las ventas en corto y los apalancamientos en algunos activos listados en la bolsa de Nueva York.

Cartera 4: También tiene como objetivo maximizar la rentabilidad, pero en este caso la restricción es que la desviación estándar del portafolio, no supere el nivel del 39,5%. La cual corresponde a la desviación más alta presentada individualmente por uno de los 37 ETF's seleccionados. Como se puede ver, es un nivel de riesgo bastante alto y corresponde al de FAS, un ETF que invierte apalancado 3 veces (300%) en un índice de empresas financieras estadounidenses (Russell 1000). Esta cartera está pensada principalmente para inversionistas con una alta tolerancia al riesgo, primordialmente inversionistas profesionales como gestores de Hedge Funds o fondos privados de capital, y busca reportarles una utilidad muy superior que si asumieran el mismo nivel de riesgo, invirtiendo solo en FAS.

Cartera 5: A diferencia de las anteriores, tiene como objetivo minimizar el riesgo para una utilidad esperada específica, que en este caso es del 2,64%. Correspondiente al máximo rendimiento esperado individualmente para uno de los activos seleccionados, más específicamente, el rendimiento de TZA, ETF que sigue el comportamiento de las acciones de menor capitalización en Estados Unidos. Esta cartera se pensó para inversionistas con un perfil de riesgo de bajo a moderado, que buscan obtener una rentabilidad estable pero minimizando el riesgo que el que asumirían si invirtieran solo en TZA.

Cartera 6: Busca minimizar el riesgo del portafolio y la única restricción es que no se tengan ventas en corto. Es una cartera pensada para inversionistas con un perfil de riesgo bajo o conservador, cuya única preocupación es tener la mínima exposición al riesgo posible.

Cartera 7: Busca maximizar el ratio rentabilidad / riesgo, el cual constituye una primera aproximación a las medidas de performance, reflejando principalmente el exceso de rendimiento por unidad de riesgo de una la cartera, Esta cartera no tiene ninguna restricción y está pensada para inversionistas profesionales que busquen mejorar los trade offs entre rentabilidad y riesgo de sus portafolios.

Cartera 8: Tiene el mismo objetivo y va dirigida al mismo público que la cartera anterior, pero tiene la restricción de que no se pueden realizar ventas en corto, pensada para momentos o condiciones de mercado donde las mismas no sean permitidas, tal como se mencionó en la cartera 3.

La Tabla 2 presenta de manera resumida los objetivos y restricciones de cada cartera

**Tabla 2.** Características de cada cartera

Nombre cartera	Objetivo	Variable restringida	Valor de la restricción
Cartera 1	Igual proporción	Ninguna	No aplica
Cartera 2	Maximizar rentabilidad	Desviación estándar $\leq$	2,65%
Cartera 3	Maximizar rentabilidad	Sin cortos y Desviación estándar $\leq$	2,65%
Cartera 4	Maximizar rentabilidad	Desviación estándar $\leq$	39,5%
Cartera 5	Minimizar riesgo	Rentabilidad $\geq$	2,64%
Cartera 6	Minimizar riesgo	Sin cortos	No aplica
Cartera 7	Maximizar rentabilidad/riesgo	Ninguna	No aplica
Cartera 8	Maximizar rentabilidad/riesgo	Sin cortos	No aplica

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Marco conceptual

El contenido y desarrollo de este trabajo se enmarca principalmente en la denominada Teoría Moderna de Portafolios, la cual tiene orígenes en el trabajo de Harry Markowitz (Markowitz, 1952), quien partiendo del supuesto del comportamiento racional de los inversionistas (Collati, 2002), crea un modelo que permite evaluar la relación entre rentabilidad y riesgo, y a través de la frontera eficiente, da las primeras luces de cómo hallar la composición óptima de un portafolio maximizando la rentabilidad esperada para un nivel de riesgo dado, o minimizando el riesgo esperado para una rentabilidad dada. Esta teoría permite calcular carteras eficientes, conociendo los rendimientos, las volatilidades y las correlaciones esperadas entre los rendimientos de los diferentes pares de activos existentes en el mercado (Garay, 2010). Haciendo que como lo menciona el profesor Luis Franco, el modelo de Markowitz se convierta en el “Marco conceptual del manejo eficiente de un portafolio, maximizando la rentabilidad esperada y controlando el riesgo.” (Franco, 2011).

El modelo de selección y optimización de portafolio creado por Markowitz, que incluso le otorgo a este un premio Nobel, ha sido ampliamente utilizado desde su publicación en el artículo Portfolio Selection. No obstante, también ha presentado algunas limitaciones orientadas a que de su aplicación resultan portafolios altamente concentrados en unos pocos títulos, que representan una baja diversificación y alto riesgo (Michaud, 1989). Sin embargo, esta dificultad se puede solucionar introduciendo restricciones adicionales que limiten el porcentaje máximo de los recursos que van a ser invertidos en cada título. Otros autores tan reconocidos y citados como Michael Jensen consideran que la principal dificultad encontrada en el intento de evaluar el



desempeño de una cartera ha sido la falta de un conocimiento profundo de la naturaleza y la medición de riesgo. La evidencia parece indicar el predominio de la aversión al riesgo, lo que indica que los activos más riesgosos deben, en promedio, proporcionar mayores ganancias que los menos riesgosos (Jensen, 1967).

Basado en las proposiciones de Marcowitz, los autores Jack L. Treynor (Treynor, 1961 y 1962), William Sharpe (Sharpe, 1964), John Lintner (Lintner, 1965) y Jan Mossin (Mossin, 1966). Hacen contribuciones independientes para la creación del modelo de valoración de activos CAPM, consistente en incorporar una tasa libre de riesgo, la cual es la misma para todos los inversores y no depende del monto del crédito, lo que lleva a la generación de la llamada Capital Market Line, entendida como el conjunto de diferentes inversiones diversificadas factibles a decidir por parte de los inversores. A pesar que el modelo ha sido uno de los más ampliamente difundidos en los cursos de finanzas a nivel mundial, la evidencia empírica muestra serias limitaciones en su aplicación práctica, surgidas principalmente de unos supuestos muy fuertes, difícilmente alcanzables en la realidad, como asumir que todos los inversores tienen acceso a la misma información, y se ponen de acuerdo sobre el riesgo y el retorno esperado para todos los activos, o asumir que los inversores no tienen preferencias entre activos y mercados específicos. “El modelo CAPM es un modelo bien formulado en el mundo teórico, pero en el mundo real presenta fuertes debilidades” (Rodríguez & Maturana, n.d.).

A partir de los dos modelos mencionados anteriormente, sus posteriores revisiones y complementos, se crean las denominadas medidas de performance, las cuales “permiten la comparación en términos de rentabilidad y riesgo, conjuntamente, de una forma más cómoda y eficiente. Una medida de performance se puede definir como una fórmula que resume estos dos aspectos en una sola cifra” (Moreno y Olmeda, 2003). Para efectos de este trabajo se utilizarán las tres medidas de performance más conocidas, también llamadas Medidas de Performance Clásicas, a saber: el Ratio de Sharpe (Sharpe, 1966), el Ratio de Treynor (Treynor, 1965) y el Alpha de Jensen (Jensen, 1968).

El Ratio de Sharpe, también conocido como Sharpe Index (Radcliff, 1990) y Sharpe Measure (Bodie, Kane and Marcus, 1999) es quizá la medida más conocida y extensamente difundida en la literatura financiera, la cual busca medir el exceso de rendimiento por unidad de riesgo en una inversión y ha sido usada indistintamente para medir carteras y activos individuales. Su expresión matemática se describe a continuación en la Ecuación 1.

#### **Ecuación 1. Ratio de Sharpe**

$$S_p = \frac{\overline{R_p} - \bar{r}_f}{\sigma_p}$$

Donde  $R_p$  es el rendimiento promedio de la cartera,  $r_f$  es el rendimiento promedio del activo libre de riesgo y  $\sigma_p$  es la desviación estándar de la cartera.

El Ratio de Sharpe del portafolio, se compara con el del índice de referencia de mercado y el que sea mayor, refleja, según este, cual tiene una mejor relación entre rentabilidad y riesgo. Adicionalmente, este ratio puede ser utilizado para hacer rankings entre carteras, puesto que mientras mayor sea el Ratio de Sharpe, mejor será el performance de la cartera.

Este ratio presenta una dificultad, reconocida por el mismo Sharpe (Sharpe, 1994) y consiste en que su aplicabilidad, no es del todo correcta cuando el inversor ya tiene en su poder algún activo o cartera que posea riesgo, por cuanto no tiene en cuenta la correlación de este activo con el del nuevo portafolio, al solo utilizar como medida de riesgo la varianza, sin tener en cuenta las covarianzas con los demás activos. Para solucionar este problema, los otros dos ratios mencionados en este texto, utilizan como medida de riesgo el beta del portafolio ( $\beta$ ), el cual si considera la correlación entre los diferentes activos permitiendo que estos ratios puedan aplicarse independientemente de si el inversor tiene o no otros activos riesgosos, correlacionados con el activo o cartera a evaluar (Moreno y Rodriguez, 2009).

El Ratio de Treynor calcula la prima por riesgo, obtenida por cada unidad de riesgo sistemático, lo que varía con respecto al Ratio de Sharpe es, como se explicó en el párrafo anterior, la forma en la que este mide el riesgo del portafolio. La Ecuación 2 presenta la fórmula matemática de este ratio.

#### **Ecuación 2. Ratio de Treynor**

$$T_p = \frac{\overline{R_p} - \overline{r_f}}{\beta_p}$$

Donde  $R_p$  es el rendimiento promedio de la cartera,  $r_f$  es el rendimiento promedio del activo libre de riesgo y  $\beta_p$  es el beta o coeficiente de riesgo sistemático de la cartera.

El resultado de este ratio, se compara directamente con el rendimiento en exceso del mercado, entendido como el rendimiento promedio del índice de referencia, menos el rendimiento promedio del activo libre de riesgo ( $R_m - r_f$ ), el que sea mayor muestra una mejor relación entre rentabilidad y riesgo sistemático asumido. Es decir, si  $T_p$  es mayor que  $R_m - r_f$ , quiere decir que la cartera o activo evaluado, presenta una mejor relación entre rentabilidad y riesgo que la obtenida por el mercado. Análogo al Ratio de Sharpe, el de Treynor también permite hacer clasificación de carteras según su desempeño, entiendo como superiores aquellas que tengan un mayor ratio.

Al igual que el ratio anterior, el Alpha de Jensen utiliza como medida de riesgo el beta del portafolio, aunque este se utiliza más para determinar la rentabilidad anormal de una cartera, sobre el rendimiento teórico esperado del mercado. Es decir, mide la diferencia entre la rentabilidad obtenida por la cartera y la rentabilidad explicada por el modelo de mercado. La expresión matemática del Alpha de Jensen, es presentada a continuación en la Ecuación 3.

### **Ecuación 3. Alpha de Jensen**

$$\alpha_p = R_p - [r_f + \beta_p(R_M - r_f)]$$

Donde  $R_p$  es el rendimiento de la cartera,  $r_f$  es el rendimiento del activo libre de riesgo,  $R_M$  es el rendimiento del mercado y  $\beta_p$  es el beta o coeficiente de riesgo sistemático de la cartera.

El desempeño obtenido por la cartera, se entiende mejor que el del mercado siempre y cuando el Alpha sea mayor que cero, toda vez que indica que los excesos de retorno no están explicados por el modelo teórico, lo que sugeriría que el gestor del portafolio tiene algunas habilidades superiores o información adicional a la del mercado en general.

Las dos últimas medidas, a pesar que presentan mejoras a las dificultades en el Ratio de Sharpe, no han estado exentas de críticas,” ya que ambas tienen su origen en uno de los modelos de valoración de activos más cuestionados: el Capital Asset Pricing Model, CAPM.” (Moreno y Olmeda, 2003). Sin embargo, para efectos del presente trabajo se justifica el uso de las medidas de performance mencionadas anteriormente, porque las carteras hipotéticas a evaluar cumplen con los supuestos de cada una, lo que permite que estas sean clasificadas según su desempeño, desde 3 referentes distintos, admitiendo también una evaluación inicial, desde diferentes puntos de vista, de cuales de ellas tuvieron rendimientos superiores a los obtenidos por el mercado para el periodo de tiempo evaluado. Además, vale la pena mencionar que las tres medidas de performance utilizadas en este trabajo, son las más conocidas y usadas por los practicantes en la mayoría de mercados de valores mundiales.

### **2.3. Metodología**

Se trató de un estudio descriptivo, en el que las variables a definir fueron los ETF's en los que invertirían las carteras y el peso porcentual de cada uno dentro de las mismas, que permitieran alcanzar los objetivos planteados para cada una. El método principal para realizarlo fue el análisis tanto del mercado como de los fundamentos teóricos que definen la teoría moderna de portafolios.

La investigación tuvo dos etapas principales, en la primera se hizo el levantamiento de datos relacionados con la información bursátil de los ETF's, para lo que se utilizaran principalmente las bases de datos de Bloomberg y del ETF Research Center.

En la segunda etapa se analizaron inicialmente los datos, como se explicó en el numeral 2.1. “Formación de las carteras”, una vez claros los objetivos y restricciones particulares de cada cartera, se procedió a aplicar los modelos y teorías mencionados el Marco Teórico para la optimización de cada portafolio. Esto se hizo principalmente con el uso del complemento Solver de Microsoft Excel, “herramienta de análisis de hipótesis que busca el valor óptimo de una celda objetivo, cambiando los valores de las celdas usadas para calcular la celda objetivo” (Office, 2013).

Como las ocho carteras iban a estar compuestas, como máximo, por los 37 ETF's definidos en la Tabla 1, las celdas cambiantes en cada iteración, fueron las correspondientes al peso de cada activo dentro de la cartera. La celda objetivo y su optimización dependían de cada cartera,

podían ser principalmente las celdas de rendimiento esperado, desviación estándar y la relación rentabilidad / riesgo y los objetivos eran maximizar, minimizar y maximizar respectivamente.

Como restricción para todas las carteras, se puso que la suma de los porcentajes invertidos en cada activo, fuera exactamente igual a 100%, para garantizar que la totalidad del portafolio fuera distribuido entre los activos seleccionados, aunque permitiendo que no se invirtiera en uno o varios de ellos según el objetivo de la cartera. Adicionalmente, se definieron otras restricciones propias de las condiciones dadas a cada cartera, las cuales fueron señaladas en la Tabla 2.

Para cada cartera se corrió un solver diferente, arrojando como resultados los porcentajes a invertir en cada ETF por cartera, así como el rendimiento esperado, la desviación estándar y la relación rentabilidad / riesgo obtenida por cada una. Con estos resultados y la lista histórica de precios, se corrieron las simulaciones correspondientes, para posteriormente poder aplicar las formulas expuestas en las Ecuaciones 1, 2 y 3 y obtener para cada cartera, las tres medidas de performance tradicionales mencionadas en el Marco Teórico del presente trabajo. En el siguiente apartado, se muestran al lector los resultados obtenidos y el análisis de los mismos.

## **2.4. Presentación y análisis de resultados**

La Tabla 3 muestra la composición de cada cartera, detallando el porcentaje a invertir en cada activo y reflejando la estructura de inversión, que permite optimizar la relación entre rentabilidad y riesgo, alcanzando los objetivos planteados para cada una, ajustándose a las restricciones particulares definidas.

En la Tabla 4 se presentan los resultados en términos de rendimiento esperado, desviación estándar y ratio rentabilidad / riesgo. Donde se puede evidenciar que cada cartera cumplió con los objetivos y restricciones definidas para ella, los cuales fueron explicados en el numeral 2.1.3 “Características de cada cartera” y que se resumen nuevamente en la Tabla 4 para facilitar su entendimiento.

**Tabla 3.** Composición óptima por cartera

ETF	Cartera 1	Cartera 2	Cartera 3	Cartera 4	Cartera 5	Cartera 6	Cartera 7	Cartera 8
SPY	2,7%	22,3%	0,0%	468,5%	363,7%	0,0%	324,3%	0,0%
EEM	2,7%	-5,1%	0,0%	-102,8%	-6,3%	0,0%	-35,4%	0,0%
VXX	2,7%	2,0%	0,9%	1,4%	4,8%	2,0%	2,2%	1,6%
GDX	2,7%	-10,3%	0,0%	-224,1%	28,4%	0,0%	24,0%	0,0%
XLF	2,7%	1,7%	0,0%	-21,9%	-15,0%	3,9%	2,6%	0,0%
EWJ	2,7%	-1,3%	0,0%	-100,9%	38,9%	6,0%	25,8%	0,0%
IWM	2,7%	9,3%	0,0%	94,4%	-138,0%	0,0%	-79,9%	4,8%
QQQ	2,7%	11,6%	29,3%	102,5%	-6,1%	4,2%	-12,6%	24,4%
VWO	2,7%	-4,5%	0,0%	-94,6%	155,8%	0,0%	112,5%	0,0%
FXI	2,7%	-9,6%	0,0%	-173,5%	-5,2%	0,0%	10,5%	0,0%
EWZ	2,7%	-21,2%	0,0%	-311,4%	-90,4%	0,0%	-57,7%	0,0%
EFA	2,7%	-5,9%	0,0%	-123,6%	-86,5%	0,0%	-78,1%	0,0%
IYR	2,7%	6,5%	0,0%	63,5%	65,1%	0,0%	9,5%	0,0%
TZA	2,7%	-0,1%	3,2%	8,3%	5,4%	0,0%	4,7%	0,0%
SLV	2,7%	4,7%	0,0%	114,6%	-1,5%	0,0%	2,9%	0,0%
XLU	2,7%	3,9%	0,0%	-25,0%	-49,5%	0,1%	32,6%	0,0%
GLD	2,7%	8,3%	0,0%	35,2%	-40,7%	3,3%	-32,9%	0,0%
SDS	2,7%	2,8%	2,1%	34,8%	1,9%	0,2%	0,2%	1,4%
TNA	2,7%	-5,4%	0,0%	-10,9%	6,2%	0,0%	7,4%	0,0%
XLI	2,7%	8,2%	0,0%	70,8%	16,7%	0,0%	17,0%	0,0%
XLE	2,7%	4,9%	0,0%	38,2%	26,4%	0,0%	-4,4%	0,0%
TLT	2,7%	11,1%	16,3%	7,0%	59,6%	28,6%	43,8%	32,6%
XLP	2,7%	10,2%	8,7%	65,9%	-125,4%	5,5%	-69,0%	3,4%
XLK	2,7%	7,3%	0,0%	30,3%	32,9%	6,8%	12,5%	0,0%
XHB	2,7%	10,5%	22,3%	171,4%	73,2%	0,0%	34,5%	0,0%
ITB	2,7%	7,3%	0,0%	136,7%	-68,6%	0,0%	-37,1%	0,0%
JNK	2,7%	-2,6%	0,0%	-126,9%	-103,5%	11,2%	-19,2%	0,0%
USO	2,7%	-5,9%	0,0%	-157,0%	10,4%	0,3%	12,2%	0,0%
FAS	2,7%	-1,2%	0,0%	-12,3%	-0,7%	0,0%	-0,8%	0,0%
EWT	2,7%	-2,9%	0,0%	-80,8%	-38,2%	0,0%	-17,8%	0,0%
SPXU	2,7%	0,6%	0,6%	-30,3%	-0,7%	1,7%	-1,4%	1,1%
XLV	2,7%	10,2%	10,4%	65,2%	195,7%	10,2%	129,3%	20,3%
FAZ	2,7%	-0,8%	0,3%	-6,8%	-5,8%	0,0%	-3,4%	0,0%
DIA	2,7%	8,2%	0,0%	43,7%	89,9%	6,7%	16,3%	5,6%
DHS	2,7%	10,5%	5,8%	76,7%	225,8%	2,6%	35,9%	4,8%
DLN	2,7%	8,7%	0,0%	53,5%	-411,3%	4,2%	-237,0%	0,0%
TDV	2,7%	5,9%	0,0%	20,2%	-107,4%	2,3%	-73,9%	0,0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.** Resultados por cartera

Nombre cartera	Objetivo	Variable restringida	Valor de la restricción	Rendimiento esperado	Desviación estándar	Rentabilidad / riesgo
Cartera 1	Igual proporción	Ninguna	No aplica	0,52%	3,40%	0,15
Cartera 2	Maximizar rentabilidad	Desviación estándar $\leq$	2,65%	1,97%	2,65%	0,74
Cartera 3	Maximizar rentabilidad	Sin cortos y Desviación estándar $\leq$	2,65%	1,13%	2,65%	0,43
Cartera 4	Maximizar rentabilidad	Desviación estándar $\leq$	39,5%	23,59%	39,46%	0,60
Cartera 5	Minimizar riesgo	Rentabilidad $\geq$	2,64%	2,64%	1,18%	2,22
Cartera 6	Minimizar riesgo	Sin cortos	No aplica	0,58%	1,29%	0,45
Cartera 7	Maximizar rentabilidad/riesgo	Ninguna	No aplica	1,18%	0,41%	2,87
Cartera 8	Maximizar rentabilidad/riesgo	Sin cortos	No aplica	0,82%	1,36%	0,60

Fuente: Elaboración propia

Teniendo la estructura optima de cada cartera, los resultados obtenidos por las mismas, las listas de rendimientos para cada ETF, para el mercado (S&P 500) y para el activo libre de riesgo (tbills), se procedieron a hacer las simulaciones correspondientes para cada cartera, para después calcular las covarianzas y los betas, permitiendo aplicar las ecuaciones mencionadas en el Marco Teórico, para obtener las medidas de performance de cada una de las carteras propuestas y poder compararlas con el indicador de referencia. Los resultados de cada medida de performance para cada cartera son detallados en la Tabla 5, donde también se hacen las comparaciones correspondientes para saber si el desempeño de la cartera fue o no superior al del mercado o índice de referencias; las casillas marcadas con “Ok” significan que bajo ese indicador, la cartera obtuvo un desempeño superior al del mercado. Por el contrario, las casillas marcadas con “0” muestran que la cartera tuvo un desempeño inferior.

**Tabla 5.** Medidas de performance por cartera

	Cartera 1	Cartera 2	Cartera 3	Cartera 4	Cartera 5	Cartera 6	Cartera 7	Cartera 8
Beta	0,544	0,224	0,471	1,151	0,016	0,102	0,008	0,134
$S_p$	0,574	1,267	0,957	0,626	3,385	1,539	6,288	1,634
$S_p > S_m$	0	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
$T_p$	0,036	0,151	0,054	0,217	2,545	0,196	3,348	0,169
$T_p > R_m - R_f$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
$\alpha_p$	0,61%	2,85%	1,40%	22,18%	4,04%	1,76%	2,59%	1,93%
$\alpha_p > 0$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Fuente: Elaboración propia

A nivel del Ratio de Sharpe, la cartera 1 fue la única que no supero al mercado, esto se explica principalmente porque esta cartera no fue definida como composición optima, sino que se le asigno igual peso a cada activo, haciendo que la relación entre rentabilidad y riesgo fuera inferior a la obtenida por el mercado. Para todas las demás carteras, el ratio fue superior al del mercado, mostrando un gran desempeño en lo referente a esta medida.

En cuanto a las medidas de Treynor y Alpha, todas las carteras mostraron un desempeño superior al obtenido por el mercado para el periodo de tiempo evaluado. Esto muestra que no solo se cumplieron los objetivos propuestos para cada cartera, sino que estas representan una mejor alternativa de inversión que el índice representativo del mercado, según el perfil de inversionistas para el cual fue diseñada cada una.

Como resultado adicional, se creó a manera informativa la Tabla 6, en la que el lector puede ver el ranking de cada cartera, según su rentabilidad y cada medida de performance, donde la posición 1 significa el mejor desempeño y la posición 8 la peor para cada indicador.

**Tabla 6.** Ranking carteras

Ranking	Rentabilidad		Sharpe		Treynor		Alpha	
1	Cartera 4	23,59%	Cartera 7	6,288	Cartera 7	3,348	Cartera 4	22,18%
2	Cartera 5	2,64%	Cartera 5	3,385	Cartera 5	2,545	Cartera 5	4,04%
3	Cartera 2	1,97%	Cartera 8	1,634	Cartera 4	0,217	Cartera 2	2,85%
4	Cartera 7	1,18%	Cartera 6	1,539	Cartera 6	0,196	Cartera 7	2,59%
5	Cartera 3	1,13%	Cartera 2	1,267	Cartera 8	0,169	Cartera 8	1,93%
6	Cartera 8	0,82%	Cartera 3	0,957	Cartera 2	0,151	Cartera 6	1,76%
7	Cartera 6	0,58%	Cartera 4	0,626	Cartera 3	0,054	Cartera 3	1,40%
8	Cartera 1	0,52%	Cartera 1	0,574	Cartera 1	0,036	Cartera 1	0,61%

Fuente: Elaboración propia

### 3 Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, permiten concluir que las carteras compuestas por ETF's, representan una alternativa de inversión altamente atractiva, toda vez que presentan una manera sencilla de abarcar gran parte de los sectores económicos, a través de la inversión en unos pocos activos, lo que da un acceso fácil y de mayor amplitud a gran parte del mercado,

Este tipo de alternativas permiten la combinación de ventajas como diversificación, liquidez, flexibilidad y transparencia, entre otras, lo que permite a los inversionistas mejorar el desempeño de sus portafolios y tener una mejor relación entre la rentabilidad y el riesgo de sus activos.

Para que estas carteras funcionen adecuadamente, se debe prestar mucha atención a la selección de los activos que las conformarán, pues pudimos ver como un grupo bien seleccionado de activos, permitió la creación de 8 portafolios diferentes, pensados para perfiles de inversionistas totalmente distintos y en todos los casos se cumplieron las metas propuestas, llegando incluso a obtener rendimientos e indicadores muy superiores a los presentados por el mercado para el mismo periodo de tiempo.

La Teoría Moderna de Portafolios, sigue siendo de gran utilidad como guía para la conformación de carteras de activos, sus premisas y las mejoras que se le han hecho, sumadas a las herramientas tecnológicas de hoy en día, permiten a los inversionistas una manera fácil de calcular como distribuir sus recursos óptimamente según los objetivos que se hayan fijado.

Las medidas de performance tradicionales, si bien no son las más completas, tienen notables ventajas como la amabilidad para su cálculo, su amplia difusión en el mercado y la literatura, y su uso por la mayoría de practitioners, convirtiéndolas en una herramienta de apoyo fundamental, que permite tener una primera aproximación al desempeño obtenido por las carteras de los inversionistas, permitiendo además su comparación y clasificación de acuerdo con otras carteras y con el mercado en general.



## 4 Referencias

Banco de la Republica de Colombia. Consultado el 30 de abril de 2013, de:

[http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/isi\\_dic\\_2012.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/isi_dic_2012.pdf)

Bodie, Z., Kane, R., Marcus, A. (1999). *Investments*. 4<sup>th</sup> edition, Boston, MA.

Collatti M. B. (2002). Teoría de carteras: Investigación y desarrollo .Bolsa de Comercio de

Rosario. Consultado el 18 de abril de 2013, de: [www.bcr.com.ar](http://www.bcr.com.ar)

ETF Research Center. Consultado el 15 de julio de 2013, de:

<http://www.etfresearchcenter.com/altar.php>

Franco, L. (2011). Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de

Portafolios de Inversión. *Revista Tecno Lógicas* (26), 71–88.

Garay, U. (2010a). La teoría moderna de portafolios: nuevos desafíos y oportunidades. *Debates*

*IESA*, 15 (4), 12-17.

Garay, U. (2010b). Determinants of Shareholders Returns Following Announcements of Asset

Sales: Evidence from Latin America. *Revista Latinoamericana de Administración* (45),

40-58.

Investment Company Institute. Consultado el 19 de mayo de 2013, de:

<http://www.icifactbook.org>

Jensen, M. (1967) Risk, the Pricing of Capital Assets, and the Evaluation of Investment

Portfolios, *unpublished preliminary draft of Ph.D. Thesis, University of Chicago*.

Jensen, M. (1968) The performance of mutual funds in the period 1945 – 1964. *The journal of*

*Finance* (23), 389 – 416.

Lintner, J. (1965). Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification. *Journal of*

*Finance*, (20), 587-615.

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The journal of finance*, (7), 77-91.

Michaud, R., (1989); The Markowitz optimization enigma: is optimized optimal?, *Financial*

*Analysts Journal*, 45(1), 31-42.

- Moreno, D., Olmeda, I., (2003). Empleo de medidas de performance en la evaluación de fondos de inversión. *Revista Bolsa de Madrid*, 58 - 62
- Moreno, D., Rodríguez, R., (2009) The value of coskewness in mutual fund performance evaluation. *Journal of Banking & Finance*, 33 (9), 1664 – 1676.
- Mossin, J., (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econométrica*, 34 (4), 768 - 783
- New York Stock Exchange. Consultado el 9 de agosto de 2013, de:  
<http://www.nyx.com//en/who-we-are/company-overview>
- Microsoft Office. Consultado el 17 de octubre de 2013, de:  
<http://office.microsoft.com/es-es/excel-help/-el-complemento-solver.aspx>
- Radcliff, R., (1990). *Investment concepts, Analysis, Strategy*. 3d edition. New York: HarperCollins
- Rodríguez, W., & Maturana, C. (n.d.). Comparación de modelos de predicción de retornos accionarios en el Mercado Accionario Chileno, Departamento de Industrias, Universidad Federico Santa María, Chile.
- Sharpe, W. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of finance*, 19 (3), 425 – 442.
- Sharpe, W. (1966). Mutual fund performance. *Journal of business*, 39 (1), 119 - 138.
- Sharpe, W. (1994). The Sharpe Ratio. *Journal of portfolio management*, 21 (1), 49 – 59.
- Standard & Poor's. Consultado el 10 de agosto de 2013, de:  
<http://us.spindices.com/indices/equity/sp-500>
- Treynor, J. (1961). Market value, time and risk. *Unpublished manuscript*.
- Treynor, J. (1962). Toward a Theory of Market Value of Risky Assets. *Unpublished manuscript*.
- Treynor, J. (1965). How to rate management of investment funds. *Harvard Business Review*, 43(1), 63 - 75.