Máster en Ciencias Actuariales y Financieras

TRABAJO FIN DE MÁSTER

TAXONOMÍA DE LAS MEDIDAS DE *PERFORMANCE*

Autor: **Alba Benitez Arévalo**

Tutor: **Salvador Torra Porras**

Curso: **2º del Máster en Ciencias Actuariales y Financieras**

Universitat de Barcelona

Facultad de Economía y Empresa

Facultad de Economía y Empresa

Universidad de Barcelona

Trabajo Fin de Máster

Máster en Ciencias Actuariales y Financieras

TAXONOMÍA DE LAS MEDIDAS DE *PERFORMANCE*

Autor: Alba Benitez Arévalo

Tutor: Salvador Torra Porras

"El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad del autor, quién declara que no ha incurrido en plagio y que la totalidad de las referencias a otros autores han sido expresadas en el texto."

RESUMEN

El trabajo realizado tiene como objeto recoger las diversas medidas de *performance* existentes en la literatura y agruparlas según sus características comunes para posteriormente proceder a la definición de cada una de ellas. Una vez se ha realizado una taxonomía de todas ellas se pretende poner en práctica dichos conceptos analizando un fondo de inversión real antes y después de la crisis económica. Para ello el estudio se nutrirá de las medidas de *performance* más utilizadas en la práctica profesional y analizará la capacidad de éstas para adaptarse a situaciones adversas.

Palabras clave: medidas de performance, gestión de carteras, fondo de inversión, retornos, riesgo.

ABSTRACT

The study aims to reflect the various performance measures existing in the literature and group them according to their common characteristics and later proceed to define each. Once made the taxonomy of all performance measures, these are implemented by analyzing a real mutual fund before and after the economic crisis. To do so the study will draw with the performance measures used in professional practice and will analyze their capacity to adapt to adverse situations.

Keywords: performance measures, portfolio management, investment fund, returns, risk.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

I. INTRODUCCIÓN

Las medidas de *performance* están relacionadas con la gestión de carteras y miden la rentabilidad de las inversiones en función del riesgo asumido así como la gestión llevada a cabo por el gestor. Dichas herramientas son comúnmente utilizadas en la práctica profesional puesto que permiten comparar diferentes inversiones, en términos de rendimiento, y valorar si el rendimiento obtenido por éstas es significativo en base al riesgo asumido. En otras palabras, la *performance* de la gestión de carteras es una parte importante de todo el proceso inversor y existe una multiplicidad de formas distintas de medirla. Por este motivo, la tesina trata de recoger, definir y organizar el universo de medidas que existen en la literatura para valorar si la inversión es adecuada en función del riesgo asumido así como tratar de aplicar estos conocimientos a un fondo de inversión real.

Desde la perspectiva teórica se analizan las medidas de *performance* tradicionales y habitualmente más utilizadas. Si bien, existen otras medidas alternativas que parten de las anteriores modificando algunos parámetros con el fin de adecuarse mejor a las situaciones y recoger otro tipo de escenarios. Es por esto que en la primera parte de la tesina trata de agrupar estas medidas según sus características comunes. En primer lugar se dividen entre medidas que ajustan el riesgo y medidas que incorporan la aversión al riesgo del inversor. Del primer grupo, las medidas se distinguen según sea su forma de cálculo entre indicadores relativos y absolutos para finalmente desde estos subgrupos volver a desgranarlas. Respecto a los indicadores relativos, las medidas se disponen según sea el riesgo que incorporan en su medida de riesgo, ya sea un riesgo absoluto, sistemático o no sistemático. En cuanto a los indicadores absolutos, las medidas se distinguen según la cartera de referencia sea considerada como un *benchmark* o sea una cartera de mercado replicada según un índice bursátil.[1]

El caso práctico que se desarrolla el en segundo apartado de la tesina se estudian las medidas de *performance* expuestas en el contexto teórico desde un punto de vista estático y dinámico. Respecto al análisis estático, el objetivo principal es analizar la evolución de la rentabilidad de un fondo real de inversión respecto a su índice de referencia. Con ese fin se examinan los resultados de las tres medidas tradicionales, así como diversas medidas alternativas más utilizadas en la práctica, para un periodo de cinco años antes de la crisis económica española y para cinco años posterior a la misma. Una vez hecho esto, en el análisis dinámico se pretende analizar el grado de estabilidad de las mismas para analizar como un suceso negativo puede alterar a la fiabilidad de cada una de ellas. Así, por lo tanto, se obtiene la serie de resultados para cada medida de *performance* analizada en el caso anterior teniendo en cuenta una ventana móvil de 12 periodos para finalmente calcular el grado de dispersión de cada una de ellas.

[1] Antes de entrar en materia se exponen algunos de los modelos de valoración de activos principales de los que se desprenden las medidas objeto de estudio.

Respecto a la muestra elegida, se ha seleccionado un fondo de inversión que invierte en empresas españolas cotizadas en el Ibex35 y, por lo tanto, el índice de referencia utilizado para la comparación será el propio índice.

Para la obtención de resultados se ha utilizado el programa *R-Commander* y se ha servido de las librerías ya introducidas en el paquete *PerformanceAnalytics*, aunque en algunos casos ha sido necesario su programación ad-hoc.

En el último punto del trabajo se exponen las principales conclusiones tanto de la parte metodológica del estudio como de la parte práctica.

II. CONTEXTO TEÓRICO

1. RIESGO

1.1. Definición

El riesgo es la probabilidad de existencia de un evento adverso junto a las consecuencias que pudieran desprenderse de él. A la hora de tener en cuenta la rentabilidad de una inversión, los rendimientos generados por la misma no son seguros, por lo tanto, esta incertidumbre en ellos se conoce como riesgo.

Según Bacon (2011), dentro de las empresas de gestión de carteras, son cuatro los principales riesgos que preocupan a los gestores. El primero de ellos es el riesgo de cumplimiento, es decir, aquel riesgo que se deriva por incumplimientos normativos tanto a nivel interno o externo. El segundo es el riesgo operacional, o lo que es lo mismo, aquellas pérdidas producidas por errores humanos, procesos, sistemas internos, etc. El tercero es el riesgo de crédito el cual surge por la no asunción de sus obligaciones de alguna de las partes. Y finalmente, el riesgo sobre el cual se centrará la tesina, el riesgo de cartera. Bacon (2011) define este riesgo como “la incertidumbre de cumplir con las expectativas del cliente”.

Cuando hablamos de la gestión de carteras, se debe tener muy en cuenta la diferencia entre el área de control de riesgos y el área de *performance* y *attribution.* El primero de ellos trata de cuantificar y neutralizar el riesgo para evitar sucesos desafortunados que alteren la situación económica de la empresa mientras que el segundo tiene por objetivo medir el rendimiento de una cartera en función del riesgo asumido. Así, dentro de esta última área se atribuyen procesos de gestión de riesgos los cuales tratan de asumir un determinado nivel de riesgo para así intentar incrementar la rentabilidad de la empresa, por lo que existe una clara interrelación entre ambos. En base a esto, se precisa de alguna metodología basada en indicadores para determinar si el riesgo que se está asumiendo se premia con el nivel de beneficio apropiado, siendo dichas herramientas las denominadas medidas de *performance.*

1.2. Medidas de riesgo

La principal herramienta para medir el riesgo es la volatilidad. Novales (2014) entiende por volatilidad de un activo financiero “el valor anualizado de un indicador de variabilidad de su tasa de rendimiento”. Así mismo, es posible calcular la volatilidad en base al pasado de la cartera o teniendo en cuenta el posible riesgo futuro, es decir, volatilidad histórica y volatilidad implícita, respectivamente. La volatilidad histórica, únicamente tiene en cuenta los retornos pasados, y la volatilidad implícita se obtiene al imponer, en una expresión teórica de valoración, el precio observado en el mercado el cual depende de su volatilidad.

Así, de la definición que aporta Novales (2014), se entiende como volatilidad el grado de dispersión de una variable con respecto a su punto central, en este caso, la media. Como indicador de variabilidad se suele utilizar la desviación estándar, siendo su forma de cálculo muy sencilla ya que únicamente se necesitan los retornos de la cartera junto con su media aritmética:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n}(r_i - \bar{r})^2}{n}} \tag{1}$$

Donde;
$\mathbf{r_i}$ es el retorno esperado del periodo i,
$\bar{\mathbf{r}}$ es la media aritmética de los retornos y,
n es el número total de periodos.

Referente al cálculo de rentabilidades, existen varias modalidades de cálculo. En el documento sobre volatilidad de Novales (2014) menciona que las series financieras se caracterizan por tener tendencias estocásticas. En este caso la varianza, o la desviación típica al cuadrado, crecen con el número de observaciones llevando a concluir que este "momento" no está bien definido puesto que "no se está estimando nada que sea proporcional a la amplitud del intervalo sobre el que se calcula" según Novales (2014). Es por este motivo, que el autor propone trabajar con la primera diferencia de la variable, es decir, con la diferencia en logaritmos. Así, el cálculo de la volatilidad sería:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n}(\ln(\frac{r_i}{r_{i-1}}) - \bar{r})^2}{n}} \tag{2}$$

Una vez obtenida la desviación estándar con datos de rentabilidades diarias, semanales, mensuales, etc, podemos presentar los datos anualizados. Con el proceso de anualización de la volatilidad se busca comparar riesgos de varios activos independientemente del intervalo de tiempo considerado en su análisis. Para esto, basta con multiplicar la volatilidad calculada con la fórmula (2) por la raíz cuadrada del número de datos disponibles en la frecuencia que se desea obtener, por ejemplo, si se ha calculado la volatilidad con datos diarios[2], deberemos multiplicarla por $\sqrt{5}$ para obtener la volatilidad semanal, por $\sqrt{21}$ para la volatilidad mensual y por $\sqrt{252}$ para obtener la volatilidad anual.

A esta práctica de agregar la varianza durante un periodo de tiempo se le llama extrapolación de la varianza pero únicamente es posible si las rentabilidades son continuas e independientes. Novales (2014) argumenta que "esta característica se corresponde con la idea de que la rentabilidad, definida como la primera diferencia del logaritmo de los precios, es un ruido blanco. Es decir, la serie temporal de rentabilidades obedece a un proceso formado por variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas y así el método de la extrapolación de la varianza es correcto".

[2] Los datos diarios hacen referencia a sesiones efectivas de mercado.

2. RENTABILIDAD COMO EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Para medir la volatilidad se dispone dos alternativas relacionadas entre ellas. La primera a través de los datos históricos de la cartera, y la segunda estimando de forma implícita la volatilidad a través de los mercados de derivados constituyéndose en su expectativa de volatilidad. Bacon (2011) en su libro *Practical portfolio performance measurement and attribution* denomina a estas dos medidas de valoración de riesgo *ex-ante* y *ex-post* respectivamente. En este epígrafe se analizan dos métodos *ex-ante* basados en las rentabilidades pasadas.

Antes de entrar en materia, se necesita definir un concepto clave denominado tasa de retorno. Esta tasa trata de conocer si los activos, durante un determinado período, han experimentado aumento o decremento de valor realizando el cociente entre el valor de la cartera al final del periodo y al inicio:

$$r = \frac{V_F - V_I}{V_I} = \frac{V_F}{V_I} - 1 \qquad (3)$$

Donde $\mathbf{V_F}$ mide el valor de la cartera al final del periodo y $\mathbf{V_I}$ el valor de la cartera al inicio del periodo.

Si el valor de la tasa de retorno es superior a 1, supone un aumento en el valor de la cartera y un valor de la tasa de retorno inferior a 1, un decremento de la misma. Sin embargo en el momento que existen flujos de efectivo externos esta medida no es del todo correcta debiéndose buscar alternativas para poder incluirlos.

2.1. Rentabilidad del inversor (Money-Weighted Rate of Returns)

Money-Weighted Rate of Returns es una medida que se utiliza para cuantificar el rendimiento experimentado en una cartera. Para ello, las dos técnicas más utilizadas son la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y la fórmula de Dietz.

- ***Tasa Interna de Retorno (TIR)***

La tasa interna de retorno es una herramienta económico-contable para aceptar o no una inversión. Analíticamente se parte de despejar el tipo de interés, o TIR, que iguala el VAN[3] a cero. En nuestro caso el VAN equivale al valor final de la cartera:

$$V_F = V_I * (1 + TIR) + \sum_{i=1}^{i=n} Q_i * (1 + TIR)^i = 0 \qquad (4)$$

[3] El Valor Actual Neto (VAN) es un procedimiento matemático que actualiza los flujos de caja futuros originados por una inversión para así poder calcular su valor presente.

Siendo;
Qi son los flujos de caja de cada periodo y
TIR la tasa de retorno (incógnita a buscar).

Una vez obtenida la TIR de la ecuación la comparamos con la rentabilidad mínima exigida (r), de manera que:
Si TIR ≥ r, entonces la rentabilidad de la inversión será superior a la exigida y aceptamos la inversión.
Si TIR < r, entonces la rentabilidad de la inversión será inferior a la exigida y no aceptaremos la inversión.

Por otro lado, si se quieren ponderar los flujos de caja por la fracción de tiempo mediante el cual están disponibles para el inversor, la fórmula de la TIR se ve modificada de la siguiente manera:

$$V_F = V_I * (1 + TIR) + \sum_{i=1}^{i=n} Q_i * (1 + TIR)^{W_n} = 0 \tag{5}$$

Donde;
$\mathbf{W_n} = \frac{\mathbf{TD - D_t}}{\mathbf{TD}}$ es el peso de los flujos de caja en el día n,
TD es el número total de días durante el periodo, y
Dt es el número de días desde el comienzo del periodo,

- ***Dietz***

Dietz (1996) plantea una alternativa a la tasa de retorno comentada al inicio de este epígrafe:

$$r = \frac{V_F - V_I - Q}{V_I + \frac{Q}{2}} \tag{6}$$

En la fórmula de Dietz se observa como el numerador representa el beneficio de la cartera del inversor y el denominador es el capital medio, siendo Q es el flujo de caja total.

Como pasa en el caso de la TIR, podemos ponderar cada flujo de caja por el tiempo exacto que están invertidos los flujos de caja, siendo en este caso su expresión:

$$r = \frac{V_F - V_I - Q}{V_I + \sum Q_i * W_n} \tag{7}$$

Ventajas
- La principal ventaja de esta expresión es que proporciona el valor económico de la inversión, lo que le permite valorar si el nivel de rendimiento de una inversión es adecuado de acuerdo a sus flujos de efectivo.
- Es una buena herramienta para comparar el resultado en el tiempo.

Desventajas

- No son adecuados para determinar los cambios en el valor de la cartera entre dos fechas consecutivas.
- Puede incurrir en errores de los gestores a la hora de tomar decisiones dado que este método no dice si se está haciendo un buen trabajo, debido a que está influenciado por la cantidad de dinero que se invierte en cada período.
- Los cálculos parten desde un punto de vista del inversor puesto que sólo incorporan en la fórmula aquella información disponible para éstos, como son los flujos de caja invertidos o el valor de la cartera.

2.2. Rentabilidad del gestor (Time-Weighted Rate of Returns)

Este método se caracteriza por proporcionar el mismo peso a cada periodo de tiempo, independientemente de la cantidad invertida. Así, suponiendo que el flujo de caja está disponible al final del día, el rendimiento se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{V_1 - Q_1}{V_I} * \frac{V_2 - Q_2}{V_1} * \ldots * \frac{V_{n-1} - Q_{n-1}}{V_{n-2}} * \frac{V_F + Q_n}{V_{n-1}} = 1 + r \qquad (8)$$

Siendo, $\mathbf{V_t}$ la valoración inmediatamente después del el flujo de caja $\mathbf{Q_i}$.

Si ahora suponemos que el flujo de caja está disponible desde el comienzo del día, la anterior formula varia:

$$\frac{V_1}{V_I + Q_1} * \frac{V_2}{V_1 + Q_2} * \ldots * \frac{V_{n-1}}{V_{n-2} + Q_{n-1}} * \frac{V_F}{V_{n-1} + Q_n} = 1 + r \qquad (9)$$

Alternativamente, si se asume que el flujo de caja está disponible en medio del periodo el rendimiento lo podemos calcular como:

$$\frac{V_1 - \frac{Q_1}{2}}{V_I + \frac{Q_1}{2}} * \frac{V_2 - \frac{Q_2}{2}}{V_1 + \frac{Q_2}{2}} * \ldots * \frac{V_F - \frac{Q_n}{2}}{V_{n-1} + \frac{Q_n}{2}} = 1 + r \qquad (10)$$

Ventajas

- El inversor conoce si el gestor está realizando un buen trabajo o no.
- Permite comparar el rendimiento de una inversión con varios índices.
- Es relativamente sencillo de entender y calcular.

Desventajas

- Se desconoce la comisión del intermediario.
- Este método requiere una evaluación cada vez que hay un flujo de caja. En el caso de que la inversión disponga de muchos flujos de caja, dificulta su cálculo.

3. LA TEORIA MODERNA DE CARTERAS

La teoría moderna de carteras trata de elegir la mejor decisión en cuanto a la combinación de activos financieros óptima. Su origen se remonta al año 1952 cuando Harry M. Markowitz publica el artículo "*Portfolio Selection*".

Su modelo se basa en tres supuestos:

1. El rendimiento de una cartera es descrito por una variable subjetiva cuya distribución de probabilidad es conocida.
2. El riesgo de una cartera se define como la varianza (o desviación típica) de su rendimiento.
3. El inversor prefiere aquellas carteras con un rendimiento superior en función de un riesgo asumido, o aquellas carteras que posean un menor riesgo en función de un rendimiento (teoría de la conducta racional).

El modelo media-varianza, o de Markowitz, se fundamenta en el supuesto 3 sobre la conducta racional, es decir, una cartera será eficiente si proporciona la máxima rentabilidad según un riesgo asumido o, si por el contrario, soporta un menor riesgo en base a un rendimiento obtenido. Finalmente, las combinaciones de rentabilidad-riesgo de todas las carteras eficientes constituyen la frontera eficiente.

Antes de exponer los diversos modelos que componen la teoría moderna de carteras es conveniente definir el riesgo total de una cartera. El riesgo total, medido a través de la desviación estándar, está compuesto por dos tipos de riesgo:

$$\sqrt{\sigma_c{}^2} = \sqrt{\underbrace{(\beta_c \sigma_M)^2}_{\text{sistemático}} + \underbrace{\sigma_c{}^2}_{\text{específico}}} \qquad (11)$$

- El riesgo de mercado (o sistemático), determinado por la covariación entre la rentabilidad del activo y la del mercado, y que no puede eliminarse a través de la diversificación.
- El riesgo específico (o no sistemático), que equivale al riesgo propio de la cartera y es posible eliminarlo a través de la diversificación.

3.1. Línea de mercado de capitales (CML)

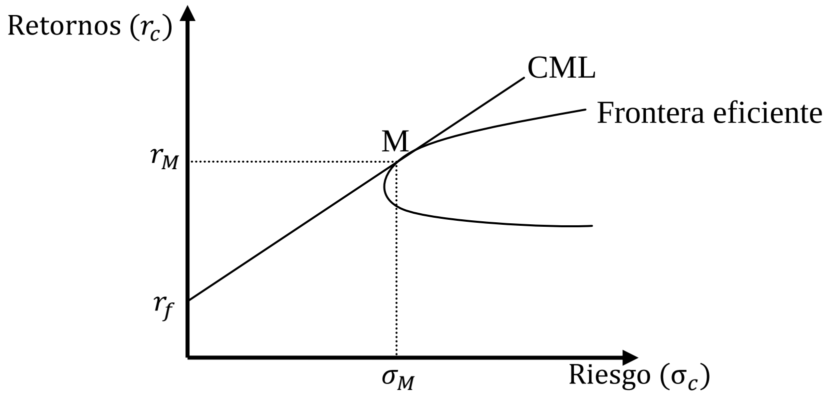
James Tobin (1958) añade la hipótesis de incluir la tasa libre de riesgo a la teoría de carteras eficientes, así, mediante la combinación de la tasa libre de riesgo con un activo con riesgo se puede modificar la frontera eficiente consiguiendo ampliar las posibilidades de inversión.

Para ello, en primer lugar se calcula la frontera eficiente a partir de dos activos con riesgo. Una vez realizado esto, se debe determinar cuál será la cartera de mercado (M) incluida en la frontera eficiente y compuesta por la combinación de los activos con riesgo que deberá combinarse después con el activo sin riesgo. Con este objetivo, se maximiza la pendiente de la recta para consecuentemente obtener las proporciones óptimas de los activos arriesgados. Una vez obtenidas dichas proporciones que componen la cartera M ésta será la cartera que debe ser combinada con el activo libre de riesgo. Finalmente, la línea que une el activo sin riesgo y la cartera M, siendo ésta tangente a la frontera eficiente, es la denominada línea de mercado de capitales o CML que integra todas las carteras compuestas por activo sin riesgo y una parte de la cartera M. De lo anterior se deduce la ecuación de la recta CML la cual relaciona el rendimiento esperado y el riesgo volatilidad para las carteras eficientes (véase Figura 1), de forma que si tenemos carteras bajo la CML serán ineficientes y si están por encima no factibles.

$$r_c = r_f + \left[\frac{r_M - r_f}{\sigma_M}\right] * \sigma_c \qquad (12)$$

Donde;
$\mathbf{r_c}$ es la rentabilidad esperada de la cartera,
$\mathbf{r_f}$ es la tasa libre de riesgo,
$\mathbf{r_M}$ es la rentabilidad del mercado,
$\boldsymbol{\sigma_M}$ es el riesgo del mercado, y
$\boldsymbol{\sigma_c}$ es el riesgo de la cartera.

Figura 1. Línea de mercado de capitales (CML)



Fuente: Elaboración propia

3.2. El modelo CAPM

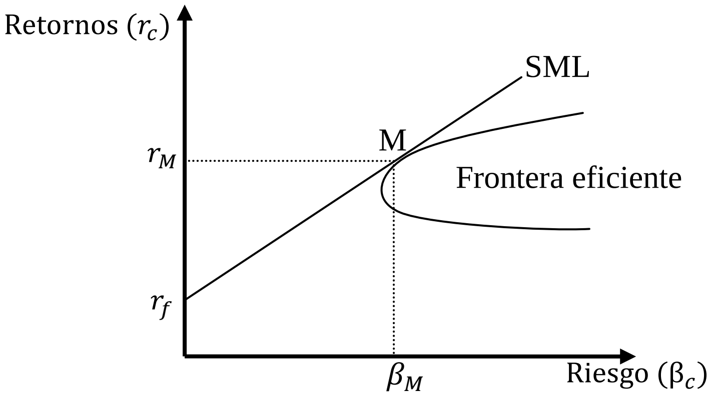
William Sharpe (1964), John Lintner (1965) y Jan Mossin (1966) introdujeron el modelo de valoración de activos nombrado *Capital Asset Pricing Model.* Con este modelo se pretende estimar la rentabilidad adecuada de un cierto activo/cartera dado su riesgo.

Según el modelo CML, las carteras situadas sobre ella están completamente diversificadas dado que se componen de una parte de la cartera de mercado constituida por todos los activos con riesgo. Si se retoma la definición de riesgo total, una parte de él es el riesgo específico que puede eliminarse con la diversificación, de manera que en este caso el riesgo total estaría compuesto en su totalidad por riesgo sistemático ($\sigma_c = \beta_c \sigma_M$). Por otro lado, la CML se refiere únicamente a carteras eficientes por lo que no ofrece información sobre activos aislados que no se encuentren sobre ésta. Por ello, a la hora de seleccionar activos arriesgados individuales sólo se debe tener en cuenta el riesgo sistemático, debido a que el riesgo específico se ha eliminado con la diversificación de la cartera M, y por lo tanto el rendimiento del activo será igual para todos, es decir, la ecuación anterior tomará la forma:

$$r_i = r_f + (r_M - r_f) * \beta_i \tag{13}$$

Siendo ahora;
$\mathbf{r_i}$ la rentabilidad esperada del activo,
$\mathbf{r_f}$ la tasa libre de riesgo,
$\mathbf{r_M}$ la rentabilidad esperada del mercado, y
$\boldsymbol{\beta_i}$ la beta del activo i el cual indica la volatilidad del título ante movimientos de la rentabilidad del mercado.

Figura 2. Modelo CAPM



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2 se observa como la recta principal relaciona el rendimiento de cualquier activo con su riesgo beta ($\boldsymbol{\beta_i}$). Dicha recta es la denominada línea de mercado de títulos o SML y fue desarrollada por Sharpe en 1964. La recta SML no es más que la representación gráfica del modelo CAPM y constituye la ecuación principal del modelo de valoración de activos, de forma que si una cartera se situase por encima de la línea SML, significaría que se obtiene una rentabilidad superior a la obtenida por el modelo CAPM, existiendo posibilidades de arbitraje.

Finalmente, el coeficiente beta de la cartera mide la sensibilidad de la rentabilidad de una cartera ante movimientos de su índice de referencia. Dicho de otra manera, la beta indica la exposición al mercado que está asumiendo el gestor.
- Si (β_c=0), la rentabilidad esperada de la cartera será igual al rendimiento de un activo libre de riesgo.
- Si (β_c=1), el riesgo de la cartera es el mismo que el del mercado.
- Si (β_c>1), indica que el riesgo de la cartera será superior al riesgo del mercado (activos agresivos).
- Si (β_c<1), indica que el riesgo de la cartera será inferior al riesgo del mercado (activos defensivos).

4. MEDIDAS DE *PERFORMANCE* DE LAS CARTERAS

4.1. Medidas tradicionales

Antes de comenzar a desgranar los diferentes tipos de medidas de *performance* de las carteras, es conveniente definir las tres medidas más importantes y utilizadas. Para su cálculo se necesita disponer de una serie de rentabilidades, así como de un activo/tasa libre de riesgo, para poder obtener el exceso de rendimiento y su medida de riesgo[4]. Estas tres son la ratio de Sharpe, de Treynor y de Jensen.

Las medidas de *performance* anteriores reconocieron la importancia del modelo CAPM para valorar a los gestores de carteras y descansan en la utilización de la CML y la SML.

4.1.1. Ratio de Sharpe

Sharpe (1966), partiendo de la base del modelo CML, crea la ratio de Sharpe[5] que se define como el exceso de rendimiento de la cartera obtenido por unidad de riesgo y proporciona una buena medida para los inversores a la hora de elegir entre varias inversiones.

La ratio de Sharpe se calcula como:

$$S_c = \frac{r_c - r_f}{\sigma_c} \tag{14}$$

Siendo;
$\mathbf{r_c}$ la rentabilidad de la cartera,
$\mathbf{r_f}$ la tasa libre de riesgo y
$\boldsymbol{\sigma_c}$ el riesgo de la cartera (medido por la desviación estándar de los retornos de la cartera).

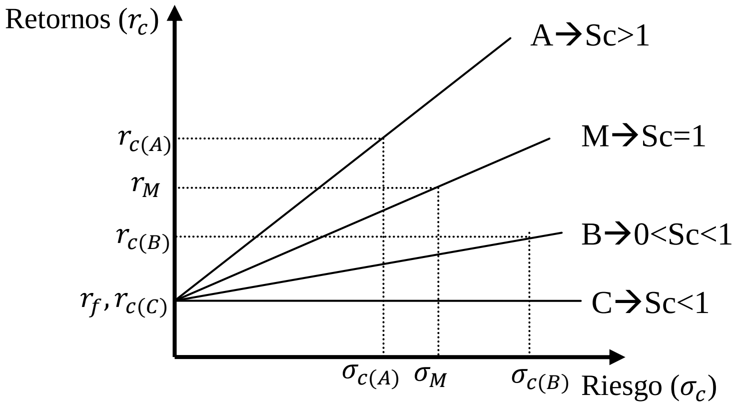
En la Figura 3, se muestran los posibles valores de la ratio de Sharpe para tres carteras (A, B y C) y para una cartera de mercado (M) aproximada mediante un índice bursátil, donde el eje de ordenadas representa los retornos y el eje de abscisas representa el riesgo. Se observa que todas parten desde el mismo punto de origen, siendo éste la tasa libre de riesgo, y la pendiente de cada recta dependerá del valor del resultado de la ratio.

Así, si se desea obtener el valor de la ratio de Sharpe, este será:

$$S_A = \frac{r_{c(A)} - r_f}{\sigma_{c(A)}},\ S_M = \frac{r_M - r_f}{\sigma_M},\ S_B = \frac{r_{c(B)} - r_f}{\sigma_{c(B)}} \text{ y } S_C = \frac{r_{c(C)} - r_f}{\sigma_{c(C)}}.$$

[4] Todos estos ratios están basados en datos ex-post.
[5] Al inicio su nombre era *reward-to-variability ratio.* No fue hasta 1975, cuando la ratio de Sharpe adquiere dicho nombre en base al estudio realizado por el mismo Sharpe. (véase Sharpe (1975))

Figura 3. Ratio de Sharpe



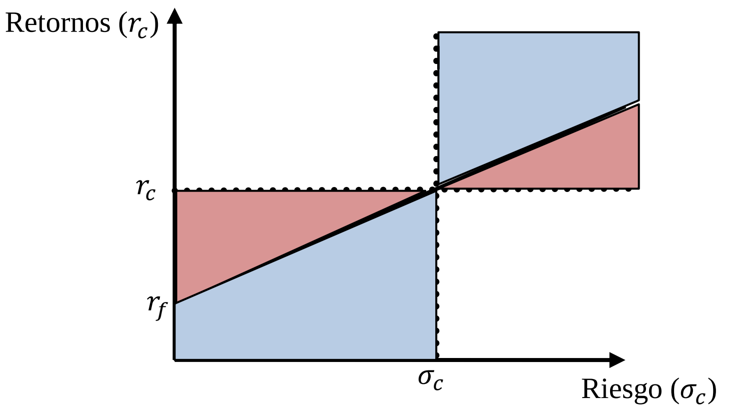
Fuente: Elaboración propia

Respecto a la cartera C, el resultado de la ratio de Sharpe equivale a 0 puesto que el rendimiento de ésta es igual al activo libre de riesgo por lo tanto la diferencia del numerador es nula. Obviando esta última cartera, se deduce que la cartera A es preferible a las demás debido a un valor más elevado de la ratio. Así pues, a un mayor valor de la pendiente, más elevado será el resultado de la ratio de Sharpe, es decir, nos permitirá determinar cuál de todas las inversiones es más preferible y poder definir así un ranking de mayor a menor preferencia.

Además de permitir la comparación entre resultados obtenidos por diferentes gestores de carteras permite juzgar el trabajo del gestor de la cartera B, cuyo resultado ha sido inferior al del mercado y éste podría haber obtenido el mismo rendimiento replicando el índice de referencia y combinándolo con el activo sin riesgo.

Teniendo en cuenta que la pendiente de cada recta mide el resultado de la ratio de Sharpe de las carteras, se pueden definir una serie de zonas de preferencia tal y como se puede ver en la Figura 4. Así por ejemplo, aquellas carteras con combinaciones de rentabilidad-riesgo que se sitúen en la zona coloreada en rojo tendrán un rendimiento superior a la cartera inicial, mientras que las combinaciones que se sitúen en la zona azul tendrán un rendimiento inferior.

Figura 4. Zonas de preferencia de Sharpe



Fuente: Elaboración propia

La ratio de Sharpe se caracteriza por su simplicidad y facilidad de interpretación, así como la imposibilidad de ser manipulado por el apalancamiento (inconveniente principal de la medida de Jensen que se explicará en el punto 3.1.3.) Poe contra, se enfrenta al inconveniente de no cuantificar el valor añadido y solo proporciona un criterio de clasificación.

4.1.2. Índice de Treynor

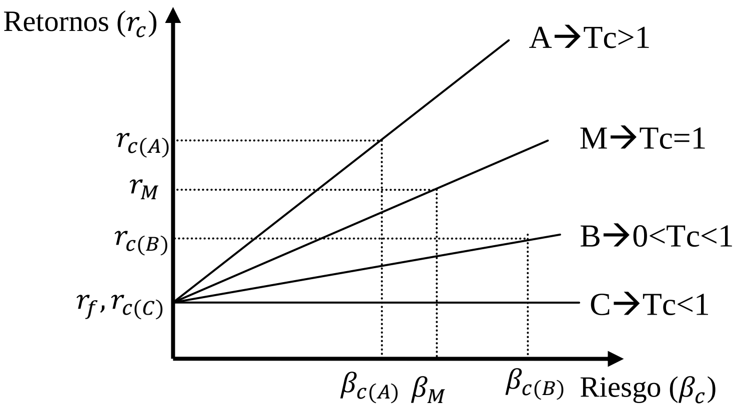
Similar a Sharpe, Treynor (1965) introdujo una pequeña variación a la ratio de Sharpe, para así crear el índice de Treynor cuya base se centra en el modelo SML. Ésta ratio se caracteriza por dividir la prima de riesgo, o lo que es lo mismo la diferencia entre la rentabilidad de la cartera y la tasa libre de riesgo entre el riesgo sistemático de la cartera en lugar del riesgo total. Así, el índice de Treynor se define como:

$$T_c = \frac{r_c - r_f}{\beta_c} \tag{15}$$

Siendo $\boldsymbol{\beta_c}$ la beta de la cartera o el riesgo sistemático.

El índice de Treynor se puede definir como el premio de rentabilidad obtenido por unidad de riesgo sistemático asumido. Al igual que la ratio de Sharpe, contra más elevado sea el valor del índice más preferible será la cartera. Al ser el índice de Treynor una leve variación del ratio de Sharpe comparten ventajas e inconvenientes. Una ventaja respecto al ratio de Sharpe es que Treynor además de poder jerarquizar las inversiones según las preferencias, permite al inversor comparar el rendimiento de dichas inversiones con el mercado gracias a la inclusión del riesgo sistemático en la fórmula, tal y como se observa en la Figura 5. Sin embargo, el principal inconveniente de Treynor es que ignora el riesgo específico y delante de carteras totalmente diversificadas la ratio de Sharpe y el índice de Treynor proporcionan el mismo resultado.

Figura 5. Índice de Treynor



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5 se aprecia que las pendientes de la recta equivalen al Índice de Treynor siendo los valores de cada cartera:

$$T_A = \frac{r_{c(A)} - r_f}{\beta_c(A)},\ T_{,M} = \frac{r_M - r_f}{\beta_M},\ T_B = \frac{r_{c(B)} - r_f}{\beta_{c(B)}}\ \text{y}\ T_C = \frac{r_{c(C)} - r_f}{\beta_{c(C)}}.$$

En este caso el resultado de la ratio para la cartera C es nulo debido a que el rendimiento de la cartera es el mismo que el activo libre de riesgo. Así, según el grado de preferencia, la cartera A es la más preferible. Para el caso de la cartera B, el índice de Treynor es inferior al del mercado, por lo tanto, el gestor de no ha sabido seleccionar aquellos activos que proporcionan una prima media por unidad de riesgo sistemático superior a la ofrecida por el mercado, y por lo tanto, su gestión ha sido ineficiente.

Por otro lado, las zonas de preferencia del índice de Treynor se obtienen del mismo modo que para la ratio de Sharpe. Es decir, aquellas carteras con combinaciones de rentabilidad-riesgo que se sitúen por encima de recta que une la tasa libre de riesgo con la combinación de rentabilidad-riesgo de la cartera inicial obtendrán una mejor rentabilidad que ésta y, por el contrario, las que se sitúen por debajo obtendrán una rentabilidad inferior a la de partida.

4.1.3. Alpha de Jensen

Retomando la idea de la SML, todas aquellas combinaciones de rentabilidad-riesgo que se sitúen por encima de la recta habrán realizado una buena gestión y, contra más alejadas estén de dicha recta, más preferible será la cartera. Entonces, si suponemos una cartera cuya rentabilidad es superior a la esperada en una cuantía $\boldsymbol{\alpha_c}$ y tomando como referencia la recta SML, obtendremos una recta paralela:

$$r_c' = \alpha_c + r_c = \alpha_c + r_f + \beta_c (r_M - r_f) \tag{16}$$

Donde el alpha de Jensen lo obtenemos como:

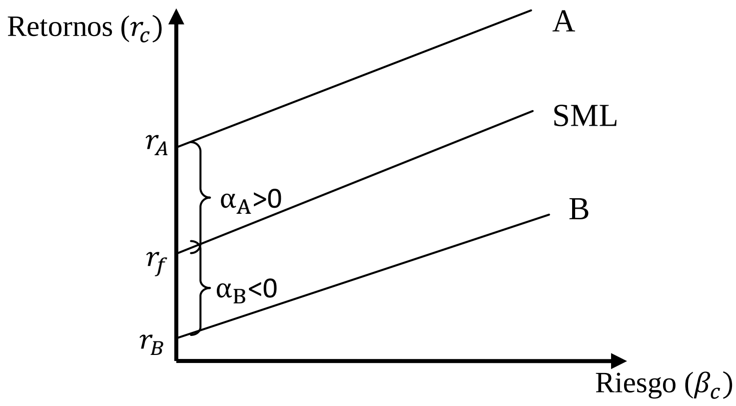
$$\alpha_c = r_c' - r_c = r_c' - \left[r_f + \beta_c (r_M - r_f)\right] = (r_c - r_f) - \beta_c(r_M - r_f) \tag{17}$$

Así Jensen (1968), con su medida basada en el modelo CAPM, pretende medir la diferencia entre la rentabilidad de una cartera gestionada y la rentabilidad de una cartera de referencia con el mismo nivel de riesgo sistemático asumido. En otras palabras, muestra la capacidad del gestor para obtener un rendimiento superior al reflejado por la línea del mercado de títulos (SML).

A la hora de clasificar las carteras, se tomará como referencia la línea de mercado de títulos (SML), de manera que aquellas carteras que se sitúen por encima de ésta ($\alpha>0$) serán más deseables para el inversor que aquellas que se sitúen por debajo ($\alpha<0$). Es decir, con $\alpha>0$ el gestor habrá realizado una buena gestión, y con $\alpha<0$ el gestor no lo habrá logrado.

Observando la Figura 6, diremos que la cartera A es la más preferible puesto que $\alpha>0$ mientras que la cartera B sería la menos preferible, ya que su rentabilidad media es inferior a la de las carteras de igual beta.

Figura 6. Alpha de Jensen



Fuente: Elaboración propia

Igual que en las medidas anteriores, el alpha de Jensen posee la ventaja de su fácil interpretación. Por otro lado algunas desventajas se encuentran en el hecho de que se debe elegir un índice adecuado para representar la cartera del mercado, que el modelo se ve influenciado por el efecto apalancamiento ya que el gestor intentará obtener un rendimiento superior al de la cartera de mercado mediante la desinversión en tasa libre de riesgo y la posterior inversión en activos arriesgados (apalancamiento) y, debido a que la beta de la cartera es proporcional no podemos comparar carteras con diferentes niveles de riesgo.

4.2. Medidas alternativas

Dada la infinidad de medidas existentes a la hora de poder analizar el rendimiento de las carteras, es difícil poder clasificar todas ellas según diferentes grupos. Es por ello que en este trabajo se ha seguido la estructuración definida por Cogneau y Hubner (2009).

En primer lugar se define un nivel cero donde los autores diferencian entre medidas de rendimiento ajustadas al riesgo y medidas que incorporan la aversión al riesgo de los inversores, véase Figura 7.

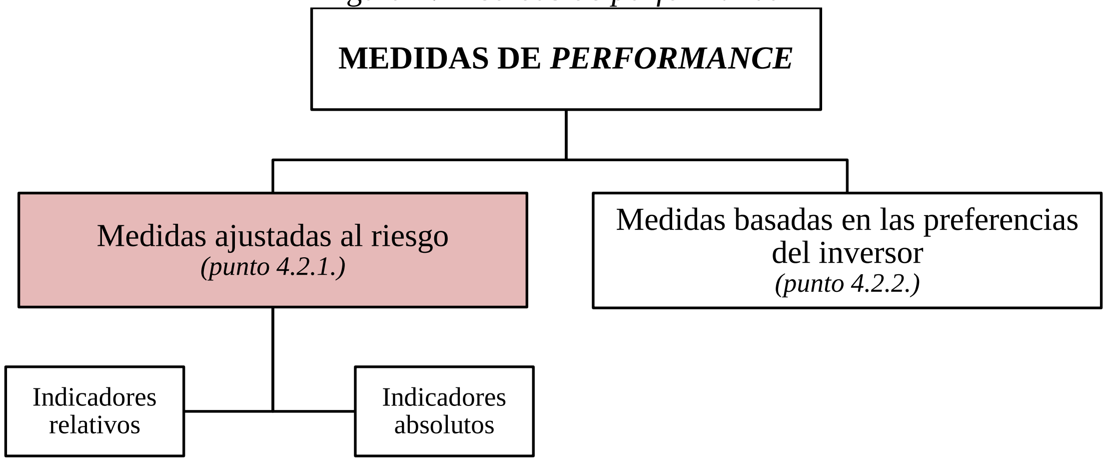
A continuación, se establece un primer nivel, el cual, respecto a las medidas ajustadas al riesgo, los autores diferencian entre medidas relativas y absolutas según sea la fórmula de cálculo empleada para obtener la *performance* de la cartera, véase Figura 8.

Posteriormente, se define un tercer nivel donde se las medidas relativas y absolutas se vuelven a fraccionar. Las medidas relativas se dividen según el riesgo asumido, sea éste el riesgo absoluto, sistemático o no sistemático, véase Figura 8. Por otro lado, las medidas absolutas se dividen según se considere la cartera de referencia, ya sea ésta un *benchmark* o una cartera de referencia replicada por un índice, véase Figura 12.

Finalmente, en el tercer nivel se desagregan varios subgrupos de los anteriores comentados anteriormente.[6]

Con el fin de realizar una mejor aclaración de las medidas que se van a tratar se marca en color rojo el grupo al que pertenecen las medidas explicadas.

Figura 7. Medidas de *performance*

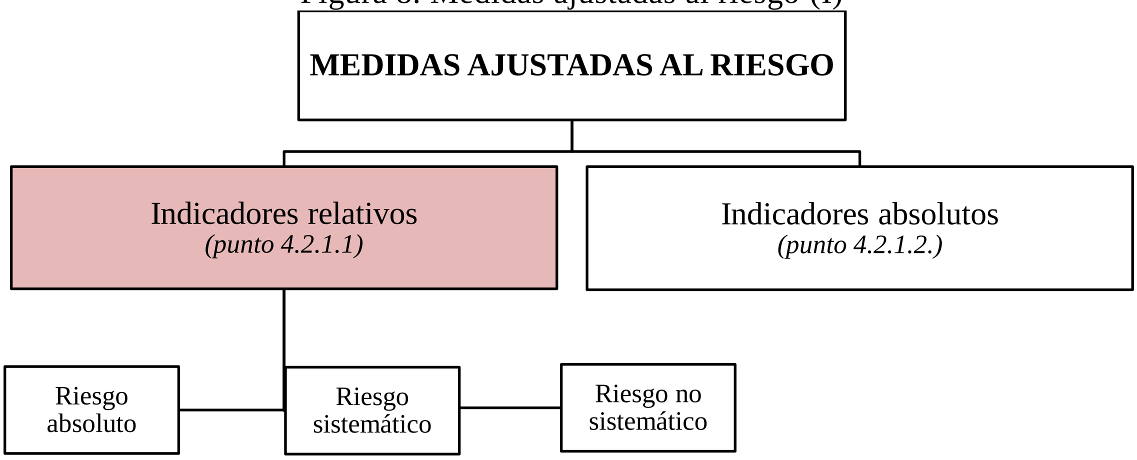


Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Medidas de rendimiento ajustadas al riesgo

Las medidas de rendimiento ajustadas al riesgo nacen de la comparación entre la rentabilidad y un determinado nivel de riesgo necesario para obtener dicho rendimiento, es decir, se realiza un ajuste del riesgo. Tal y como se ha detallado al inicio del apartado, se define un primer nivel dentro de este gran grupo de medidas donde se diferencia entre rendimientos relativos y rendimientos absolutos, según sea la fórmula de cálculo empleada para obtener la *performance* de la cartera.

Figura 8. Medidas ajustadas al riesgo (I)



Fuente: Elaboración propia

[6] Ver Anexo 1 "Diferentes niveles de las medidas de *performance*"

4.2.1.1. Indicadores relativos

La forma general de estas medidas de *performance* se basa en una ecuación relativa. El objetivo principal de las mismas consiste en medir el exceso de rendimiento, entendido éste como la diferencia entre la rentabilidad de la cartera y un rendimiento objetivo, sea esté la tasa libre de riesgo o un rendimiento mínimo aceptable, por unidad de riesgo asumido.

Un ejemplo de este tipo de indicadores es la ratio de Sharpe, comentado en el punto 4.1.1., la cual, tal y como se ha comentado anteriormente, mide el exceso de rentabilidad esperada por unidad de riesgo total de la cartera.

Los indicadores relativos se pueden desglosar en un segundo nivel en base al riesgo que asumen, siendo éste un riesgo absoluto, sistemático o no sistemático (véase Figura 9). Asimismo, dentro de estos tres subgrupos que se acaban de definir, las medidas se pueden agrupar en base a otro orden según las características comunes que compartan, nombrado, en este caso, nivel tres. Antes de entrar en cada nivel, se grafica un esquema en el cual se recogen todos y cada uno de los grupos formados.[7]

Figura 9. Medidas ajustadas al riesgo - Indicadores relativos (I)

Fuente: Elaboración propia

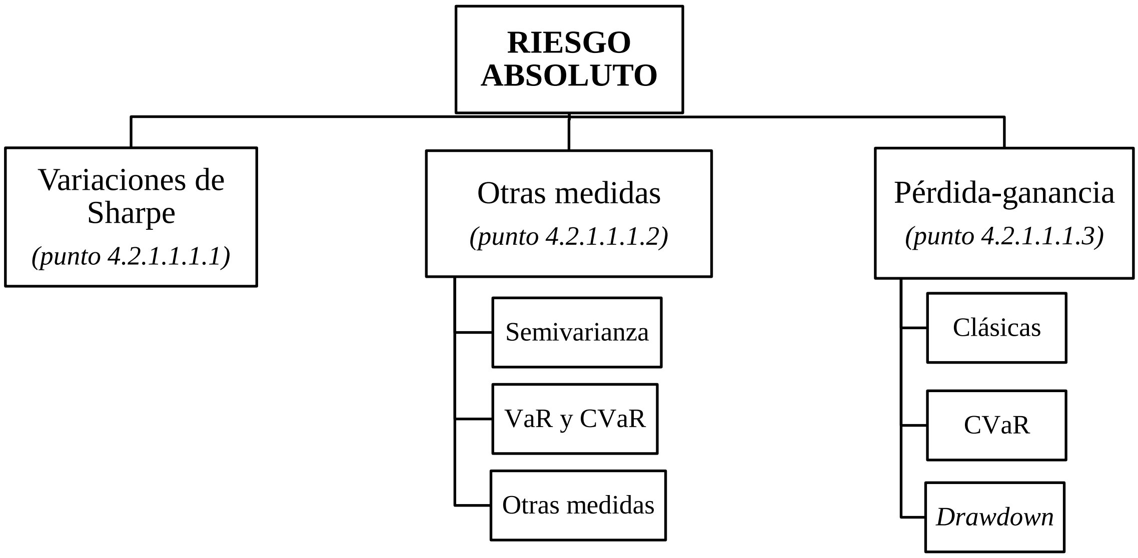
4.2.1.1.1. *Riesgo absoluto*

El riesgo absoluto, entendiéndose también como riesgo total, es la suma del riesgo sistemático y del riesgo no sistemático. De esta manera, las medidas que se presentan a continuación calculan su medida de riesgo sin diferenciar entre estos dos tipos de riesgo.

Dentro de este grupo las medidas se diferencian según sean variaciones de la ratio de Sharpe o según consideren la medida de riesgo. A modo de ejemplo, la medida de riesgo puede ser obtenida como la desviación de las rentabilidades negativas o como la pérdida máxima asumida en un periodo, entre otras (véase Figura 10).

[7] Véase Anexo 2 "Indicadores relativos"

Figura 10. Medidas ajustadas al riesgo - Indicadores relativos - Riesgo absoluto



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1.1.1. Variaciones de Sharpe

Un inconveniente de la ratio de Sharpe se produce cuando, en épocas de inestabilidad financiera, la tasa libre de riesgo proporciona un rendimiento superior al generado por la cartera. Este suceso supone un exceso de retorno negativo y por consiguiente la ratio de Sharpe también se vuelve negativa, llevando a una mala interpretación de la misma.

Supongamos dos carteras A y B con un exceso de rendimiento del 10% y desviación típica 2% y 5%, respectivamente. El inversor preferirá aquella cartera cuya rentabilidad sea más elevada y posea una desviación estándar menor, por lo tanto en este caso es preferible la cartera A puesto que el ratio de Sharpe es superior. Sin embargo, este ranking de preferencias no se da cuando el exceso de rendimiento es negativo. Si ahora dicho exceso para ambas carteras es negativo e igual a -10% y la desviación típica sigue siendo la misma, según la ratio de Sharpe, es preferible la cartera B ya que el resultado obtenido es superior (menos negativo), véase Tabla 1.

A causa de esta mala interpretación Israelsen (2005) propuso la **ratio de Sharpe modificada** incluyendo un exponente en el denominador siendo éste el exceso de retorno dividido por el valor absoluto del exceso.

$$\text{Sharpe modificada}_c = \frac{r_c - r_f}{\sigma_c^{\frac{r_c - r_f}{|r_c - r_f|}}} \tag{18}$$

Gracias a esta modificación, cuando el exceso de rendimiento es positivo dicha transformación no afecta al valor de la ratio de Sharpe, pero cuando el exceso es negativo el denominador presenta un exponente negativo el cual hace que la desviación típica se reduzca y el valor de la ratio de Sharpe se incremente. De esta manera, aunque el resultado siga siendo negativo la cartera preferida vuelve a ser la A ya que posee un ratio de Sharpe mayor (menos negativo) y la interpretación resulta la misma que la obtenida para un exceso positivo.

Véase en la Tabla 1:

Tabla 1. Ejemplo Sharpe modificada

Sharpe positiva			
Sharpe original		Sharpe modificada	
$S_A: \frac{10\%}{2\%} = 5\%$	$S_B: \frac{10\%}{5\%} = 2\%$	$S_A: \frac{10\%}{2\%^{\frac{10\%}{!10\%!}}} = 5\%$	$S_B: \frac{10\%}{5\%^{\frac{10\%}{!10\%!}}} = 2\%$
Sharpe negativa			
Sharpe original		Sharpe modificada	
$S_A: \frac{-10\%}{2\%} = -5\%$	$S_B: \frac{-10\%}{2\%} = -2\%$	$S_A: \frac{-10\%}{2\%^{\frac{-10\%}{!10\%!}}} = -0.2\%$	$S_B: \frac{-10\%}{5\%^{\frac{-10\%}{!10\%!}}} = -0.5\%$

Fuente: Elaboración propia

Otro inconveniente de la ratio de Sharpe es el desconocimiento de los retornos y la desviación típica, debiéndose estimar. Por consiguiente, ya que la ratio de Sharpe está compuesta por estos dos estimadores, dicha ratio se convierte en una variable aleatoria ($\hat{\mathbf{S}}_\mathbf{c}$) con una distribución de probabilidad. Como solución, Morey y Vinod (2001) proponen aproximar la distribución de la ratio de Sharpe a través del *bootstratping*[8]. Una vez se han generado múltiples muestras de las ratios de Sharpe se construye una nueva medida de riesgo gracias a estas. Para ello se realiza una desviación típica ($\hat{\boldsymbol{\sigma}}_{\hat{\mathbf{S}}_\mathbf{c}}$) donde se recogen las desviaciones de las diversas ratios de Sharpe obtenidas respecto a la media de las mismas. Esta desviación típica se considera como el error de estimación de la ratio de Sharpe y es utilizado como medida de riesgo. Una vez obtenidos todos los elementos, los autores proponen la **ratio Doble de Sharpe** la cual resulta ser el cociente entre la ratio de Sharpe y la desviación estándar de los coeficientes estimados de Sharpe.

$$\text{Doble Sharpe}_c = \frac{\hat{S}_c}{\hat{\sigma}_{\hat{S}_c}} = \frac{\left(\frac{\hat{r}_c - r_f}{\hat{\sigma}_c}\right)}{\hat{\sigma}_{\hat{S}_c}} \tag{19}$$

La teoría de la distribución normal de los rendimientos supone que la mayoría de éstos se encuentran centrados en torno a la media, de manera que pueden ser completamente explicados con la media y la desviación estándar. En otras palabras, supone que la distribución de los rendimientos es simétrica. Sin embargo, para muchas carteras la distribución Normal de los retornos no se cumple y el problema surge cuando se detecta, para la distribución empírica de los rendimientos, leptocurtosis (exceso de curtosis[9]) y/o asimetría. Es por este motivo que Watanabe (2006) propone una variación de Sharpe donde le añade a la misma una ratio correctora compuesta por el cociente entre la asimetría y la curtosis.

[8] Técnica estadística basada en el remuestreo.
[9] Un exceso de curtosis supone unas colas más anchas que las de la Normal, es decir, las rentabilidades extremas son más comunes, y por otro lado, respecto a la asimetría, si ésta es positiva supone más probabilidad de obtener ganancias que perdidas y por el contrario, si es negativa supone el caso opuesto

$$\text{Sharpe} - \text{Asimetria/Curtosis}_c = \frac{r_c - r_f}{\sigma_c} + \frac{g_1}{g} \tag{20}$$

Siendo $\mathbf{g_1}$ el coeficiente de asimetría y $\mathbf{g_2}$ el coeficiente de curtósis.

Recordemos que la distribución normal tiene una asimetría igual a 0 y una curtosis de 3. Así, frente a un coeficiente de asimetría positivo (negativo) y manteniendo constante la curtosis de la distribución Normal, la ratio de Sharpe incrementa (decrementa) su valor. Finalmente, respecto a la curtosis, frente asimetrías positivas (negativas) la ratio de Sharpe incrementa (decrementa) al variar el coeficiente de curtosis.

Catorce años antes a Sharpe, Roy (1952) propuso comparar el rendimiento de la cartera con un rendimiento objetivo ($\mathbf{r_o}$) para el inversor en vez de compararlo con la tasa libre de riesgo como propuso Sharpe. Al igual que la ratio de Sharpe, a mayor rendimiento objetivo mayor será el rendimiento de la cartera, y a su vez presenta sus mismos inconvenientes. Su forma de cálculo es:

$$\text{Roy}_c = \frac{r_c - r_o}{\sigma_c} \tag{21}$$

4.2.1.1.1.2. Otras medidas

- ***Semivarianza***[10]

Sharpe, en su medida, otorga el mismo peso tanto a los rendimientos negativos como positivos sin embargo donde radica realmente el riesgo es para aquellos retornos negativos. Por ello, diversos autores proponen substituir la desviación estándar propia de la ratio de Sharpe por la semivarianza. La semivarianza es una medida de dispersión de las observaciones inferiores a la esperanza matemática de una variable. Bacon (2011) supone que la raíz cuadrada de esta semivarianza equivale al riesgo a la baja (*downside risk)* y lo define como:

$$\text{DR}_c = \sigma_{D_c} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{\min[r_i - \text{MAR}]^2}{n}} \tag{22}$$

Donde el **MAR** equivale a un mínimo de rentabilidad exigida que puede ser la tasa libre de riesgo, la rentabilidad de un *benchmark* o cualquier rendimiento que desee fijar el inversor.

En base a esto, Sortino y Van der Meer (1991) proponen la ratio Sortino que mide el exceso de rentabilidad por unidad de riesgo a la baja. Ésta se compone por el exceso de rendimiento entre la rentabilidad de la cartera y un rendimiento fijado por el inversor el cual considera como mínimo aceptable, dividido por la semidesviación.

[10] *Downside risk* en la terminología inglesa.

$$\mathrm{Sortino_c} = \frac{\mathrm{r_c} - \mathrm{MAR}}{\sigma_{\mathrm{D_c}}} \tag{23}$$

Por lo que respecta a la interpretación de la ratio Sortino, un valor más elevado supone que la cartera ha obtenido un rendimiento superior al mínimo objetivo en función del riesgo a la baja.

A pesar de las similitudes entre esta ratio con la de Sharpe diversos autores prefieren utilizar la ratio de Sharpe por las dificultades que supone fijar un rendimiento objetivo y el cálculo de la semivarianza de los rendimientos.

Posteriormente, Watanabe (2006) propone la misma modificación que para la ratio de Sharpe introduciendo la **ratio asimetría-curtosis** como corrección a la ratio Sortino.

$$\mathrm{Sortino - Asimetria/Curtosis_c} = \frac{\mathrm{r_c} - \mathrm{r_o}}{\sqrt{\mathrm{SV}(\mathrm{r_{c,o}})}} + \frac{\mathrm{g_1}}{\mathrm{g_2}} \tag{24}$$

De esta ratio se extraen las mismas conclusiones que las expuestas para el ratio de Sharpe, es decir, con una asimetría positiva (negativa) la ratio incrementa (decrementa) y a movimientos en la curtosis con asimetría positiva (negativa) la ratio Sortino incrementa (decrementa).

Una nueva variación a la ratio anterior, la proponen Sortino y Satchell (2001) la cual posteriormente, gracias al estudio realizado por Kaplan y Knowles (2004), toma el nombre de **Kappa**. La ratio Kappa se dispone de la misma forma de cálculo que la ratio Sortino con la diferencia que su medida de riesgo es un momento parcial inferior de orden q≥1 (LPM, *Lower Partial Moment)*. La misma es una generalización de Sortino dado que cuando q=2 la ratio Kappa equivale a la ratio Sortino.

$$\mathrm{Kappa_c} = \frac{\mathrm{r_c} - \mathrm{MAR}}{\sqrt{\mathrm{LPM}(\mathrm{r_i})}} \tag{25}$$

Siendo $\sqrt{\mathbf{LPM}(\mathbf{r_i})} = \sqrt[\mathbf{q}]{\sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}} \frac{\mathbf{min}[\mathbf{r_i - MAR}]^{\mathbf{q}}}{\mathbf{n}}}$ el momento parcial inferior de orden q.

- ***VaR y CVaR***

Dowd (2000) propone la **ratio de Sharpe basada en el VaR**, siendo el VaR la pérdida máxima que se puede producir con un nivel de probabilidad determinado. En base a esto, el autor plantea una nueva medida de riesgo constituida como el cociente entre el VaR de la cartera y el valor inicial de la misma. Finalmente, se substituye la desviación estándar por esta nueva medida en el denominador de la ratio de Sharpe.

$$\mathrm{Sharpe - VaR_c} = \frac{\mathrm{r_c} - \mathrm{r_f}}{\frac{\mathrm{VaR_c}}{\mathrm{VI_c}}} \tag{26}$$

Tres años más tarde, Alexander y Baptista (2003) proponen una medida adicional al VaR en la cual miden el exceso de rendimiento que se puede obtener de una cartera si se utiliza el apalancamiento. En otras palabras, pretenden valorar el exceso de rendimiento si se incrementa el riesgo asumido a través de desinvertir en activo libre de riesgo para invertir en activos arriesgados de la cartera.

$$\mathrm{Reward-to-VaR_c} = \frac{\mathrm{r_c - r_f}}{\mathrm{VaR_c + r_f}} \tag{27}$$

Sin embargo, existen diversos inconvenientes del VaR que hacen que los resultados de las anteriores ratios no sean completamente fiables. Algunos de estos inconvenientes son que el VaR puede aportar resultados contradictorios en base a diferentes niveles de confianza, además no es subaditivo, es decir, que la diversificación de la cartera puede llevar a un aumento del riesgo, y además el VaR no mide las pérdidas que exceden de éste.

En base a este último inconveniente, Martin et al (2003) introduce el CVaR en lugar del VaR y crea la **ratio de Sharpe basada en el CVaR** (STARR). El CVaR mide la profundidad de la pérdida si ésta excede del VaR. Esta medida es de mucha utilidad puesto que la distancia entre el CVaR y el VaR nos indica el tamaño de las colas de la distribución. Cuanto más (menos) alejada este una de la otra supondrá que las colas son más (menos) pesadas indicando que los rendimientos extremos son más (menos) frecuentes.

$$\mathrm{STARR_c} = \frac{\mathrm{r_c - r_f}}{\frac{\mathrm{CVaR_c}}{\mathrm{VI_c}}} \tag{28}$$

- ***Otras medidas***

Yitzhaki (1982) propuso **Gini** la cual relaciona el exceso de rentabilidad entre el rendimiento de la cartera y el de la tasa libre de riesgo a través del propio coeficiente de Gini. Este coeficiente mide la dispersión entre diversos valores y no respecto a un punto central como lo hace la desviación estándar.

$$\mathrm{Gini_c} = \frac{\mathrm{r_c - r_f}}{\mathrm{Gini(r_c - r_f)}} \tag{29}$$

Más tarde, Young (1998) plantea la **ratio Minimax** donde ahora el denominador es la nueva medida Minimax, siendo ésta el máximo de la pérdida máxima.

$$\text{Índice Minimax}_\mathrm{c} = \frac{\mathrm{r_c - r_f}}{\mathrm{Minimax(r_c, r_f)}} = \frac{\mathrm{r_c - r_f}}{\mathrm{Max(r_f - r_c)}} \tag{30}$$

Se entiende ($\mathbf{r_f - r_c}$) como una pérdida puesto que se considera que la tasa libre de riesgo es inferior al rendimiento de la cartera, de manera que la diferencia es negativa y su valor máximo equivale a la pérdida máxima.

Por otro lado, y siguiendo la línea de Young, Martin y Mc Cann (1989) proponen como medida de riesgo el **índice de Úlcer**. Este índice es muy parecido a la pérdida máxima (*drawdown)* que se explicará en el punto siguiente. La diferencia que incorpora el índice de Ulcer es que añade la pérdida de rentabilidad desde el máximo anterior para cada uno de los periodos analizados, por lo tanto, aquellas pérdidas que se hayan producido por un largo periodo de tiempo tendrán un fuerte impacto en el índice ya que estas pérdidas se elevan al cuadrado.

$$\text{Índice Ulcer}_c = \frac{r_c - r_f}{\text{Ulcer}_c} \tag{31}$$

Donde;

$\mathbf{Ulcer_c} = \sqrt{\frac{\mathbf{R_1^2 + R_2^2 + \ldots + R_N^2}}{\mathbf{N}}}$, y $\mathbf{R_i} = \left(\frac{\textbf{precio}_\mathbf{i} - \textbf{precio máximo}}{\textbf{precio máximo}}\right) * \ \mathbf{100}$

Posteriormente, el **ratio Sharpe-Omega**, introducido por Kazemi et al. (2004), mide la relación entre el exceso de rentabilidad esperada respecto un rendimiento objetivo respecto el valor de una opción de venta[11] (*put*) con un precio de ejercicio (strike) igual al rendimiento objetivo. Con una opción de venta el inversor se está protegiendo ante tendencias bajistas, de manera que los autores consideran a esta opción financiera una buena medida de riesgo ya que protege al inversor ante retornos por debajo de su rendimiento objetivo.

$$\text{Sharpe} - \text{Omega}_c = \frac{r_c - r_o}{P_c(r_o)} \tag{32}$$

Por último, como se ha mencionado en apartados anteriores, la distribución Normal de las rentabilidades no siempre es la más habitual. Mittnik et al. (1998) deciden utilizar la distribución de Pareto para modelizar los rendimientos que poseen un exceso de curtosis (distribución más apuntada y colas más pesadas). Su ratio **Estable** consiste únicamente en utilizar el parámetro de escala de la distribución de probabilidad de Pareto[12] ($\boldsymbol{\sigma_{\text{Pareto}}}$) como medida de riesgo.

$$\text{Estable}_c = \frac{r_c - r_f}{\sigma_{\text{Pareto}}} \tag{33}$$

4.2.1.1.1.3. Ratio of gain and shortfall aversion

- ***Medidas clásicas***

Bernardo y Ledoit (2000) proponen una medida que relaciona el exceso de rentabilidad positiva con el exceso de rentabilidad negativa respecto, en ambos

[11] Una opción de venta *(put)* es un instrumento financiero el cual otorga el derecho, pero no la obligación, a su poseedor a vender cierto activo en una fecha determinada a un precio prefijado *(strike)*. De manera que si el precio del activo es inferior al *strike* el poseedor de la *put* ejercerá el derecho puesto que le interesa vender su activo a un precio superior al que realmente se está vendiendo en el mercado. Por el contrario, si el precio del activo es superior al *strike* el poseedor no ejercerá el derecho puesto que puede obtener un beneficio superior si lo vende directamente en el mercado.

[12] La distribución de Pareto es muy apropiada cuando hay grandes pérdidas y dispone de dos parámetros siendo σ el parámetro de escala y α el parámetro de forma de la cola cuya función de distribución viene dada por: $F(x, \sigma, \alpha) = (\frac{\sigma}{x+\sigma})^a$.

casos, un rendimiento mínimo aceptable. No obstante, no es hasta 2002 cuando dicha medida toma popularidad gracias a los autores Keating y Shadwick (2002) que la renombran como **Omega**. En definitiva, el indicador Omega compara los beneficios potenciales de la cartera sobre sus posibles pérdidas.

$$\Omega_c = \frac{\mu(r_c^+)}{\mu(r_c^-)} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{T} \text{máx}\,(0,\; r_{c,t} - \text{MAR})}{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{T} \text{máx}\,(0,\; \text{MAR} - r_{c,t})} \tag{34}$$

Esta rentabilidad mínima se puede elegir según los intereses del inversor, sin embargo, Bernado y Ledoit proponen que sea un índice que actúe como *benchmark*, así aquellas carteras que superen la rentabilidad del índice obtendrán una puntuación positiva.

En relación a la ratio Omega, Sortino et al. (1999) proponen la medida ***upside potential ratio***. Este medida utiliza el numerador de la medida Omega y el denominador de la ratio Sortino, es decir, el numerador es la rentabilidad esperada por encima de una rentabilidad mínima exigida y el denominador es el riesgo a la baja (*downside risk*). Por lo tanto, penaliza en mayor medida los rendimientos por debajo de esta rentabilidad mínima debido a la inclusión de la semidesviación (*downside risk)*. Esta ratio calcula el rendimiento potencial necesario para hacer frente a las pérdidas.

$$\text{UPR}_c = \frac{\mu(r_c^+)}{\sqrt{\text{CV}(r_{c,o})}} = \frac{\sum_{t=1}^{T} \text{máx}\,(0,\; r_{c,t} - r_o)}{\sum_{t=1}^{T} \frac{\text{mín}(r_{c,t} - r_{o,t}\,,\; 0\,)^2}{T-1}} \tag{35}$$

- ***CVaR como medida de pérdida***

Como ya se ha expuesto en el apartado anterior, diversos autores consideran introducir el CVaR como medida de riesgo en sus índices de *performance.* Un caso de ellos es la **ratio Rachev** propuesta por Biglova et al. (2004) que mide la relación entre el CVaR del inverso del exceso de retorno con un nivel de confianza α con el CVaR del exceso de rentabilidad con un nivel de confianza δ. En otras palabras, mide la cola de las pérdidas entre la cola de los beneficios.

$$\text{Rachev}_c = \frac{\text{CVaR}_{1-\alpha}\,(r_f - r_c)}{\text{CVaR}_{1-\delta}\,(r_c - r_f)} \tag{36}$$

- ***Pérdida máxima***

En este apartado se analiza la idea de substituir la desviación estándar por la pérdida máxima (*drawdown),* que mide las pérdidas consecutivas desde el punto máximo de rentabilidad de la cartera hasta el mínimo en el período considerado. De esta idea se desprenden dos ratios importantes. La primera de ellas es la **ratio de Calmar**, propuesta por Young (1991), la cual trata del cociente entre la rentabilidad total de la cartera entre la pérdida máxima del periodo en valor absoluto (**DD(0,T)**).

$$\mathrm{Calmar}_c = \frac{r_c}{|\mathrm{DD}(0,T)|} \tag{37}$$

El problema de esta ratio es la sensibilidad a los valores atípicos, por lo que Kestner (1996) propone la segunda de ellas. La **ratio Sterling** modifica el denominador de la ratio Calmar substituyendo la medida de riesgo anterior por la media de la pérdida máxima ($\overline{\mathbf{DD}(\mathbf{0},\mathbf{T})}$) en valor absoluto más un umbral arbitrario del 10%. Según Bacon (2011), este umbral es añadido por el hecho de que la media de la pérdida máxima es muy inferior al valor de la pérdida máxima. Sin embargo esta medida presenta un serio problema y es que si la pérdida media máxima de la cartera es inferior a este umbral, el denominador se vuelve negativo y resulta incoherente la comparación entre carteras, es por ello que a menudo se omite este umbral.

$$\mathrm{Sterling}_c = \frac{r_c}{|\overline{\mathrm{DD}(0,T)}| + \varepsilon} \tag{38}$$

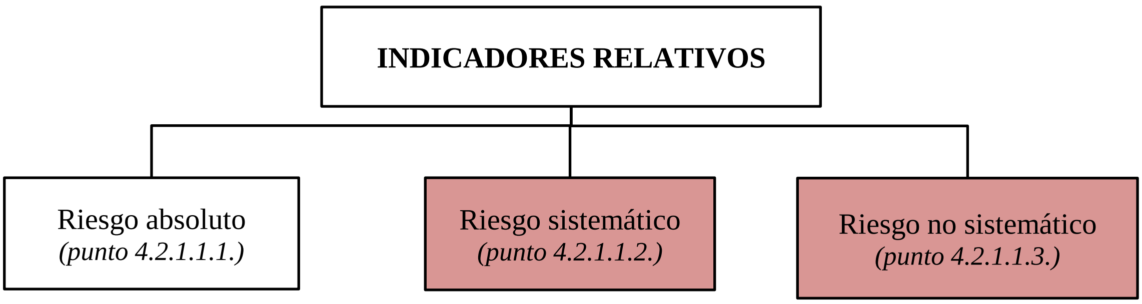
Siendo $\boldsymbol{\varepsilon}$ el umbral arbitrario que en este caso el autor lo fija en un 10%.

Finalmente, Burke (1994) con el fin de penalizar en una mayor medida los retornos negativos más relevantes introduce como medida de riesgo en el denominador la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las pérdidas más grandes. Su ratio se denomina **ratio de Burke**.

$$\mathrm{Burke}_c = \frac{r_c}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N} \mathrm{DD}(0,T)_i^2}} \tag{39}$$

Por último, una vez concluidas las medidas relativas en las cuales su medida de riesgo se basa en el riesgo total, se detallan ahora aquellas medidas donde la medida de riesgo se calcula únicamente en base a un elemento de los que componen el riesgo absoluto (véase Figura 11).

Figura 11. Medidas ajustadas al riesgo – Indicadores relativos (II)



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1.2. *Riesgo sistemático*

Por riesgo sistemático se entiende el riesgo de mercado el cual no puede eliminarse a través de la diversificación.

Una de las medidas que introduce el riesgo sistemático es el índice de Treynor expuesto en el punto 4.1.2., que si recordamos, mide el premio de rentabilidad obtenido por unidad de riesgo sistemático asumido ($\boldsymbol{\beta_c}$).

Por otro lado, en el punto 4.1.3., se explicó como el alpha de Jensen mide la diferencia entre la rentabilidad de la cartera gestionada y la rentabilidad de una cartera de referencia dado el mismo riesgo sistemático asumido. En base a esto, Smith y Tito (1969) consideran esta alfa como una medida adecuada para explicar el exceso de rentabilidad. En un primer lugar tomó el nombre de **Jensen modificada** pero más tarde esta medida pasa a llamarse ratio **Black-Treynor** la cual es el cociente entre el alpha de la cartera y su beta (riesgo sistemático).

$$\text{Black} - \text{Treynor}_c = \frac{\alpha_c}{\beta_c} = \frac{(r_c - r_f) - \beta_c(r_m - r_f)}{\beta_c} \tag{40}$$

De la fórmula se extrae que, cuanto más elevada sea la ratio, más elevado será el exceso que ha logrado la cartera por encima del mercado dado un mismo riesgo sistemático.

4.2.1.1.3. *Riesgo no sistemático*

Por último, el riesgo no sistemático equivale al riesgo del activo y se puede eliminar mediante la diversificación.

Uno de los instrumentos más utilizados por los gestores de carteras para medir la desviación de rentabilidad de una cartera respecto su *benchmark* de referencia es el **tracking error**. El *tracking error* es la dispersión de un diferencial, es decir, la volatilidad de la diferencia entre el rendimiento de la cartera y del *benchmark*. De esta manera, delante de un *tracking error* elevado diremos que el gestor ha obtenido resultados diferentes al *benchmark* pero no indica si estos resultados han sido positivos o negativos.

$$TE_c = \sigma(r_c - r_{BM}) \tag{41}$$

Siendo $\mathbf{r_{BM}}$ el retorno del *benchmark.*

Para solucionar este inconveniente, Treynor y Black (1973) proponen la **ratio de Información**. Ésta se obtiene del cociente entre el exceso de rentabilidad respecto un *benchmark* entre el *tracking error*.

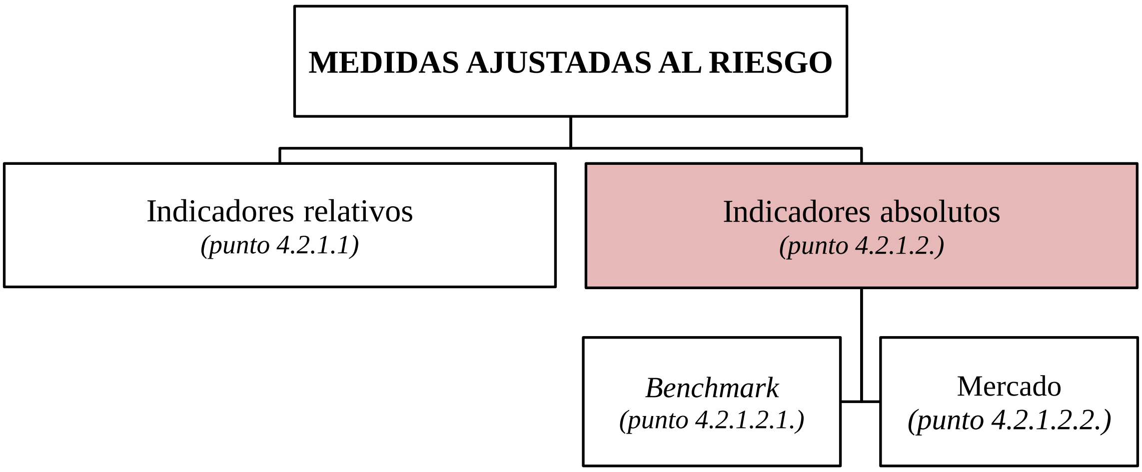
$$IR_c = \frac{r_c - r_{BM}}{TE_c} \tag{42}$$

Finalmente, a mayor ratio de información, mayor será la rentabilidad obtenida por encima del *benchmark*, es decir, el riesgo adicional en el que está incurriendo el gestor está recompensado con una mayor rentabilidad.

4.2.1.2. Indicadores absolutos

En segundo y último lugar, para concluir con las medidas de *performance* ajustadas al riesgo, diversas medidas pueden ser englobadas en los indicadores absolutos. Estos indicadores son una forma generalizada de medir el rendimiento de una cartera que no se sirve de un cociente, sino que se basan en otras expresiones con el fin de ajustar el riesgo entre diversas carteras.

Figura 12. Medidas ajustadas al riesgo – Indicadores absolutos (II)



Fuente: Elaboración propia

La medida más significativa es el alfa Jensen, también comentada anteriormente en el punto 4.1.3., dado que evalúa la capacidad del gestor para gestionar la cartera en función de su sensibilidad al riesgo sistemático.

Igual que en el apartado anterior dentro del segundo nivel se pueden dividir los indicadores absolutos en dos categorías (véase Figura 12). Dentro de éstas se disgregan las medidas que ahora se exponen.[13]

4.2.1.2.1. *Benchmark*

Como se ha expresado en apartados anteriores, la ratio de Sharpe, al igual que el índice de Treynor comparten el inconveniente de que sus resultados son de difícil interpretación dado que no permite la comparación entre resultados de diferentes carteras a causa de las volatilidades distintas. Como solución a este problema Modigliani y Modigliani (1997) crearon el **índice M².**

[13] Véase Anexo 3 "Indicadores absolutos"

Esta medida a través del apalancamiento, es decir, tomar prestado o prestar activo sin riesgo, pretende ajustar el riesgo de la cartera al mismo nivel del riesgo total del mercado con el fin de poder compararlos. En otras palabras, el índice M² es la rentabilidad ajustada al riesgo (*Risk-Adjusted Performance, RAP*).

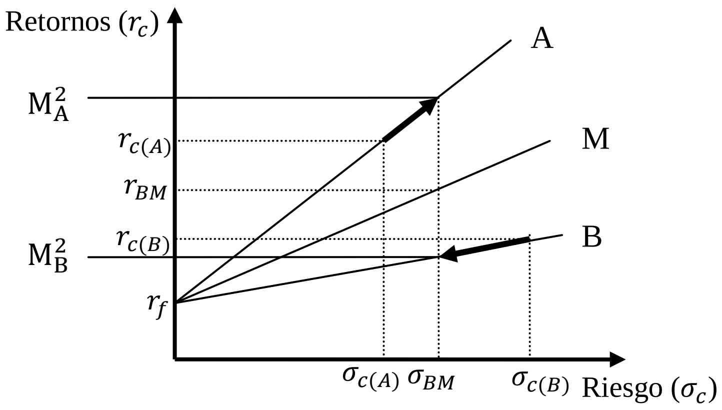
$$M_c^2(\mathrm{RAP}) = \frac{\sigma_{BM}}{\sigma_c} * (r_c - r_f) + r_f \qquad (43)$$

Alternativamente podemos obtener el valor de la medida RAP en base a la ratio de Sharpe de la cartera multiplicada por el riesgo del *benchamrk* más la tasa libre de riesgo.

$$M_c^2(\mathrm{RAP}) = S_c * \sigma_{BM} + r_f \qquad (44)$$

Analizando la Figura 13, la cartera A es preferible a la cartera B dado que, según el índice M², la primera obtiene un mayor rendimiento en función del mismo nivel de riesgo absoluto asumido.

Figura 13. Índice M² (RAP)



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, Leah Modigliani (1997) propone una adaptación del índice anterior, donde sugiere substituir el riesgo total por el riesgo sistemático que utiliza el índice de Treynor en su fórmula **(β_c)**. El índice **M² para beta** (*Market Risk-Adjusted Performance,* MRAP) se obtiene de la misma manera que su predecesor con la única diferencia que se apalanca la inversión para que el riesgo sistemático de la cartera coincida con el del mercado.

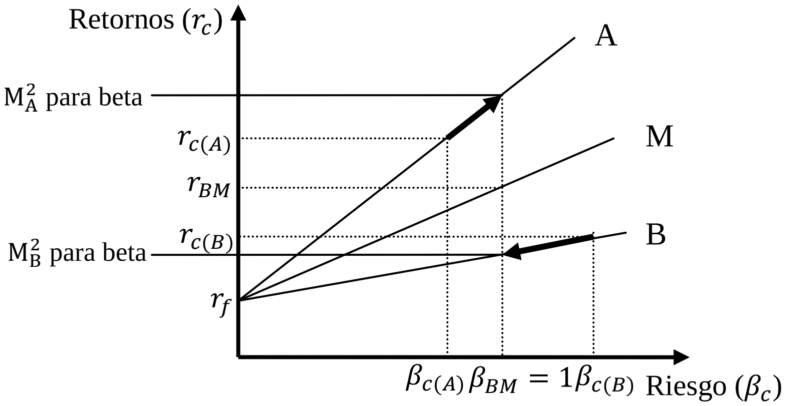
$$M_c^2 \text{ para beta } (\mathrm{MRAP}) = \frac{\beta_{BM}}{\beta_c} * (r_c - r_f) + r_f \qquad (45)$$

Igual que para el caso anterior, también podemos obtener la medida MRAP en base a la ratio de Treynor de la cartera por el riesgo sistemático del *benchamrk* más la tasa libre de riesgo.

$$M_c^2(\mathrm{MRAP}) = T_c * \beta_{BM} + r_f \qquad (46)$$

A su vez, la cartera A es preferible puesto que, asumiendo el mismo nivel de riesgo sistemático, proporciona una rentabilidad superior a la cartera B tal y como se aprecia en la Figura 14.

Figura 14. Índice M² para beta (MRAP)



Fuente: Elaboración propia

Si recordamos los resultados obtenidos por la ratio de Sharpe y el índice de Treynor se observa como las dos medidas anteriores muestran los mismos resultados de preferencia sobre las carteras, no obstante, las medidas de Modigliani facilitan la información obtenida dado que sus resultados se muestran en puntos básicos.

Otros dos autores también sugirieron una medida que, al igual que Modigliani y Modigliani, trata de igualar la volatilidad de las carteras para poder compararlas. Estos autores son Graham y Harvey (1997) y propusieron las medidas **GH1 y GH2**.

La primera de ellas (GH1) trata de modificar la volatilidad del *benchmark* para equipararla a la de la cartera y la segunda (GH2) es la inversa, es decir, se modifica la volatilidad de cada cartera para equipararla a la del *benchmark*. Para modificar la volatilidad la medida se nutre del apalancamiento, es decir, tomar prestado o invertir activo sin riesgo.

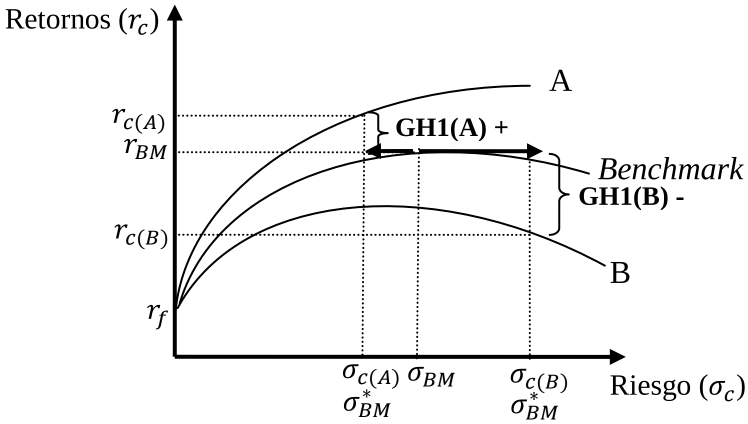
En la Figura 15, se observa que la medida GH1 es positiva cuando el rendimiento de la cartera es superior al del *benchamrk* una vez ajustada su volatilidad al mismo nivel y es negativa cuando el rendimiento es inferior a la del *benchamrk* después de equiparar su volatilidad a la de la cartera.

$$\begin{aligned} \mathrm{GH1(A)} &= \mathrm{r_{c,A}} - \mathrm{r^*_{BM\,(\sigma_{BM}=\,\sigma_A)}} = + \\ \mathrm{GH1(B)} &= \mathrm{r_{c,B}} - \mathrm{r^*_{BM\,(\sigma_{BM}=\,\sigma_B)}} = - \end{aligned} \tag{47}$$

En la Figura 16, obtendremos una medida GH2 positiva cuando la rentabilidad de la cartera, una vez se haya equiparado su volatilidad a la el *benckmark*, sea superior a la rentabilidad del mercado de referencia. Por el contrario, la medida GH2 será negativa cuando la rentabilidad de la cartera con igual volatilidad que la del mercado de referencia sea inferior a la del *benchmark*.

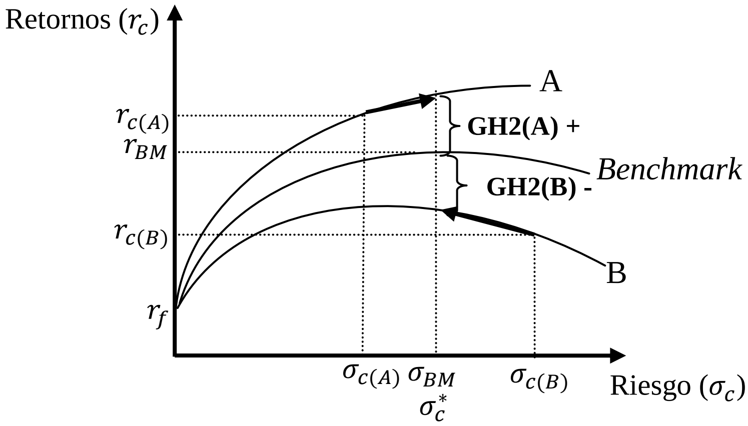
$$\begin{aligned} GH2(A) &= r^{*}_{c,A\,(\sigma_A=\sigma_{BM})} - r_{BM} = + \\ GH2(B) &= r^{*}_{c,B\,(\sigma_B=\sigma_{BM})} - r_{BM} = - \end{aligned} \qquad (48)$$

Figura 15. GH1



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. GH2



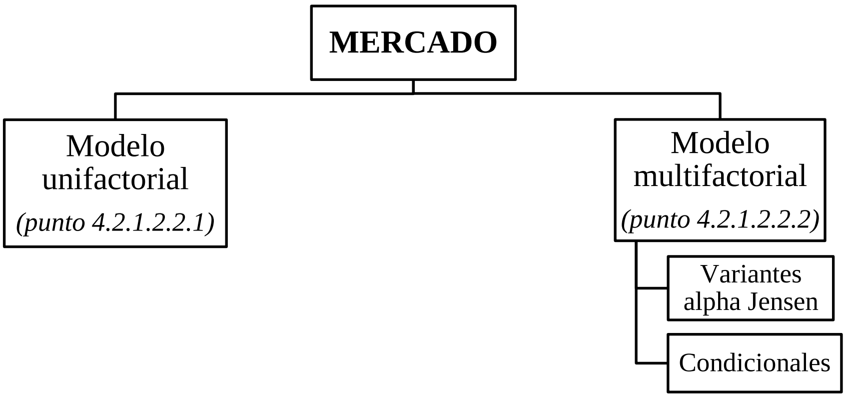
Fuente: Elaboración propia

Por último, Graham y Harvey apuntan que las medias de Modigliani no tienen en cuenta la curvatura de la frontera eficiente cosa que puede llevar a resultados erróneos en mercados con baja volatilidad que requieran mucho apalancamiento para equiparar volatilidades.

4.2.1.2.2. *Mercado*

Respecto a las medidas donde la rentabilidad de la cartera se compara con la del mercado podemos dividirlas según su modelo se componga de un solo factor o de diversos de ellos. De este último grupo resultan dos subgrupos, uno de ellos son las variantes del alpha de Jensen y otro los modelos condicionales (véase Figura 17).

Figura 17. Medidas ajustadas al riesgo – Indicadores absolutos – Mercado



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2.2.1. Modelo unifactorial

Partiendo del modelo del alpha de Jensen, el cual a su vez, proviene del modelo CAPM comentados ambos en los apartados iniciales de la tesina, surge una cuestión relevante respecto a la tasa libre de riesgo. La teoría del CAPM se fundamenta en la principal hipótesis de existencia de un activo libre de riesgo, y por lo tanto, en la posibilidad de apalancarse, es decir, desinvertir en tasa de riesgo para adquirir más proporción de activos arriesgados de la cartera. En base a esto, Black (1972) reemplaza este activo libre de riesgo por una cartera de activos con beta igual a cero (Z) con el fin de establecer la posibilidad de apalancarse gracias a realizar posiciones cortas con los activos de libre de riesgo. En otras palabras, Black elimina la necesidad de apalancarse mediante la desinversión en la tasa libre de riesgo para posteriormente invertir en activos arriesgados por la posibilidad de vender activos arriesgados antes de haberlos comprado puesto que se prevé que su precio va a disminuir y se adquirirá posteriormente a un precio más reducido en el mercado. De esta manera, se garantiza un rendimiento en épocas de caída de precios. Gracias a esta teoría, Black en su medida **alpha con el modelo cero-beta** modifica la fórmula del alpha de Jensen substituyendo la tasa libre de riesgo por el rendimiento de la cartera Z.

$$\text{alpha cero} - \text{beta}_c = (r_c - r_Z) - \frac{\sigma_c}{\sigma_M}(r_M - r_Z) = (r_c - r_Z) - \beta_c(r_M - r_Z) \quad (49)$$

Donde $\mathbf{r_Z}$ es la rentabilidad de las carteras con beta igual a cero.

Por lo tanto, para $\alpha>0$ el gestor habrá realizado una buena gestión pues ha logrado batir al mercado mediante el apalancamiento a través de posiciones cortas con activos arriesgados. Por el contrario, para $\alpha<0$ es cuestionable la gestión del gestor ya que podría haber logrado un rendimiento superior simplemente replicando el índice de referencia.

Más tarde Elton y Gruber (1995), basados en la idea de Fama (1972) y a su vez siguiendo la línea de la teoría del alpha de Jensen proponen una medida en la cual se compara la rentabilidad de una cartera gestionada con otra cartera de referencia no gestionada asumiendo que ambas tienen el mismo riesgo absoluto. Sin embargo, ahora esta cartera no gestionada no equivale a la cartera de mercado sino que pertenece a la CML y está formada por un conjunto de activos arriesgados. Por lo tanto, en primer lugar, el gestor debe crear una cartera de referencia con un nivel de riesgo determinado ($\mathbf{r_{c*}}$). Posteriormente, el gestor intentará diseñar una cartera con un rendimiento superior ($\mathbf{r_c}$) a la de referencia partiendo, siempre, de que ambas disponen del mismo nivel de riesgo. Si finalmente restamos ambas carteras se obtiene la medida **riesgo total de alpha** (TRA), nombrada así por Scholtz y Wilkens (2005), la cual recoge la capacidad del gestor para obtener un rendimiento adicional ayudándose del apalancamiento para obtener otra cartera con un rendimiento superior.

$$\mathrm{TRA_c} = \mathrm{r_c} - \mathrm{r_{c*}} \tag{50}$$

Si definimos cada variable por su valor llegamos a la conclusión de que la medida riesgo total de alpha no es más que la diferencia entre las ratios de Sharpe de la cartera gestionada y la de referencia multiplicada por el riesgo de la cartera gestionada. A esta misma conclusión llegaron Gressis et al. (1986).

$$\mathrm{TRA_c} = \mathrm{r_f} + \left[\frac{\mathrm{r_c} - \mathrm{r_f}}{\sigma_M}\right] * \sigma_c - \mathrm{r_f} + \left[\frac{\mathrm{r_{c*}} - \mathrm{r_f}}{\sigma_M}\right] * \sigma_c = (\mathrm{S_c} - \mathrm{S_{c*}}) * \sigma_c \tag{51}$$

A la hora de comparar rendimientos de carteras invertidas en dos mercados diferentes **McDonald** (1973) sugiere su medida la cual lleva su mismo nombre. Con esta medida se puede atribuir la rentabilidad de cada mercado en la rentabilidad total de la cartera y valorar la capacidad del gestor en las inversiones de activos en los mercados más rentables.

$$\Phi_c = (\mathrm{r_c} - \mathrm{r_f}) + \beta_{c1}(\mathrm{r_{M1}} - \mathrm{r_f}) + \beta_{c2}(\mathrm{r_{M2}} - \mathrm{r_f}) \tag{52}$$

Donde;
$\mathbf{r_{M1}}$ es la rentabilidad del mercado 1,
$\mathbf{r_{M2}}$ es la rentabilidad del mercado 2,
$\boldsymbol{\beta_{c1}} = \mathbf{x_1}\boldsymbol{\beta_{c1}}$ **y** $\boldsymbol{\beta_{c2}} = \mathbf{x_2}\boldsymbol{\beta_{c2}}$ siendo $\mathbf{x_1}$ **y** $\mathbf{x_2}$ las proporciones de cartera invertida en cada mercado y $\boldsymbol{\beta_{c1}}$ **y** $\boldsymbol{\beta_{c2}}$ el riesgo sistemático para cada mercado, y
$\boldsymbol{\Phi_c} = \mathbf{x_1}\boldsymbol{\epsilon_{c1}} + \mathbf{x_2}\boldsymbol{\epsilon_{c2}}$ es el exceso de rendimiento de la cartera global donde $\boldsymbol{\epsilon_{c1}}$ **y** $\boldsymbol{\epsilon_{c2}}$ son el exceso de rendimiento de cada cartera.

No obstante, este modelo sólo considera inversiones en acciones y en el mercado Americano, por este motivo Pogue et al. (1974) proponen otro modelo donde las carteras están formadas por varias clases de activos y pueden ser invertidas en otros mercados internacionales.

4.2.1.2.2.2. Modelo multifactorial

En las medidas de performance que se han expuesto en todos los apartados anteriores, los cambios en las rentabilidades se ven únicamente afectados por la beta de la cartera. Sin embargo, diversos autores plantean la idea de incluir otros factores útiles como medida de riesgo sistemático. Por ejemplo Ross (1976) con su "Arbitrage Pricing Theory" (APT), siendo éste una generalización del modelo CAPM incluyendo más factores de riesgo.

- ***Modelos multifactoriales basados en el alpha de Jensen***

Estas medidas son, de nuevo, variaciones del alpha de Jensen. En este apartado, al tratarse de modelos multifactoriales, a la fórmula base del alpha de Jensen (definida en la ecuación 17) se le añaden otros elementos que se consideran relevantes a la hora de medir el rendimiento de una cartera. Anteriormente, los rendimientos se explicaban en base a fenómenos económicos iguales para todos los activos, ahora, con este nuevo modelo, se incluyen características particulares de cada activo con el fin de explicar los rendimientos que generan. Estos elementos definidos en el modelo como β son unos factores de riesgo no observables que inciden en el rendimiento de la cartera.

De los primeros autores en ampliar el alpha de Jensen fueron Fama y French (1993) los cuales proponen incluir al riesgo de la empresa su tamaño (medido por su capitalización) y el valor de la ratio *book-to-market*[14]. Su medida presenta el nombre de **alpha basada en el modelo de tres factores de Fama y French**.

$$\alpha_c = (r_c - r_f) - \beta_c(r_M - r_f) - \beta_{c,1}(SMB) - \beta_{c,2}(HML) \qquad (53)$$

Donde;
$\boldsymbol{\beta_{c,1}}$ es el riesgo de la cartera según el tamaño de la empresa,
$\boldsymbol{\beta_{c,2}}$ es el riesgo de la cartera según el valor de la ratio *book-to-market,*
SMB es a rentabilidad de una cartera que replica las diferencias entre empresas grandes y pequeñas y
HML es la rentabilidad de una cartera que replica las diferencias entre empresas de crecimiento o de valor.

Posteriormente, Carhart (1997) basándose en el modelo de Fama y French de tres factores, sugiere la inclusión de un nuevo factor definido por el promedio de los rendimientos más altos y el promedio de los rendimientos más bajos. Así su medida pasa a llamarse **alpha basada en el modelo de cuatro factores de Carhart.**

$$\alpha_c = (r_c - r_f) - \beta_c(r_M - r_f) - \beta_{c,1}(SMB) - \beta_{c,2}(HML) - \beta_{c,3}(WML) \qquad (54)$$

Donde;
$\boldsymbol{\beta_{c,3}}$ es el riesgo de la cartera según el tamaño de los rendimientos anteriores y
WML es el rendimiento de una cartera que replica los activos que han obtenido un mayor rendimiento en el último año y la cartera de aquellos otros con un rendimiento más bajo.

[14] La ratio *book-to-market* es una expresión anglosajona que relaciona el valor contable del patrimonio neto de una compañía con su valor a precio de mercado. Según Laínez y Cuéllar (2002) "se trata de un ratio que refleja la diferencia entre lo que los estados financieros, elaborados según principios y normas contables, consideran es el valor del patrimonio neto de la firma y lo que el mercado, en función de las expectativas de los inversores, estima es el valor económico de su capital".

- ***Modelos condicionales***

Otra idea interesante que sugieren algunos autores es la inclusión de **riesgos/betas condicionales**. Estos modelos parten de la idea de que los coeficientes betas varían según la información disponible en cada momento. Así la beta toma un doble juego, por un lado mide el riesgo de la cartera ante variaciones de la rentabilidad por cambios en el mercado, y por otro lado, incorpora un riesgo extra según las distintas situaciones económicas de la cartera. Los autores que propusieron este concepto fueron Ferson y Schadt (1996). Su reflexión se centra en que el riesgo de la cartera puede verse alterado según evolucione el tiempo o en base a determinados factores.

$$\alpha_c = (r_c - r_f) - \sum_{j=1}^{J} \beta_{c,j}\lambda_{j,t} - \sum_{j=1}^{J}\sum_{l=1}^{L} \beta_{c,j,l}(z_{l,t-1}\lambda_{j,t}) \tag{55}$$

Donde;
$\boldsymbol{\beta_{c,j}}$ es la sensibilidad de la cartera condicionada al factor j,
$\boldsymbol{\lambda_{j,t}}$ es el retorno del factor j en el periodo t,
$\mathbf{z_{l,t-1}}$ es la variable macroeconómica observada l durante el perior t-1
$\boldsymbol{\beta_{c,j,l}}$ es la sensibilidad de $\boldsymbol{\beta_{c,j}}$ condicionado al factor económico $\mathbf{z_l}$

Posteriormente, Christopherson et al. (1999) se unieron a la idea de betas condicionales de Ferson y Schadt pero introdujeron el supuesto de que el **alfa** también sigue un proceso **condicional**.

$$\alpha_c - \sum_{l=1}^{L} \alpha_{c,l} z_{l,t-1} = (r_c - r_f) - \sum_{j=1}^{J} \beta_{c,j}\lambda_{j,t} - \sum_{j=1}^{J}\sum_{l=1}^{L} \beta_{c,j,l}(z_{l,t-1}\lambda_{j,t}) \tag{56}$$

Donde $\boldsymbol{\alpha_{c,l}}$ es la sensibilidad de alpha al factor económico $\mathbf{z_l}$.

4.2.2. Medidas que incorporan la aversión al riesgo del inversor

En este último apartado se agrupan aquellas medidas que añaden elementos referentes a las características del inversor, especialmente, la aversión al riesgo.

Melnikoff (1998) sugiere definir la aversión al riesgo del inversor como una constante W que mide la relación entre pérdida-beneficio, es decir, la relación entre el beneficio deseado para compensar el riesgo fijo. Melnikoff la nombra como **aproximación actuarial** y se calcula como:

$$\text{Aproximación actuarial}_c = r_c - (W - 1)S \tag{57}$$

Donde W es el peso de la relación pérdida-beneficio (aversión al riesgo) y S la tasa media de pérdida anual.

Normalmente, el peso de la aversión al riesgo para un individuo suele ser igual a 2, cosa que significa que el individuo estará de acuerdo en invertir si la cantidad esperada de su ganancia es el doble de la pérdida.

Por último, como ejemplo de aplicación de este tipo de medidas, la agencia Morningstar tiene como función publicar un ranking de fondos basados en su propia metodología. La medida que desarrollan trata de medir el rendimiento incorporando las preferencias del inversor a través de una función de utilidad y teniendo en cuenta un coeficiente de aversión al riesgo. La ***Morningstar Risk-Adjusted Return***, MRAR (Morningstar, 2009) viene definida por:

$$\mathrm{MRAR_c} = \left[\frac{1}{\mathrm{T}}\sum_{\mathrm{t=1}}^{\mathrm{T}}(1+\mathrm{r_{Geo}})^{-\mathrm{A}}\right]^{\frac{-12}{\mathrm{A}}} - 1 \qquad (58)$$

Donde;
T es el periodo en los que se generan retornos,
$(\mathbf{1}+\mathbf{r_{Geo}}) = \frac{\mathbf{1+r_{c,t}}}{\mathbf{1+r_f}}$ es el exceso de rentabilidad geométrica en el periodo t.

En referencia a la aversión al riesgo, *Morningstar* establece dicho valor igual a 2 que, como se ha mencionado anteriormente, el individuo estará de acuerdo en invertir si la cantidad esperada de su ganancia es el doble de la pérdida. En este caso, la fórmula será:

$$\mathrm{MRAR_c(A=2)} = \left[\frac{1}{\mathrm{T}}\sum_{\mathrm{t=1}}^{\mathrm{T}}(1+\mathrm{r_{Geo}})^{-2}\right]^{-6} - 1 \qquad (59)$$

Finalmente, con los resultados obtenidos por la medida MRAR, la agencia *Morningstar* elabora un ranking, representado por cinco estrellas, donde el fondo que posea 5 será aquel fondo mejor valorado, es decir, el que posee más rentabilidad.

III. CONTEXTO PRÁCTICO

5. DATOS

Una vez realizada una síntesis del universo de medidas de *performance* existentes en la literatura para analizar el rendimiento de una cartera, se tiene como propósito aplicar algunas de las medidas más relevantes comentadas en los apartados anteriores. Para ello se analizaran las tres medidas tradicionales de Sharpe, Treynor y el alpha de Jensen así como otras medidas que consideran alternativas a las medidas de *performance* tradicionales.

El objetivo principal del estudio trata de analizar el rendimiento de un fondo real de inversión antes y después de la crisis económica española para así observar la sensibilidad de las mismas ante situaciones desfavorables y a su vez poder evaluar el trabajo realizado por la entidad gestora del fondo. Por otro lado, en el punto contiguo a éste, se obtienen las series de resultados de las medidas de *performance* utilizadas en el punto anterior para una ventana móvil de 12 periodos. Gracias a ello se analizará el grado de estabilidad que posee cada una de las medidas ante situaciones desfavorables aplicando y valorando una medida de dispersión.

Para el estudio, se ha elegido como muestra el fondo de inversión BBVA Bolsa caracterizado por invertir en las compañías más representativas de la Bolsa Española, en las que destacan inversiones en Banco Sabadell S.A., BBVA, Telefonica, CaixaBank…[15]

En la Tabla 2 se muestran las características principales del fondo a analizar.

Tabla 2. Características del fondo de inversión BBVA Bolsa

Fondo Inversión	**Gestora**	**Tipo de fondo**	**Índice referencia**
BBVA Bolsa	BBVA ASSET MANAGEMENT, S.A., S.G.I.I.C	Renta variable nacional	Ibex 35

Fuente: Elaboración propia en base a la ficha técnica del fondo de inversión BBVA Bolsa, BBVA.

Una vez elegido el fondo a tratar ha sido conveniente recoger sus valores liquidativos históricos cuyos datos se han obtenido directamente de la página web de la gestora *BBVA Asset Management* (precios de cierre para el periodo antes de la crisis económica española (01/01/2004-31/12/2008) y para el periodo después de la crisis (01/01/2009-31/12/2013)). Asimismo también ha sido necesario seleccionar una cartera de mercado constituida por el índice de referencia del fondo de inversión. Como el fondo seleccionado invierte en las principales compañías de la Bolsa Española, se ha elegido como índice de referencia el Ibex 35 teniendo en cuenta que en él cotizan las 35 empresas españolas de mayor capitalización. Del mismo modo que se han obtenido los precios históricos para el fondo de inversión, se han obtenido los del Ibex35 pero esta vez extraídos de la página web *yahoo finance* para los mismos periodos que el fondo de inversión.

[15] Véase Anexo 4 para ver la ficha técnica del fondo de inversión BBVA Bolsa.

Finalmente, también se ha seleccionado un activo/tasa libre de riesgo, siendo éste las Letras del Tesoro Español a 12 meses y obteniéndose su rendimiento a través de la sede electrónica del Tesoro Público. Se ha seleccionado dicho activo libre de riesgo puesto que en la información periódica sobre la evolución del fondo emitido por la gestora *BBVA Asset Management* dentro del apartado de datos económicos, especialmente en las medidas de riesgo, utiliza el rendimiento de las Letras del Tesoro Español a 12 meses para compararlo con el rendimiento del fondo.

Una vez recogidos todos los datos necesarios se procede a analizar los resultados obtenidos por diversas medidas de *performance.* Para ello se utiliza el programa *R-Commander* conjuntamente con el paquete *PerformanceAnalytics* incluido dentro de él[16].

6. ANÁLISIS ESTÁTICO

En primer lugar se pretende mostrar de una manera visual la evolución del fondo juntamente con la evolución del Ibex35. Para esto, se plasman los precios tanto del fondo de inversión como del índice para cada periodo así como sus rendimientos mensuales en su forma continua (logarítmica).

Tabla 3. Precios y rendimientos mensuales

Precios (antes crisis)	**Precios (después crisis)**
BBVA IBEX 2004-01-01 16.48 7929.9 2004-02-01 17.15 8249.4 2004-03-01 16.63 8018.1 2004-04-01 16.81 8109.5 2004-05-01 16.55 7959.3 2004-06-01 16.81 8078.3 […]	BBVA IBEX 2009-01-01 17.85 8450.4 2009-02-01 16.39 7620.9 2009-03-01 16.76 7815.0 2009-04-01 19.12 9038.0 2009-05-01 20.27 9424.3 2009-06-01 21.09 9787.8 […]
Rendimientos (antes crisis)	**Rendimientos (después crisis)**
BBVA IBEX 2004-01-01 NA NA 2004-02-01 3.98% 3.95% 2004-03-01 -3.07% -2.84% 2004-04-01 1.07% 1.13% 2004-05-01 -1.55% -1.86% 2004-06-01 1.55% 1.48% […]	BBVA IBEX 2009-01-01 NA NA 2009-02-01 -8.53% -10.3% 2009-03-01 2.23% 2.51% 2009-04-01 13.17% 14.53% 2009-05-01 5.84% 4.18% 2009-06-01 3.96% 3.78% […]

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, la mayoría de las medidas de *performance* fijan una tasa libre de riesgo con el fin de obtener el exceso de rendimiento. Para ello se han obtenido los valores referentes al interés medio de las Letras del Tesoro Español a 12 meses[17]. Una vez realizado esto, se obtiene la media de los tipos para cada periodo siendo ésta la tasa libre de riesgo para antes y después de la crisis.

[16] En el Anexo 5 se puede consultar el código utilizado para obtener los resultados.

[17] El principal inconveniente que ha surgido es el hecho de que el Tesoro Público anuncia mensualmente los rendimientos anualizados cosa que ha obligado a transformar los mismos en mensuales dividiendo cada uno de ellos entre 12 para equiparar los resultados con los del fondo.

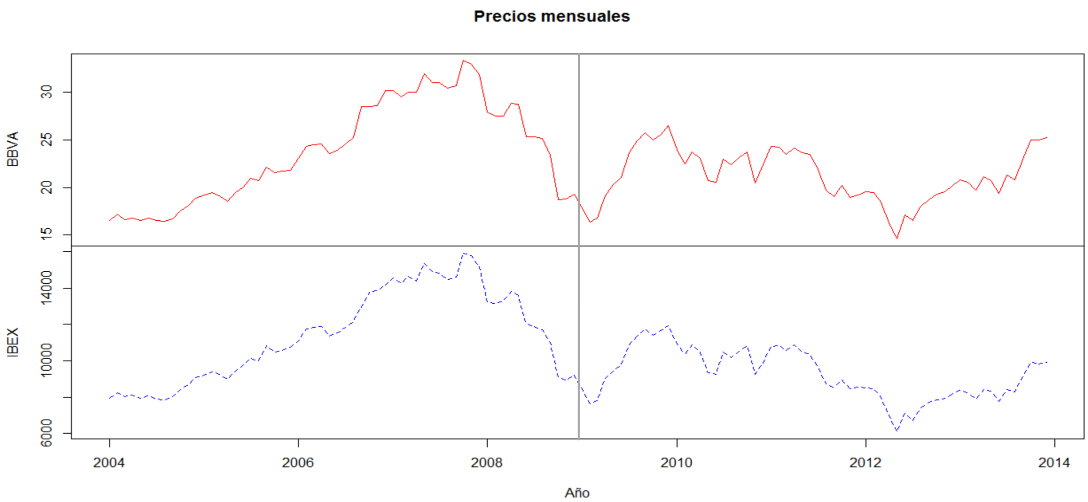
Tabla 4. Tasa libre de riesgo

Tasa libre de riesgo (antes crisis)	Tasa libre de riesgo (después crisis)
0.2476%	0.1696%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Después de obtener los datos principales de la serie se pretende realizar un análisis descriptivo. En la Figura 18 y 19, se grafican los datos proporcionados por la Tabla 3 y 4. Para una mejor comprensión de la situación se han unificado sus precios y rendimientos de ambos periodos y se ha marcado con una línea vertical el punto en el que se separan ambas muestras, es decir, enero de 2009. En base a la Figura 18, los precios mensuales del fondo siguen la misma tendencia que los precios del Ibex35, sin embargo se pueden observar tres momentos diferentes de cambio de tendencia. Un primer bloque de la serie, referente a los años de 2004 a finales de 2007, tanto el fondo como el índice se encuentran en pleno crecimiento beneficiados por la buena situación económica que vive en España en ese momento. No obstante estas buenas perspectivas de crecimiento, a partir de 2008 los mercados financieros sufren una fuerte caída debido principalmente al inicio de la crisis económica y al pánico bursátil que se desata de la misma provocando desconfianza en los inversores. Este suceso conlleva a una caída muy pronunciada de los precios liquidativos de los activos hasta su punto más bajo a inicios de 2009. Finalmente, en un tercer momento se observa como en 2009 ambos activos experimentan un leve incremento de sus precios, sin embargo, este incremento no es constante y vuelve a caer hacia niveles históricos muy bajos hasta finales de 2013. Asimismo destacar que antes de la crisis los precios de los activos eran muy superiores a los que se obtuvieron en el periodo posterior.

Figura 18. Evolución de los precios liquidativos

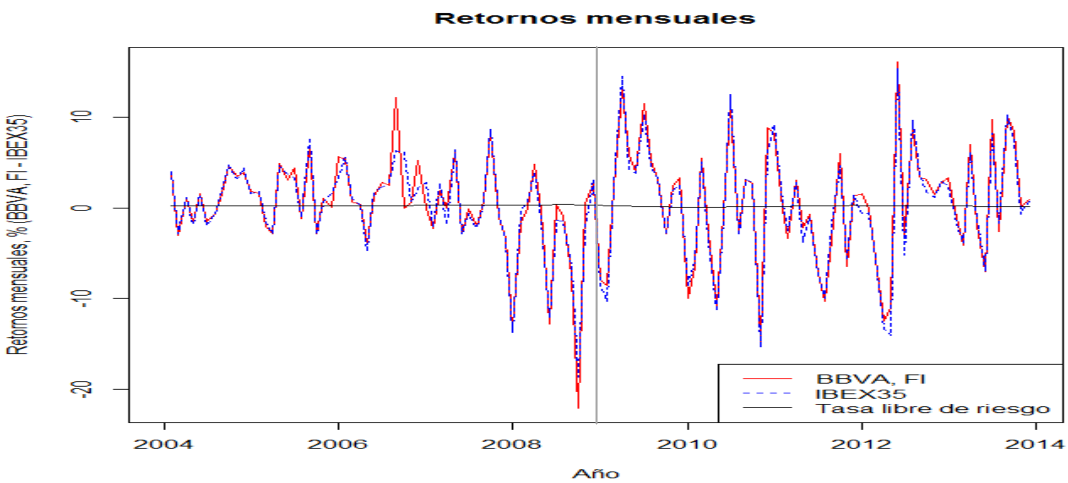


Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Con el propósito de eliminar la tendencia de ambos activos y poder así comparar los rendimientos de cada uno de ellos en la Figura 19 se plasman los rendimientos logarítmicos de ambos juntamente con la rentabilidad de la tasa libre de riesgo. En dicho gráfico vuelve a resurgir la idea de que los rendimientos del fondo de inversión siguen la misma trayectoria que los resultantes del Ibex35. No obstante cabe decir que, todo y que ambos rendimientos sigan un mismo camino, el fondo de inversión durante el primer periodo obtiene unos rendimientos superiores al índice de referencia en los puntos donde éstos son más extremos, sin embargo, una vez entrada la crisis, el Ibex35 es ahora el que obtiene unos rendimientos superiores al fondo en los rendimientos más extremos. Otra característica destacable es que al igual que se ha comentado en la figura de precios, se pueden definir tres clústeres de comportamiento. El primero de ellos que equivale al periodo entre 2004 y finales de 2007, donde los precios liquidativos experimentan un gran ascenso, la rentabilidad de ambos activos apenas sufre alteraciones. Luego, el segundo clúster se fija en 2008 siendo éste el año de inicio de la crisis y elevada caída de los precios. Respecto a este clúster, en la figura de rendimientos se observa como éstos caen drásticamente llegando a su máxima rentabilidad negativa aproximadamente del 20%. Por último, a partir de 2009 hasta el final de la serie analizada es un periodo donde la crisis se empieza a controlar y, aunque los precios de los activos sean reducidos, las rentabilidades obtenidas presentan una mayor oscilación que en el periodo anterior. Es decir, en este caso las series generan unos rendimientos entre un 15% y un -15%.

Por otro lado, si se comparan los retornos con la tasa libre de riesgo se obtiene el exceso de rendimiento. Para antes de la crisis la diferencia de los rendimientos respecto a la tasa libre de riesgo es muy pequeña, a excepción del año 2008 donde los precios sufren una fuerte caída y por consiguiente sus rendimientos son empujados hacia la baja. Después, en el periodo posterior al inicio de la crisis, el exceso de rendimiento generado como la diferencia entre los rendimientos y la tasa libre de riesgo es muy superior al obtenido antes de la crisis. Todo y que visualmente sea una idea clara, en la Tabla 5 se especifica el valor del exceso de rendimiento medio, tanto para el fondo como para el Ibex35, con el fin de corroborar dicha conclusión.

Figura 19. Evolución de los rendimientos mensuales



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Tabla 5. Media del exceso de rendimiento

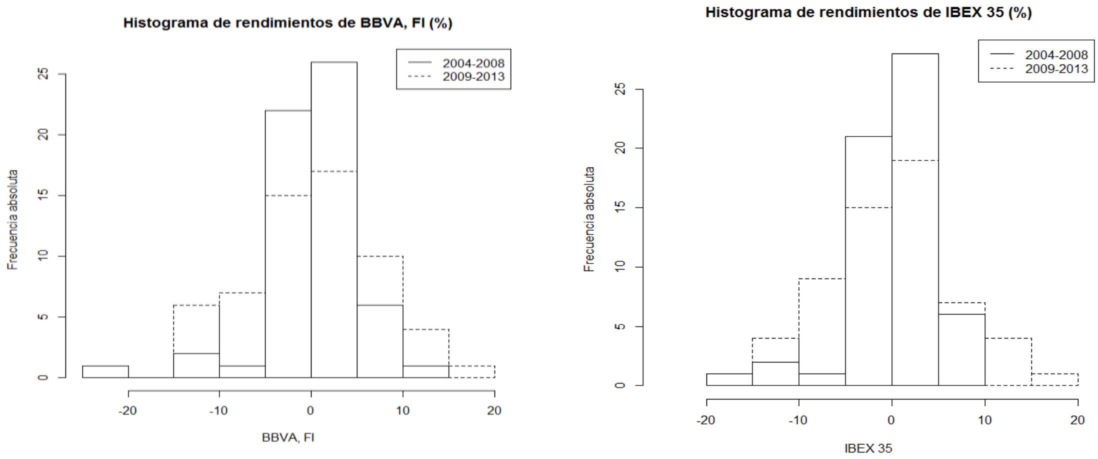
Media exceso de rendimiento (antes crisis)	**Media exceso de rendimiento (después crisis)**
BBVA IBEX	BBVA IBEX
0.021% 0.003%	0.41% 0.10%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Aunque los excesos de rendimiento no destaquen por su magnitud, como era de esperar, el exceso de rendimiento del segundo periodo es bastante más elevado que el del primero y a su vez, el exceso de rendimiento obtenido por el fondo es superior al del mercado. En base a esto, el gestor del fondo realiza una buena gestión teniendo en cuenta que genera un rendimiento superior a la tasa libre de riesgo en comparación con el que está generando el mercado.

Otro rasgo a tener en cuenta es la distribución de los rendimientos y para ello se debe prestar atención a la Figura 20. En los histogramas se observa como en el periodo 2004-2008 tanto el fondo de inversión como el mercado presentan una asimetría negativa que posteriormente, una vez entrada la crisis, se reduce convirtiéndose en positiva. Esta característica se puede explicar en el hecho del importante descenso de rendimientos que sufren ambos activos en 2008 lo cual provoca que la asimetría se desplace hacia la izquierda.

Figura 20. Histogramas de los rendimientos mensuales



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Por último, se pretende conocer el valor de la dispersión de los rendimientos respecto a su media, es decir, la desviación estándar, la cual se utiliza en muchas de las medidas que posteriormente se analizaran.

Tabla 6. Desviación estándar

Desviación estándar (antes crisis)	**Desviación estándar (después crisis)**
BBVA IBEX	BBVA IBEX
5.15% 4.76%	6.78% 6.83%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

En base a los resultados, tal y como se argumentó anteriormente cuando se analizaban los rendimientos, se tiene por un lado el aumento de la desviación estándar en el periodo una vez entrada la crisis debido a la inestabilidad en los mercados bursátiles. Por lo tanto, en el segundo periodo la dispersión de los rendimientos respecto su punto central es mucho más pronunciada que la que se obtenía antes de la crisis. Esta conclusión se puede corroborar con las elevadas oscilaciones de la serie de rendimientos para el segundo periodo en la anterior Figura 19. Por otro lado, comparando el fondo con el Ibex35, antes de la crisis ya se constató que el fondo obtenía unos rendimientos superiores en situaciones extremas, cosa que se plasma en el valor más elevado de la desviación estándar. Por el contrario, en el segundo periodo las desviaciones de los rendimientos respecto a la media del fondo son inferiores al mercado, es decir, en este periodo el gestor ha logrado controlar la volatilidad situándola en valores inferiores a la del mercado.

Finalmente, una vez calculados los datos previos necesarios, el estudio prosigue analizando algunas de las medidas de *performance* más relevantes teniendo como referencia temporal a finales de los dos periodos. Para el desarrollo de este apartado se ha seguido la estructuración del primer bloque de la tesina. En un primer lugar se exponen las medidas tradicionales (Sharpe, Treynor y el alpha de Jensen) y posteriormente algunas de las medidas alternativas demostradas más relevantes de cada grupo. Un aspecto relevante es comentar que puesto que los rendimientos tienen una frecuencia mensual, todas las medidas se obtendrán de la misma manera con el fin de obtener unos resultados homogéneos. A continuación se detallan los resultados de las ratios juntamente con sus conclusiones.[18]

6.1. Medidas tradicionales

- **Ratio de Sharpe**

En el siguiente apartado se calculara la ratio de Sharpe en su versión original, la cual realiza el cociente entre el exceso de rendimiento y la desviación estándar.

Tabla 7. Ratio de Sharpe

Ratio de Sharpe (antes crisis)		Ratio de Sharpe (después crisis)	
BBVA	IBEX	BBVA	IBEX
0.40%	0.07%	6.14%	1.48%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

La ratio de Sharpe experimenta un incremento considerable en el segundo periodo, es decir, se está obteniendo un rendimiento superior por unidad de riesgo asumido en el segundo periodo respecto el primero. Estos resultados son coherentes con los argumentos expuestos anteriormente teniendo en cuenta que el exceso de rendimiento del primer periodo era muy bajo y los altos resultados experimentados en el segundo periodo se obtienen, en parte, por el incremento de volatilidad que experimentan los retornos. Por otro lado, el gestor está realizando una buena gestión del fondo y como consecuencia la ratio de Sharpe en ambos periodos supera en bastante distancia al mercado. La elevada desigualdad de las ratios de Sharpe que se observa en el segundo periodo se explica en base a la buena gestión del fondo por parte del gestor el cual logra obtener un exceso de rendimiento superior. En conclusión, la teoría dice que aquella inversión con una ratio de Sharpe superior es preferible, de manera que es aconsejable invertir en el fondo en vez de en el mercado ya que se obtiene un rendimiento superior por unidad de riesgo asumido.

[18] Véase Figura 21. La misma recopila todos los resultados de las medidas utilizadas para antes y después de la crisis referentes al fondo de inversión y al índice Ibex35.

- **Índice de Treynor**

A la hora de calcular el índice de Treynor se debe definir el riesgo sistemático de la cartera, puesto que su elemento principal y diferencia respecto el ratio de Sharpe, es la beta de la cartera en el denominador calculada ésta como el cociente entre la desviación estándar de la cartera respecto la del mercado.

Tabla 8. Riesgo total, sistemático, no sistemático y beta de la cartera

Riesgo (antes crisis)			**Riesgo (después crisis)**		
	BBVA	IBEX		BBVA	IBEX
Specific Risk	1.51%	0%	*Specific Risk*	0.95%	0%
Systematic Risk	4.91%	4.76%	*Systematic Risk*	6.71%	6.83%
Total Risk	5.14%	4.76%	*Total Risk*	6.78%	6.83%
Beta cartera (antes crisis)			**Beta cartera (después crisis)**		
BBVA	IBEX		BBVA	IBEX	
1.031643	1		0.9819057	1	

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

En este caso se ha elegido como índice de referencia, o cartera de mercado, el Íbex35. El propio índice hace referencia a la cartera de mercado compuesta por todos los aquellos activos con riesgo de manera que gracias a la diversificación su riesgo específico es nulo. A su vez, la beta de la cartera del mercado es igual a 1 pues en este caso el riesgo total y el riesgo sistemático es el mismo.

Comparando ambos periodos se advierte el incremento de riesgo que experimenta el fondo, hecho que se traduce en la beta de la cartera la cual también sufre un cambio importante. Para antes de la crisis, la beta del fondo era superior a 1 suponiendo que su riesgo era superior al del mercado, mientras que para el periodo posterior, la beta se volvió inferior a 1 y ahora el riesgo del fondo es inferior al del mercado. En otras palabras se vuelven a corroborar las conclusiones anteriores sobre la idea de que el fondo en el periodo de crisis presentaba una mayor volatilidad que el mercado y en el periodo después de la crisis el mismo presenta menor volatilidad.

Por otro lado, el riesgo sistemático es muy elevado y aumenta en el segundo periodo mientras que el riesgo no sistemático es muy reducido y decrece, de manera que el riesgo total está compuesto en mayor medida por riesgo sistemático. Si se obtienen las tasas de variación se observa como el riesgo sistemático aumenta proporcionalmente más que el riesgo absoluto, siendo sus tasas de un 37% y un 32% respectivamente.

A continuación se obtiene el Índice de Treynor como el cociente entre el exceso de rendimiento entre la beta de la cartera[19].

Respecto al valor del índice de Treynor para el Ibex35, los resultados coinciden con el exceso de rendimiento calculado en la Tabla 5. Tal y como se ha explicado, se ha elegido como cartera de mercado el propio índice y por lo tanto su beta es igual a uno. Por este motivo, el valor del índice de Treynor equivale al exceso de rendimiento generado por el índice.

[19] El paquete *PerformanceAnalytics* facilita la medida de Treynor anualizada, pero como los datos disponibles tienen frecuencia mensual se programará la fórmula ad-hoc para así obtener la ratio de Treynor mensualizada.

Tabla 9. Índice de Treynor

Índice de Treynor (antes crisis)	**Índice de Treynor (después crisis)**
BBVA IBEX 0.02% 0.003%	BBVA IBEX 0.42% 0.10%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Otra vez se vuelve a poner de manifiesto la mejora, en cuanto a rendimientos se refiere, que experimenta el fondo en el segundo periodo analizado visto que el índice de Treynor soporta un gran incremento. A su vez, se repite la idea de que es preferible invertir en el fondo ya que los resultados del índice son superiores a los obtenidos por el Ibex35. Dicho de otra manera, el fondo obtiene un exceso de rendimiento por unidad de riesgo sistemático asumido superior al que genera el mercado.

- **Alpha de Jensen**

Por último, para concluir con las tres medidas tradicionales más importantes, se calcula el alpha de Jensen, que no es más que una medida que trata de conocer la capacidad del gestor para obtener un rendimiento adicional.

Tabla 10. Alpha de Jensen

Alpha de Jensen (antes crisis)	**Alpha de Jensen (después crisis)**
BBVA IBEX -0.09% 0%	BBVA IBEX 3.93% 0%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

De nuevo aclarar que el resultado del alpha de Jensen del Ibex35 igual a 0 se explica en el hecho de que se fija éste como cartera de mercado. Entonces si se retoma la fórmula de esta medida ($\alpha_c = (r_c - r_f) - \beta_c(r_M - r_f)$) donde en este caso el rendimiento de la cartera coincide con el rendimiento del mercado y la beta del Ibex35 es igual a la unidad, con la resta entre el primer elemento y el segundo se obtiene un valor nulo.

Por lo que respecta a los resultados del fondo se aprecia un hecho importante porque en el primer periodo el alpha es inferior a 0 y en el segundo es superior. La teoría dice que aquellas carteras con un $\alpha>0$ serán más preferibles que las que dispongan de un $\alpha<0$. En otras palabras, en el primer periodo el alpha negativa indica que el gestor no ha logrado obtener un rendimiento adicional, ejemplo de ello es el exceso de rendimiento tan reducido que posee. Sin embargo, después de la crisis, el alpha es positiva indicando que el gestor ha realizado un buen trabajo y ha conseguido obtener un rendimiento adicional respecto al mercado, corroborándose dicho argumento en el elevado exceso de rendimiento que obtiene el fondo en el mismo periodo.

6.2. Medidas alternativas

Siguiendo la división realizada respecto a las medidas alternativas, en un primer nivel se diferenciaban entre indicadores relativos y absolutos. En un segundo nivel según el riesgo que asumían, básicamente, riesgo absoluto, riesgo sistemático y riesgo no sistemático. Respecto a los indicadores absolutos, sólo se ponen en práctica aquellas medidas donde la cartera de referencia se explica a través de un *benchmark* (en este caso el Ibex35). A la hora de seleccionar aquellas medidas más relevantes, se han escogido las más notables y utilizadas en diversos estudios.

6.2.1. Indicadores relativos

6.2.1.1. Riesgo absoluto

En primer lugar se recogen los resultados de las medidas que consideran el riesgo como la suma entre el riesgo específico, o de mercado, y el riesgo del propio activo.

- **Variaciones de Sharpe**

En este caso se modifica la medida de riesgo del denominador por el VaR y el CVaR. Asimismo, dentro del paquete *PerformanceAnalytics* éste da la opción de poder calcularlo en base a diversos métodos, pero para el caso en estudio se toma como método el histórico calculado en base a los rendimientos históricos de ambas series y para un nivel de confianza del 95%.

Tabla 11. VaR y CVaR

VaR (antes crisis)	**VaR (después crisis)**
BBVA IBEX -7.93% -6.92%	BBVA IBEX -10.85% -11.61%
CVaR (antes crisis)	**CVaR (después crisis)**
BBVA IBEX -16.07% -14.86%	BBVA IBEX -12.79% -14.26%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

En referencia al VaR, éste indica la máxima pérdida mensual que puede sufrir el fondo o el Ibex35 con una probabilidad del 95%. A la vista de los valores del VaR respecto un periodo y el otro, éstos se incrementan traduciéndose en que en el periodo después de la crisis la pérdida máxima que se puede dar es superior, suceso que se argumenta con el hecho de una volatilidad superior en este periodo respecto en el previo. Por otro lado, comparando resultados del fondo y mercado, para antes de la crisis el VaR del fondo es superior al del Ibex35 y posteriormente se vuelve inferior, con lo que lleva a volver a la conclusión de que antes de la crisis el fondo era algo más volátil y por lo tanto podía tener una pérdida superior y después del inicio de la crisis económica, el fondo se vuelve menos volátil y por consiguiente la pérdida máxima esperada es inferior a la del mercado.

Por otro lado, el CVaR hace referencia a la pérdida máxima mensual esperada si ésta es superior al VaR, es decir, es el promedio de los peores casos. Al igual que pasa con el VaR, la pérdida máxima probable es superior en el segundo periodo y, del mismo modo, antes de la crisis el fondo tiene una pérdida superior al Ibex35 y, una vez la crisis económica se ha expandido, es el Ibex35 el que posee un valor superior de pérdida probable.

Uniendo ambos conceptos, la distancia entre el VaR y el CVaR puede indicar cuánto son de anchas las colas de la distribución de los rendimientos. Antes de la crisis el CVaR es más del doble del resultado del VaR mientras que en el segundo periodo la distancia entre uno y otro es ínfima. Por consiguiente, se deduce que la cola de la distribución de los rendimientos para antes de la crisis es más pesada que la obtenida en el periodo posterior. Dicha conclusión se puede corroborar con la evolución de la asimetría de los rendimientos vista anteriormente en la Figura 20.
Referente a esta última conclusión se puede valorar la idea sobre la viabilidad del estimador de la volatilidad. Si se observan los histogramas de ambos activos se percibe la presencia de retornos extremos que pueden poner en duda la capacidad de la volatilidad a la hora de tenerlos en cuenta en su justa medida.

Una vez obtenidos los valores del VaR y CVaR se pueden calcular las variantes de la ratio de Sharpe. Para ello, se substituye la desviación estándar del denominador por los valores del VaR y CVaR en términos absolutos.

Tabla 12. Sharpe basado en el VaR y CVar

Sharpe VaR (antes crisis)	**Sharpe VaR (después crisis)**
BBVA IBEX 0.26% 0.04%	BBVA IBEX 3.83% 0.87%
Sharpe CVaR (antes crisis)	**Sharpe CVaR (después crisis)**
BBVA IBEX 0.13% 0.02%	BBVA IBEX 3.25% 0.71%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Teniendo en cuenta el resultado obtenido por la ratio de Sharpe original estos valores son más reducidos puesto que es lógico que a más riesgo asumido el exceso de retorno generado sea inferior. Al igual que pasa en todos los resultados, en el segundo periodo el rendimiento generado es superior por riesgo asumido en referencia al primer periodo, y el valor de ambas ratios para el fondo es, en ambos periodos, superior al del Ibex35 concluyendo, de nuevo, que es preferible invertir en el fondo visto que el rendimiento que genera en función del riesgo asumido es superior al que genera el mercado.

- **Ratio de Sortino**

Para esta medida el riesgo se mide a través de la semivarianza recogida en la Tabla 13 y tiene en cuenta las dispersiones de los rendimientos negativos.

Tabla 13. Semivarianza

Semivarianza (antes crisis)	**Semivarianza (después crisis)**
BBVA IBEX 4.15% 3.86%	BBVA IBEX 4.61% 4.84%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Del mismo modo que se evidencia en los resultados obtenidos por la desviación estándar, la semivarianza aumenta después de la crisis, por lo tanto, existe una mayor volatilidad en los rendimientos negativos en ese mismo periodo tal y como se podía ver en la Figura 19. Se debe agregar también que, como ya se venía comentando, la semivarianza del fondo en el primer periodo es superior a la del Ibex35, es decir, los rendimientos negativos del fondo presentaban una mayor volatilidad que los del mercado. Sin embargo, es después de la crisis cuando la semivarianza del Ibex35 supera a la del fondo, siendo ahora el mercado quien registra una mayor volatilidad en los rendimientos negativos. De nuevo con la anterior Figura 19 se puede ratificar lo dicho, antes de 2009 en los puntos donde los rendimientos son muy negativos es el fondo quien supera al mercado mientras que después de 2009, en estos mismos puntos, es el Ibex35 quien obtiene un peor rendimiento.

Con respecto al numerador, el exceso de rendimiento se calcula como la diferencia entre el rendimiento del fondo respecto un rendimiento mínimo exigido (MAR). Antes bien, se debe tener precaución al elegir este rendimiento puesto que si es bajo no va a capturar los rendimientos más negativo que afectan al inversor y si por el contrario es demasiado elevado infravalorará el resultado. Es por ello que diversos autores recomiendan fijar este rendimiento objetivo igual a la tasa libre de riesgo, así en este estudio se fijará de esta manera.

Tabla 14. Ratio Sortino

Ratio Sortino (antes crisis)	**Ratio Sortino (después crisis)**
BBVA IBEX 0.50% 0.08%	BBVA IBEX 9.03% 2.09%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Observando los resultados, la característica más relevante es que aunque las ratio de Sortino tanto del fondo como del Ibex35 se incrementen de un periodo a otro, es el fondo donde dicho aumento es muy notable. Esto es debido al auge del exceso de rendimiento que se produce después de 2009 y por consiguiente al leve incremento de la semivarianza. En base a esto, el fondo obtiene un rendimiento superior en función del riesgo a la baja asumido.

- **Ratio Calmar y ratio Sterling**

El valor de los *drawdowns* que se muestran en la Tabla 15, indican que la pérdida máxima que el fondo y el mercado han sufrido en cada periodo es aproximadamente del 50%. Se vuelve a mostrar la idea de que en el segundo periodo las pérdidas, o rendimientos negativos, son superiores a los de antes de la crisis a causa de la elevada volatilidad. También se pone de manifiesto que para antes de la crisis, debido a la superior volatilidad del fondo, éste tiene una pérdida máxima superior al mercado mientras que en el segundo periodo sucede la situación contraria.

Tabla 15. Pérdida máxima

Pérdida máxima (antes crisis)	**Pérdida máxima (después crisis)**
BBVA IBEX 46.72% 46.26%	BBVA IBEX 48.94% 52.79%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

A continuación se presentan los resultados obtenidos por la ratio Calmar y Sterling donde su medida de riesgo es la pérdida máxima obtenida en el periodo y la diferencia entre una ratio y la otra es que la ratio Sterling incorpora un umbral en el denominador, exactamente del 10% tal y como propuso Kestner (1996).

En la Tabla 16 sucede un hecho que anteriormente no se da. Mientras que los resultados del fondo aumentan en el periodo posterior a la crisis, los resultados del Ibex sufren un elevado decrecimiento. Este suceso se puede explicar en el hecho de que el incremento de retornos que obtiene el mercado no es lo suficientemente elevado para compensar las pérdidas máximas que soporta. Por consiguiente, los resultados del fondo son superiores a los del mercado, de manera que es preferible invertir en el fondo puesto que el rendimiento que genera, en función de la pérdida máxima soportada, es superior al del Ibex35.

Tabla 16. Ratio Calmar y Sterling

Ratio Calmar (antes crisis)	**Ratio Calmar (después crisis)**
BBVA IBEX 0.27% 0.28%	BBVA IBEX 0.73% 0.07%
Ratio Sterling (antes crisis)	**Ratio Sterling (después crisis)**
BBVA IBEX 0.22% 0.23%	BBVA IBEX 0.60% 0.06%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

6.2.1.2. Riesgo sistemático

Una segunda división de medidas consiste tener en cuenta el riesgo sistemático propio del mercado como medida de riesgo.

- **Black-Treynor**

La ratio Black-Treynor se caracteriza por ser el cociente entre el alpha de Jensen y la beta de la cartera, de manera que la similitud entre la primera y la segunda resulta lógica ya que la medida en cuestión es una modificación de esta segunda.

Tabla 17. Ratio Black-Treynor

Black-Treynor (antes crisis)	**Black-Treynor (después crisis)**
BBVA IBEX -0.08% 0%	BBVA IBEX 4% 0%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Antes de la crisis, el resultado es negativo de modo que el gestor no ha conseguido obtener un rendimiento adicional en función del riesgo sistemático asumido, mientras que en el segundo periodo el valor resulta positivo. En base a esto, el gestor ha realizado una buena gestión del fondo teniendo en cuenta que ha logrado pasar de una situación donde no era capaz de obtener un rendimiento adicional a otra donde finalmente sí ha logrado obtener un rendimiento en función del riesgo sistemático asumido.

6.2.1.3. Riesgo no sistemático

Finalmente, para terminar con los indicadores relativos la última división de medidas que se realiza es tener en cuenta como medida de riesgo el riesgo específico de un activo. Para ello una de las medidas más utilizadas e importantes es la ratio de Información.

- **Ratio de información**

Teóricamente la ratio de información es el cociente entre el exceso de rendimiento respecto un *benchmark*, que en este caso será el Ibex35, y el *tracking error*[20], véase Tabla 18 y 19.

Tabla 18. Exceso de rendimiento respecto un *benchmark*

Exceso rendimiento (antes crisis)	**Exceso rendimiento (después crisis)**
BBVA -0.003%	BBVA 0.32%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Con los datos obtenidos se observa como en el primer periodo la diferencia entre el rendimiento del fondo con el del *benchmark*, en el estudio el Ibex35, es negativo queriendo decir que el índice ha obtenido unos rendimientos superiores. Es de esperar dicho resultado dado que al ser el fondo más volátil obtiene unos rendimientos negativos superiores que hacen disminuir su rendimiento total. Por otro lado, en el segundo periodo el fondo ha obtenido unos rendimientos superiores al Ibex35 y por ese motivo el exceso es positivo.

Tabla 19. *Tracking error*

***Tracking error* (antes crisis)**	***Tracking error* (después crisis)**
BBVA 1.53%	BBVA 0.97%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

A la vista de los resultados se aprecia como el *tracking error* del primer periodo es superior al del segundo periodo. Se conoce que un *tracking error* elevado supone que el gestor ha obtenido resultados diferentes a los que ha obtenido el *benchmark* pero no conocemos si estos resultados han sido mejores o peores. Por ese motivo se calcula la ratio de Información para deducir si estas diferencias respecto el *benchmark* son positivas o negativas, véase Tabla 20.

Tabla 20. Ratio de Información

Ratio de Información (antes crisis)	**Ratio de Información (después crisis)**
BBVA -0.23%	BBVA 32.85%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Gracias a la información proporcionada por la ratio de Información, se puede llegar a la conclusión de que el trabajo del gestor durante la época de crisis no fue positivo puesto que el resultado es negativo e inferior al obtenido en el periodo posterior. En otras palabras, en el segundo periodo el fondo está obteniendo una rentabilidad por encima del *benckmark* cosa que no pasaba en el primer periodo donde el riesgo que estaba asumiendo el gestor no era recompensado con una mayor rentabilidad y por este motivo el resultado de la ratio de Información resulta ser negativo.

[20] No es necesario calcular el *tracking error* del Ibex35 puesto que se identifica como *benchmark* y todos sus resultados serán nulos. Además, el paquete *PerformanceAnalytics* facilita la medida anualizada, pero como los datos disponibles tienen frecuencia mensual se programará la fórmula ad-hoc para así obtener la ratio de Información mensualizada.

6.2.2. Indicadores absolutos

Por último, en este apartado se recogen dos de las medidas más relevantes pertenecientes al grupo de indicadores absolutos. Ambas medidas tienen por objeto ajustar el riesgo del fondo y del mercado para poder comparar rendimientos, sin embargo la diferencia entre la primera y la segunda es el tipo de riesgo que asumen. Para la primera de ellas, la medida RAP tiene en cuenta el riesgo total y la segunda, siendo ésta la medida MRAP, tiene en cuenta el riesgo sistemático o beta de la cartera[21].

- **M² (*Risk-adjusted Performance*, RAP)**

La medida propuesta por Modigliani y Modigiliani (1997) trata de ajustar el riesgo total del fondo al del mercado para así poder comparar ambos rendimientos dado el mismo riesgo absoluto asumido.

Tabla 21. *Risk-adjusted Performance* (RAP)

RAP (antes crisis)	**RAP (después crisis)**
BBVA 0.26%	BBVA 0.58%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

De nuevo, la medida de Modigliani y Modigliani muestra el mismo comportamiento que el obtenido por las ratios anteriores, es decir, la medida aumenta de un periodo a otro. Este hecho significa que el riesgo asumido se ve recompensado con un rendimiento superior.

- **T² (*Market Risk-adjusted Performance*, MRAP)**

Ahora en la medida MRAP se ajusta el riesgo sistemático del fondo al mismo nivel de riesgo sistemático del mercado[22].

Tabla 22. *Market Risk Adjusted Performance* (MRAP)

MRAP (antes crisis)	**MRAP (después crisis)**
BBVA 0.26%	BBVA 0.59%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Teniendo presente los datos de la medida de Modigliani y Modigliani comentada en el apartado anterior, la media MRAP obtiene unos datos idénticos y por lo tanto se puede extraer la misma conclusión con la única diferencia que se debe tener en cuenta el riesgo sistemático en vez del total. Esta similitud entre ellas se debe al reducido valor del riesgo específico que ya se vio en el apartado del índice de Treynor (véase Tabla 8). Así, como de un periodo a otro los resultados obtenidos muestran un incremento de la ratio, supone que el rendimiento que el gestor ha generado al asumir un nivel más alto de riesgo sistemático es superior.

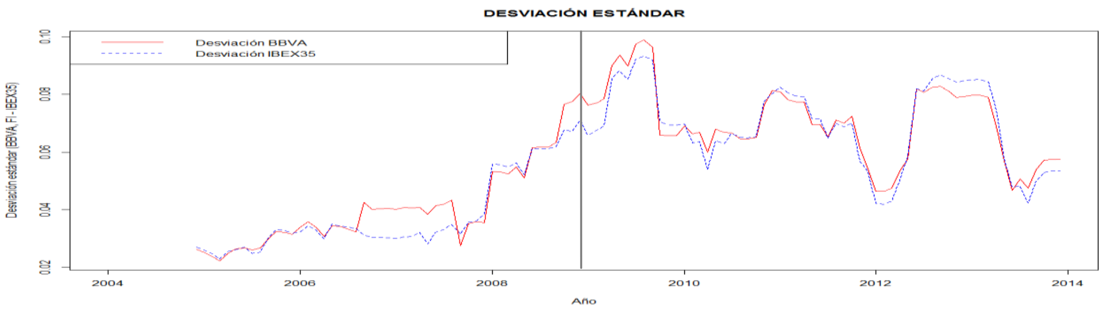
[21] No se calculan las ratios para el Ibex35 porque se considera como cartera de mercado y sus resultados serían nulos.
[22] El paquete *PerformanceAnalytics* no incluye la medida MRAP, no obstante, se programa ad-hoc pero ahora se utiliza la beta de la cartera y la ratio de Treynor.

7. ANÁLISIS DINÁMICO

En este último apartado se tiene como objetivo analizar el grado de estabilidad de las medidas de *performance* ante situaciones desfavorables que alteren los mercados bursátiles. Para ello se obtiene la serie de resultados de cada medida teniendo en cuenta una ventana móvil de 12 periodos[23] para finalmente calcular la dispersión respecto un punto central para cada uno de los dos periodos analizados en el apartado anterior. En definitiva, se pretende estudiar si el descenso tan pronunciado de los rendimientos altera, o no, las medidas de *performance* afectando a la fiabilidad de las mismas.

Antes se realiza un *rolling* sobre la desviación estándar para observar cómo se comporta ante la elevada caída de rendimientos producida a inicios de 2008. De la Figura 21 se observa el importante cambio que se produce una vez se da la crisis económica en España. Durante los años 2004-2007, justo el periodo antes de la crisis, la volatilidad se mantiene bastante estable y a unos niveles reducidos, ya que no asciende del 4%. Además, la volatilidad del fondo es superior a la del índice, especialmente en el año 2007, debido al despunte al alza de los rendimientos del fondo. Posteriormente, a partir de 2008, año de inicio de la crisis, los rendimientos sufren una fuerte caída y se traduce en un elevado aumento de la volatilidad. En este mismo año, la volatilidad pasa de un 4% a un nivel del 10%, para posteriormente mantenerse en esta línea. En el segundo periodo la volatilidad va disminuyendo lentamente aunque se mantiene a unos niveles elevados alrededor del 5% y 9%. Además, a diferencia del periodo anterior, el fondo logra una volatilidad inferior a la del índice. Como conclusión, antes de la crisis la volatilidad se mantenía en niveles bajos y muy estable y una vez se inicia la crisis la volatilidad experimenta un salto y se mantiene a unos niveles más elevados respecto al primer periodo.

Figura 21. *Rolling* desviación estándar



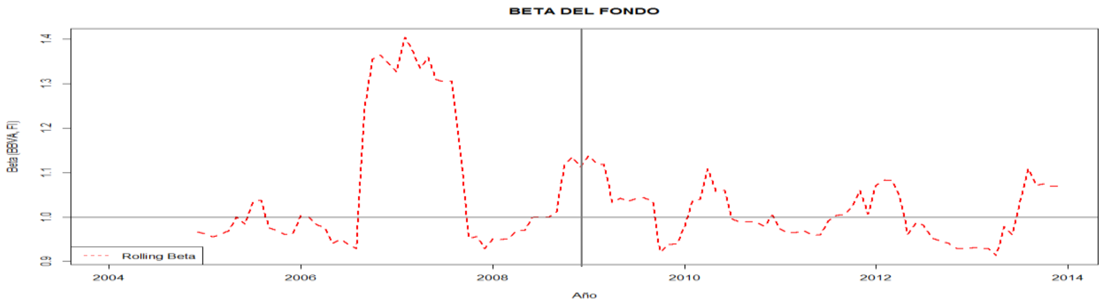
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Por otro lado, se obtiene la serie de resultados de la beta del fondo para así analizar la sensibilidad de la rentabilidad del mismo ante movimientos del Ibex 35 (véase Figura 22)[24]. La beta se ha mantenido normalmente alrededor de 1, por lo tanto se aprecia una actitud bastante pasiva del fondo y se considera equiparable su riesgo y el del índice. Si bien, antes de la crisis, concretamente a finales de 2006, la beta del fondo se dispara siendo su valor muy superior a 1. En este caso, la beta indica que el riesgo del fondo es superior al del mercado y se puede corroborar en la Figura 21 donde la desviación

[23] En adelante la ventana móvil toma el nombre *rolling*.
[24] El paquete *PerformanceAnalytics* no permite realizar el *rolling* de beta, no obstante, se programará la fórmula ad-hoc.

estándar del mismo es relativamente superior a la del Ibex35. Una vez se inicia la crisis, la beta disminuye y se mantiene nuevamente estable y alrededor de 1.

Figura 22. *Rolling* beta



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Analizando cada periodo por separado, se calcula la media de la beta para cada uno de ellos y se obtiene una beta superior en el primer periodo, véase Tabla 23. Como se ha argumentado anteriormente, en 2006 el riesgo del fondo es superior al del mercado y hace que la beta de la cartera incremente alterando la media de ésta.

Tabla 23. Media *rolling* beta

Beta del fondo (antes crisis)	Beta del fondo (después crisis)
1.07	1

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

A continuación se estudia el grado de estabilidad de las medias de *performance*. Con este fin se obtienen sus series de resultados para el fondo teniendo en cuenta una ventana móvil de 12 meses para luego aplicar una medida de dispersión para cada periodo y analizar su estabilidad. La medida de dispersión elegida es la desviación media respecto la mediana (DMM[25]) puesto que se han graficado sus histogramas y se ha observado que todas las medidas disponen de colas pesadas[26]. Así, aplicando la desviación estándar no se analizaría bien su dispersión y podría conllevar a errores de interpretación. Para su estructura, se sigue la misma realizada en el contexto teórico.

7.1. Medidas tradicionales

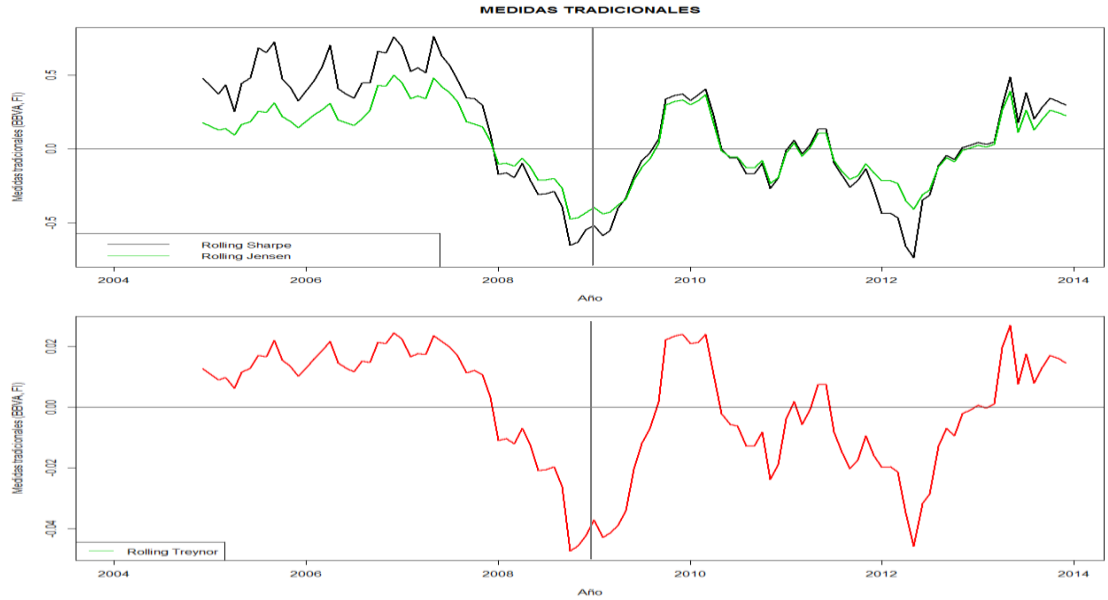
En la Figura 23 se plasma la serie de resultados de las tres medidas tradicionales[27]. Los resultados de Sharpe, Treynor y Jensen siguen un mismo comportamiento. Al inicio del periodo su valor es positivo y una vez se inicia la crisis económica las tres sufren una fuerte caída llegando hasta resultados negativos, es decir, el exceso de rendimiento obtenido no era el suficiente para hacer frente al nivel de riesgo asumido. Después de 2008, las ratios necesitan aproximadamente dos años para lograr que sus resultados se vuelvan positivos, sin embargo, a partir de 2010, vuelven a sufrir otra fuerte caída llegando a valores negativos similares a los del inicio de la crisis. Finalmente a partir de 2012, las tres logran mejorar sus resultados y crecen hasta niveles positivos.

[25] Su fórmula de cálculo viene definida por: DMM=$\frac{\sum_{i=1}^{N}|X_i - Me)}{N}$, siendo Xi el resultado i de cada medida.

[26] Véase Anexo 6.

[27] El índice de Treynor se gráfica separado a las otras dos medidas debido a las diferencias de escala.

Figura 23. *Rolling* medidas tradicionales



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Todo y que las tres medidas siguen una misma trayectoria, la ratio de Sharpe es la que presenta una mayor volatilidad, puesto que en momentos de auge económico el valor de la ratio es superior a las demás y en momentos de declive económico ésta obtiene el valor más negativo de las tres. Sin embargo, en el segundo periodo la ratio de Sharpe reduce su volatilidad y se equipara a Jensen, exceptuando la caída de 2012 donde destaca por obtener el valor más elevado. Por otro lado, a diferencia de Sharpe la cual reduce su volatilidad en el segundo periodo, Treynor y Jensen aumentan levemente su volatilidad a causa de la reducción del valor de la beta del fondo (véase Tabla 24). Puesto que la beta se reduce llegando a ser igual a la unidad, las medidas únicamente recogen el exceso de rendimiento que, si se recuerda, experimenta un aumento de volatilidad en el segundo periodo.

Tabla 24. DMM *rolling* medidas tradicionales

	Antes crisis	**Después crisis**
Sharpe	28.02%	23.53%
Treynor	1.20%	1.59%
Alpha de Jensen	17.43%	17.97%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

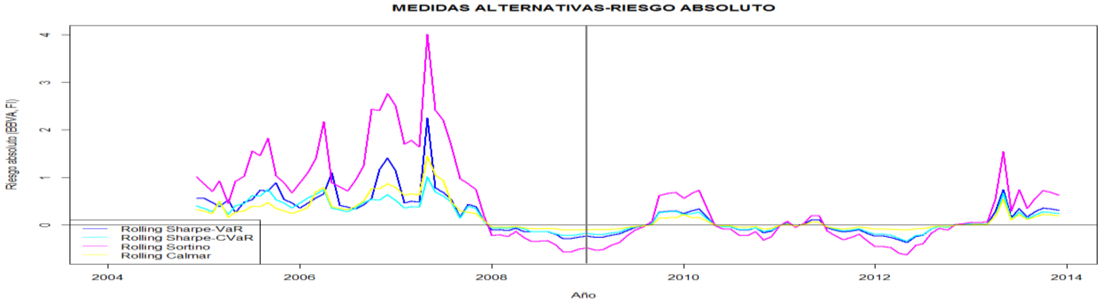
7.2. Medidas alternativas

7.2.1. Indicadores relativos

7.2.1.1. Riesgo absoluto

Recordando la clasificación anterior, dentro de los indicadores relativos que incluyen el riesgo absoluto como medida de riesgo están las variaciones de Sharpe, Sortino y Calmar. En la Figura 24 se muestra la serie de resultados para cada una de ellas.

Figura 24. *Rolling* medidas alternativas – indicadores relativos – riesgo absoluto[28]



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Primeramente, sus resultados son positivos sufriendo una fuerte volatilidad y una vez entra la crisis económica en España y altera los mercados bursátiles las ratios caen llegando a resultados negativos. Después de 2008, de nuevo, las ratios necesitan dos años para recuperarse pero esta recuperación no perdura en el tiempo y sus resultados se mantienen negativos hasta 2013 donde finalmente logran recuperarse.

Las cuatro ratios presentan un comportamiento muy similar al de su medida principal (Sharpe), sin embargo, los valores obtenidos por éstas son mucho más elevados en el primer periodo ya que el valor de la medida de riesgo es inferior y por lo tanto el resultado de la ratio incrementa. A su vez, la recuperación de 2012 no logra obtener resultados parecidos a los de antes de la crisis a diferencia de Sharpe que sí lo logra.

Comparando las cuatros ratios que se integran en este grupo, la ratio Sortino es la que posee una mayor volatilidad ya que antes de la crisis sus resultados son mucho más elevados al resto y, por el contrario, su caída en 2008 también es la más pronunciada. Este comportamiento se explica en el hecho de que Sortino tiene en cuenta la semivarianza, es decir, aquellas desviaciones por debajo de la media, de manera que fuertes caídas en los rendimientos penalizan en mayor medida a la ratio. Por otro lado, las tres medidas restantes siguen una tendencia bastante similar, siendo la más estable de ellas la ratio Calmar, véase Tabla 25.

Tabla 25.DMM *rolling* medidas alternativas–indicadores relativos–riesgo absoluto

	Antes crisis	**Después crisis**
Sharpe-VaR	33.12%	16.56%
Sharpe-CVaR	23.55%	13.79%
Sortino	76.84%	33.70%
Calmar	26.13%	8.50%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

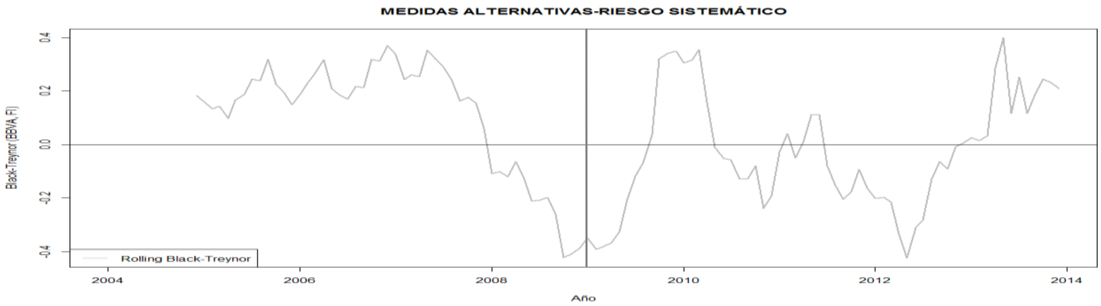
7.2.1.2. Riesgo sistemático

La ratio Black-Treynor muestra como antes de la crisis su valor era positivo, es decir, el gestor logra obtener un rendimiento adicional por unidad de riesgo sistemático asumido, sin embargo, una vez se inicia la crisis el gestor no logra obtener dicho rendimiento

[28] El paquete *PerformanceAnalytics* no permite realizar el *rolling* de Sharpe-VaR y Sharpe-CVaR, no obstante, se programarán las fórmulas ad-hoc.

hasta pasados dos años. A su vez, después de esta recuperación durante los dos años siguientes la ratio va decayendo hasta que finalmente en 2012 logra obtener un rendimiento adicional igual al del inicio de la crisis, véase Figura 25.

Figura 25. *Rolling* medidas alternativas – indicadores relativos – riesgo sistemático



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

La volatilidad para ambos periodos es muy similar, sin embargo en el segundo es levemente superior ya que su ecuación tiene en cuenta la beta del fondo y debido a su reducción y equiparación a la unidad la medida únicamente recoge el exceso de rendimiento el cual resulta más volátil en el segundo periodo.

Tabla 26. DMM *rolling* medidas alternativas–indicadores relativos–riesgo sistemático

	Antes crisis	**Después crisis**
Black-Treynor	14.73%	17.62%

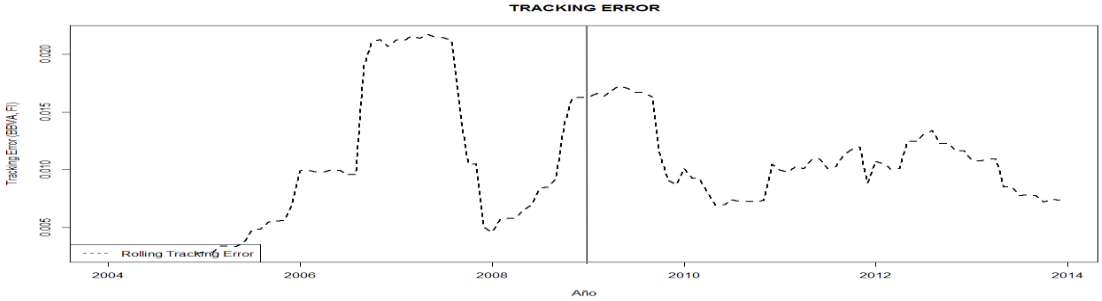
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

7.2.1.3. Riesgo no sistemático[29]

La dispersión entre el fondo de inversión y el índice se distancia mucho a partir de 2006 cuando el fondo logra obtener unos rendimientos superiores al que obtiene el mercado. Sin embargo, al entrar la crisis, dicha dispersión sufre una fuerte caída, y aunque en 2009 aumente la diferencia entre uno y el otro por el distanciamiento de desviación estándar del fondo, al año siguiente el *tracking error* va disminuyendo y se estanca a un nivel medio respecto al primer periodo. Por lo tanto, niveles altos (bajos) de tracking error muestran una actitud activa (pasiva) del fondo, es decir, que el gestor pretende alejarse (acercase) del comportamiento del mercado. En base a esto, antes de la crisis, la actitud del gestor del fondo es una actitud activa mientras que una vez empieza la misma, la actitud que toma es una actitud más pasiva intentado igualar el comportamiento del fondo al del mercado.

[29] El paquete *PerformanceAnalytics* proporciona unos resultados de *tracking error* y de la ratio de Información confusos, por ello se programarán las fórmulas ad-hoc.

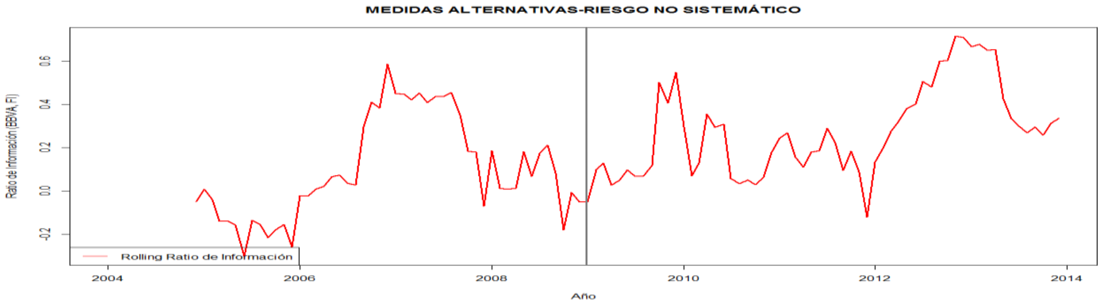
Figura 26. *Rolling tracking error*



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Recordando, un valor de la ratio de Información más elevado indica que el gestor está realizando una mejor gestión y por lo tanto el exceso de rendimiento por encima del mercado es superior. En base a esta definición se observa en la Figura 27 como la ratio experimenta un gran ascenso en 2006 cuando el gestor toma una actitud activa, en este caso, el alejarse del comportamiento del mercado le ha beneficiado con un exceso superior al obtenido por el índice. Sin embargo, una vez se inicia la crisis y la ratio cae, el gestor toma una actitud pasiva igualando el comportamiento del mercado y la medida muestra una tendencia creciente. Como conclusión, la ratio de Información no se ve altamente afectada por la crisis económica porque, aunque experimente un descenso en la época de crisis, el gestor, gracias a su actitud pasiva, logra aumentar el exceso de rendimiento sobre el mercado.

Figura 27. *Rolling* medidas alternativas–indicadores relativos–riesgo no sistemático



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

En cuanto a la desviación de cada periodo, en el primero de ellos los resultados de la ratio presentan una mayor oscilación a causa del aumento del *tracking error* y por lo tanto su desviación es superior a la del segundo, donde el *tracking error* se estabiliza (véase Tabla 27).

Tabla 27. DMM *rolling* medidas alternativas–indicadores relativos–riesgo no sistemático

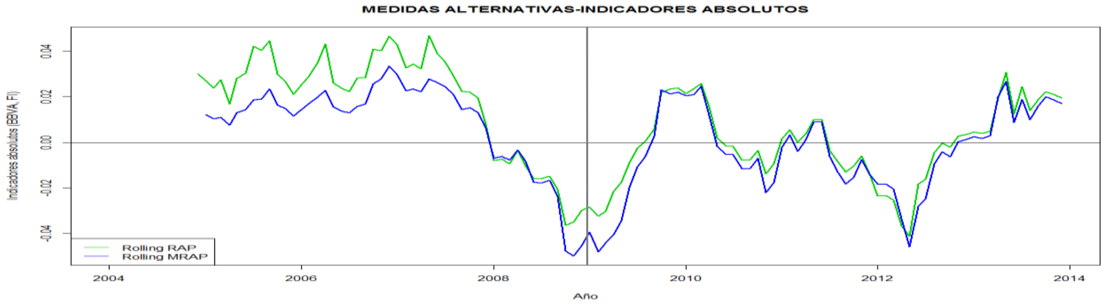
	Antes crisis	**Después crisis**
Ratio de Información	18.78%	16.76%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

7.2.2. Indicadores absolutos

Respecto a los indicadores absolutos, antes de la crisis los resultados de ambas ratios presentan divergencias pero a partir de 2010 sus resultados se equiparan. Por un lado, si se ajusta el riesgo absoluto del fondo al del mercado (RAP) los valores obtenidos por la ratio son superiores a los que se obtienen teniendo en cuenta el riesgo sistemático (MRAP). A su vez, el descenso en los resultados es más pronunciado para la medida MRAP debido a que, en proporción, el riesgo sistemático aumenta más que el absoluto. Por último, en el segundo periodo ambas ratios presentan casi todo el periodo resultados negativos ya que el exceso de rendimiento generado por el fondo no es capaz de hacer frente al incremento de riesgo que se da (véase Figura 28).

Figura 28. *Rolling* medidas alternativas – indicadores absolutos



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Finalmente, existe una discrepancia entre la volatilidad de la medida RAP y la medida MRAP. Mientas que la volatilidad de la medida RAP se reduce en el segundo periodo el grado de dispersión de la medida MRAP incrementa, de nuevo, a causa de la reducción de le beta que provoca que la medida únicamente recoja el exceso de rendimiento siendo éste más volátil en el segundo periodo (véase Tabla 28).

Tabla 28. DMM *rolling* medidas alternativas – indicadores absolutos

	Antes crisis	**Después crisis**
RAP	1.64%	1.38%
MRAP	1.37%	1.53%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

III. CONCLUSIONES

A través del siguiente trabajo se ha realizado una clasificación de todas las medidas presentadas. En primer lugar, se han diferenciado entre medidas tradicionales y medidas alternativas. Las medidas tradicionales son aquellos indicadores de *performance* más conocidos y utilizados en la literatura como la ratio de Sharpe, el índice de Treynor y el alpha de Jensen. En la misma línea, las medidas alternativas son modificaciones de las tradicionales que no son tan utilizadas en la práctica pero aportan más información sobre el rendimiento de una cartera. Respecto a estas últimas, se parte de una referencia genérica en la que por un lado se agrupan las medidas que ajustan el riesgo de las carteras a un mismo nivel para así poder compararlas y por el otro lado se agrupan aquellas medidas que incorporan en su metodología características propias del inversor como es la aversión al riesgo. Posteriormente, en referencia a las medidas ajustadas y siendo la base principal en la que se ha centrado la tesina, se han separado las medidas según su fórmula de cálculo, ya sea una ratio relativa o una ecuación diferente a esta forma atribuyéndoles los nombres de indicadores relativo e indicadores absolutos, respectivamente. A continuación, respecto a los indicadores relativos se han dividido según el riesgo asumido a la hora de calcular la medida de riesgo. Básicamente las tres divisiones han sido según se asuma un riesgo absoluto, un riesgo sistemático o un riesgo no sistemático. Luego, de estas tres subdivisiones se desprenden las diversas medidas de *performance* destacando que para el riesgo absoluto se diferencian entre variaciones a la ratio de Sharpe, indicadores donde la medida de riesgo recoge las desviaciones inferiores a una rentabilidad mínima y por último indicadores donde la medida de riesgo se estipula como la pérdida máxima. Retomando los indicadores absolutos, estos miden la diferencia entre una cartera gestionada y una cartera de referencia, por lo que la división realizada en este caso se basa en la tipología de la cartera de referencia ya sea un *benchmark* o la propia cartera de mercado representada por un índice bursátil. Finalmente, si se selecciona una cartera de mercado como referencia las medidas se disgregan según su modelo contenga una variable explicativa o más de una.[30]

Una vez definidas y analizadas todas las medidas de *performance* presentadas se establecen una serie de puntos fuertes y débiles. Como puntos fuertes se puede atribuir el hecho de que son unas medidas fáciles de calcular e interpretar. Además se adaptan a las situaciones económicas puesto que en su metodología integran tanto rendimientos como desviaciones de series financieras y cualquier alteración en ellas se traslada al resultado final de la ratio. Por el contrario, se han detectado diversos puntos débiles los cuales se detallan a continuación. El primero de ellos radica en el hecho de que las medidas tradicionales no son del todo adecuadas puesto que su medida de riesgo contempla tanto los rendimientos positivos como negativos, si bien, donde radica realmente la naturaleza del riesgo está en los negativos. Por otro lado, se considera que existe cierto problema a la hora de fijar la tasa libre de riesgo. En relación con lo anterior, también resulta complicado fijar un rendimiento objetivo o rendimiento mínimo exigido puesto que se debe tener en cuenta muchos otros factores para que estos rendimientos fijados sean adecuados.

[30] Para obtener una idea más clara de dicha ordenación véase Anexo 1, 2 y 3 donde se incluyen todas las medidas utilizadas en la tesina.

Otro rasgo bastante presente y que diversos autores han intentado modificar es el hecho de que en situaciones donde el mercado bursátil está en descenso, el exceso de rendimiento es negativo. Ante esta situación la ratio también se convierte en negativa llevando a conclusiones erróneas puesto que se elegirá como preferible aquella cartera con un valor menos negativo de la ratio pero no siempre se cumple que en condiciones de exceso de rendimiento positivo sea la cartera preferible. Por último, el hecho de que las medidas de riesgo sean muy sensibles a movimientos extremos poco probables aumenta su inconsistencia.

Por lo que se refiere al estudio empírico se han obtenido dos conclusiones principales respecto al análisis estático. La primera de ellas surge del hecho de que en el segundo periodo las ratios obtienen un resultado superior a causa de que el aumento del exceso de rendimiento ha sido superior al incremento que ha experimentado la medida de riesgo después de la crisis. En base a esto, se puede concluir que el gestor ha realizado una mejor gestión de la cartera ya que ha conseguido obtener un rendimiento adicional en base al riesgo asumido, aunque este resulte ser superior al obtenido en el periodo previo a la crisis. No obstante estos buenos resultados obtenidos, es importante mencionar que para el caso del Ibex35 las ratios en las que se contempla la pérdida máxima como medida de riesgo muestran un empeoramiento. La segunda conclusión a la que se ha llegado es la preferencia a invertir en el fondo antes que en el mercado ya que las ratios constatan este hecho. Como los resultados de todas las ratios para el fondo son superiores a las que ha obtenido el Ibex35 se concluye que el gestor ha logrado batir al mercado y ha logrado obtener un rendimiento superior dado el mismo riesgo asumido[31].

En cuanto al análisis dinámico las conclusiones a las que se han llegado son las que se exponen a continuación[32]. Primeramente todas las medidas sufren una fuerte caída en 2008 sin embargo la posterior recuperación marca la diferencia en cuanto a su grado de estabilidad. Por un lado se observa que todas aquellas medidas que incorporan la beta del fondo en la ecuación su volatilidad se ve incrementada en el segundo periodo. Su causa se basa en el descenso que sufre la beta la cual hace que dichas medidas únicamente recojan el exceso de rendimiento siendo éste más volátil en el segundo periodo. Por otro lado se ha visto que la volatilidad del resto de ratios que incorporan el riesgo absoluto en su medida de riesgo se reduce en el segundo periodo. En base a esto, se consideran más estables aquellas medidas que contemplan el riesgo absoluto en vez de la beta, pues delante de situaciones donde el riesgo del mercado es muy elevado puede alterar la fiabilidad de las ratios.

El objetivo del análisis dinámico pretende analizar el grado de estabilidad de las medidas ante sucesos negativos. Con este fin se calcula la diferencia entre el grado de dispersión de cada medida para ambos periodos. Gracias a esto se llega a la conclusión de que aquellas medidas que presentan una medida de riesgo más restrictiva en su denominador, como es el caso de Sortino el cual únicamente contempla las desviaciones por debajo de la media, el descenso de volatilidad es más pronunciado puesto que la caída que sufren los rendimientos al inicio de la crisis penaliza en mayor medida a la ratio y hace que la volatilidad en este primer

[31] Véase Figura 29 para una mejor aclaración de los resultados obtenidos por todas las ratios utilizadas en el análisis estático.
[32] Véase Figura 30 para una mejor aclaración de las volatilidades de cada medida para cada periodo.

periodo se dispare. Por otro lado, las medidas que recogen todo el riesgo apenas sufren variación de volatilidad de un periodo a otro. En otras palabras, las crisis económicas afectan a la fiabilidad de las ratios cuya medida de riesgo sólo recoge aquellas variaciones negativas, pues delante de fuertes caídas en los rendimientos su denominador aumenta y el resultado de la ratio disminuye llevando a posibles errores de interpretación. De manera que si en la medida de riesgo se recogen tanto las variaciones negativas como positivas de los rendimientos, delante de sucesos que conlleven fuertes caídas o alzas en los mismos, la medida de riesgo estará más compensada y los resultados obtenidos por las ratios serán más fiables.

Si se relacionan los resultados obtenidos en el análisis estático y en el dinámico se obtienen conclusiones opuestas. Si se tiene en cuenta cada periodo por separado, los resultados de las medidas resultan mejores en el segundo periodo, cuando por el contrario, si se realiza una ventana móvil se aprecia como las ratios presentan unos mejores resultados en el primer periodo. Al analizar cada periodo por separado, el descenso en los rendimientos a causa de la crisis económica altera los resultados de las medidas en el primer periodo haciendo que dichos resultados decaigan cuando en realidad se están obteniendo unos resultados más altos respecto el periodo posterior. Para analizar este efecto, a modo de ejemplo, se obtienen los resultados de las medidas tradicionales eliminado el efecto de la crisis suprimiendo los datos desde 2007 hasta 2010 (véase Tabla 29)

Tabla 29. Medidas tradicionales (3 periodos)

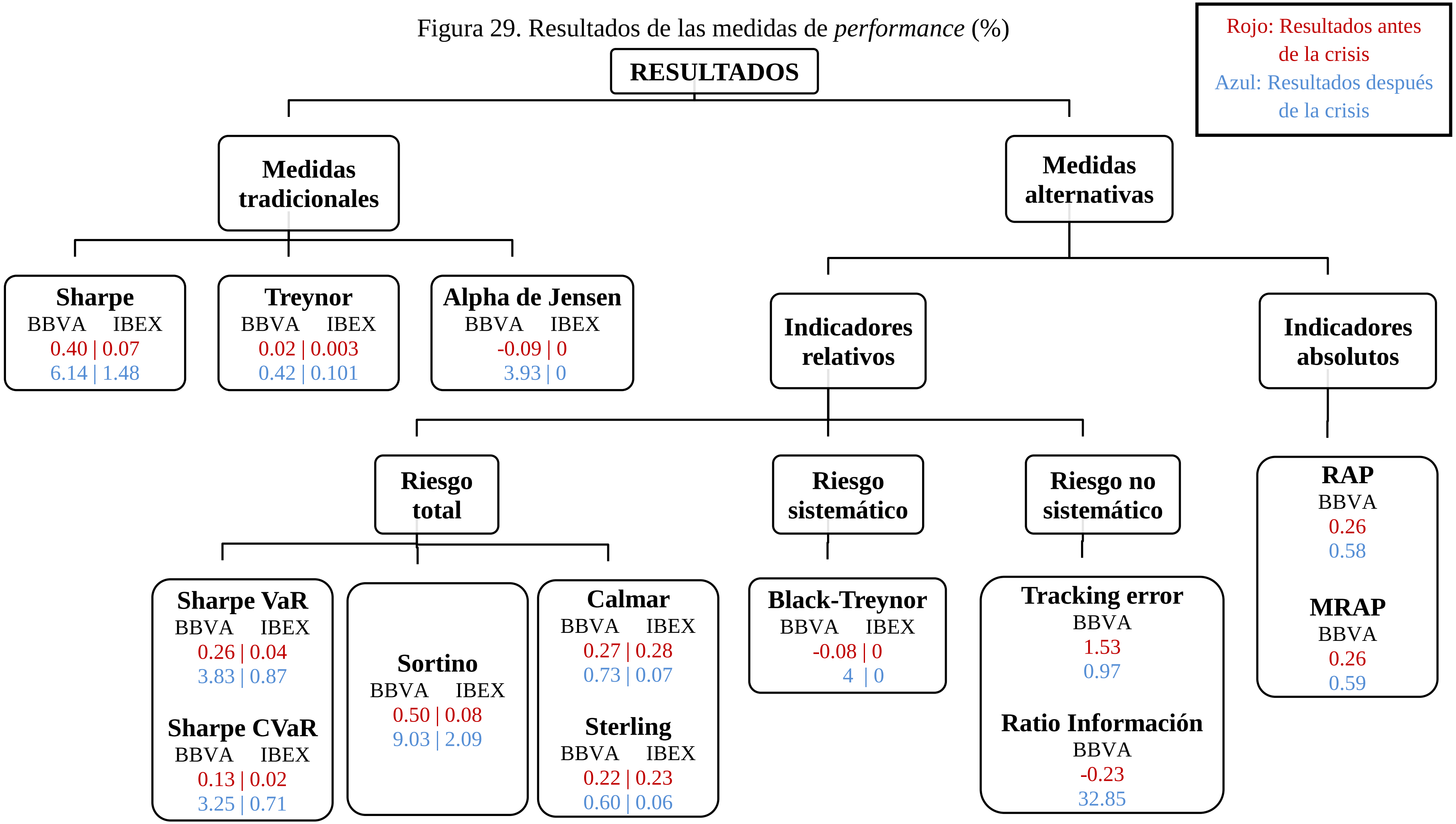
	Antes crisis	**Crisis**	**Después crisis**
Sharpe	52.55%	-11.66%	2.06%
Treynor	1.60%	-1.06%	-0.06%
Alpha Jensen	2.13%	1.62%	3.80%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

Tal y como se argumentaba, los resultados son superiores en el primer periodo a excepción del Alpha de Jensen, donde el gestor ha logrado aumentar su rendimiento adicional después de la crisis, sin embargo, el efecto de la misma empeora el resultado del primer periodo convirtiéndolo en negativo cuando realmente sin el efecto de la crisis no lo es. De esta manera, si se incluye la crisis en el periodo analizado la medida se ve alterada llevando a errores de interpretación mostrando unos resultados inferiores de lo que realmente son.

Como conclusión general, las crisis económicas distorsionan las medidas de *performance*. En base a este inconveniente, una solución que se propone es analizar los resultados de las medidas teniendo en cuenta la crisis y sin tenerla en cuenta, entendido el periodo de crisis como un año anterior y posterior a la ocurrencia de la misma. Gracias a esta corrección, se comparan ambos resultados y se obtendrá una visión más clara de cómo afecta la crisis para así poder ofrecer una buena interpretación.

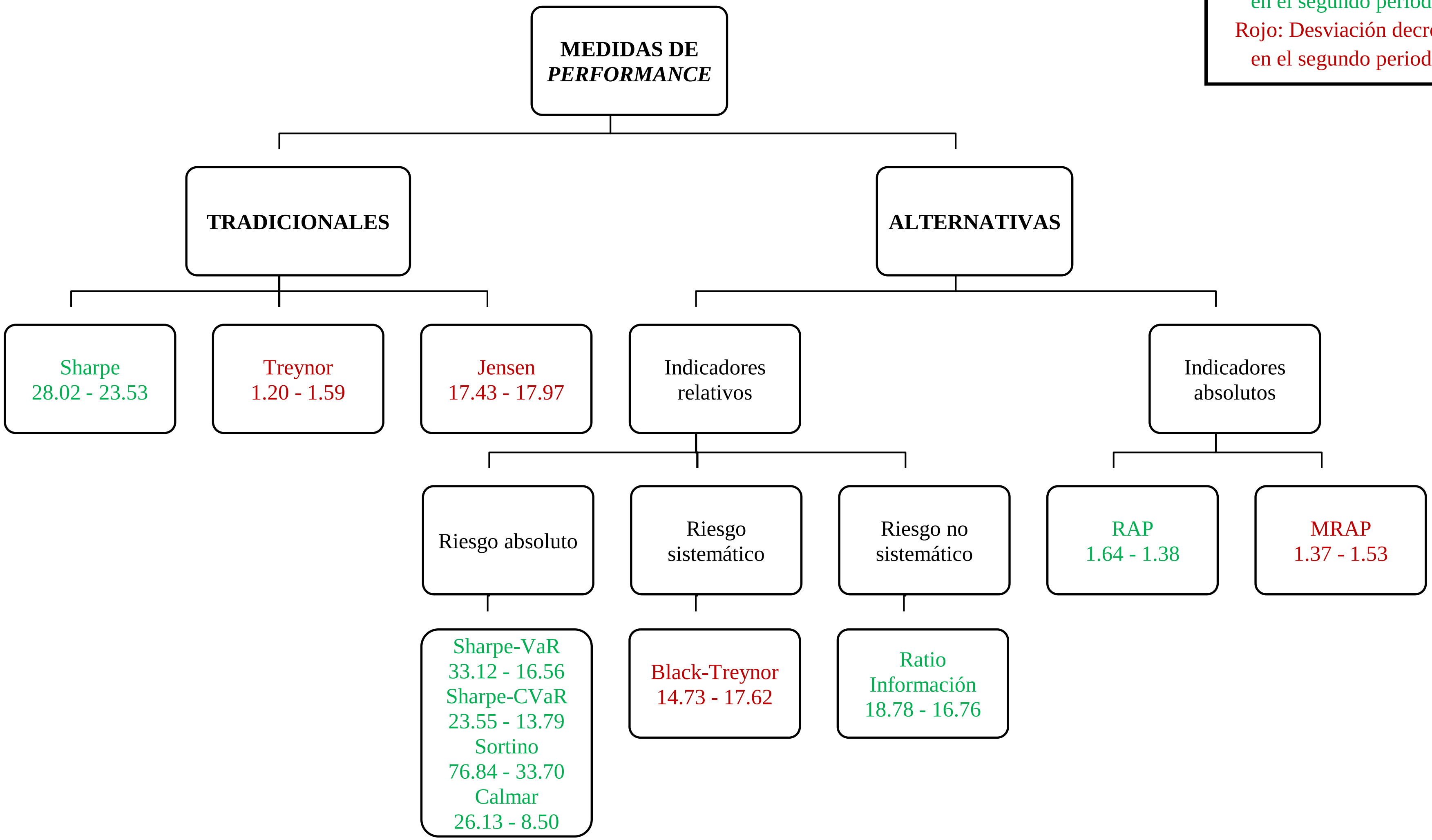
Figura 29. Resultados de las medidas de *performance* (%)



Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Desviación media respecto la mediana de las medidas de *performance*

Verde: Desviación decrece en el segundo periodo
Rojo: Desviación decrece en el segundo periodo



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

IV. BIBLIOGRAFIA

Alexander, G. J., y Baptista, A. M. (2003). Portfolio performance evaluation using value at risk. *The Journal of Portfolio Management* 29 (4), 93-102.

Amenc, N., y Le Sourd, V. (2005). *Portfolio theory and performance analysis*. John Wiley & Sons. Chichester (Inglaterra)

Bacon, C. (2000). How sharp is the Sharpe-ratio?-Risk-adjusted Performance Measures. *Statpro White Paper*.

Bacon, C. (2011). *Practical portfolio performance measurement and attribution.* John Wiley & Sons. Chichester (Inglaterra)

Bernardo, A. E., y Ledoit, O. (2000). Gain, loss, and asset pricing. *Journal of Political Economy* 108 (1), 144-172.

Biglova, A., Ortobelli, S., Rachev, S. T., y Stoyanov, S. (2004). Different approaches to risk estimation in portfolio theory. *The Journal of Portfolio Management* 31 (1), 103-112.

Black, F. (1972). Capital market equilibrium with restricted borrowing. *Journal of business* 45, 444-455.

Burke, G. (1994). A sharper Sharpe ratio. *Futures* 23 (3), 56.

Caporin, M., Jannin, G. M., Lisi, F., y Maillet, B. B. (2014). A survey on the four families of performance measures. *Journal of Economic Surveys* 28 (5), 917-942.

Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *The Journal of finance* 52 (1), 57-82.

Chaparro, A., y Foxley, J. (2010). *El desempeño ajustado por riesgo de los multifondos de pensiones en Chile.* Ilades-Georgetown University, Universidad Alberto Hurtado/School of Economics and Bussines.

Christopherson, J. A., Ferson, W. E., y Turner, A. L. (1999). Performance evaluation using conditional alphas and betas. *The Journal of Portfolio Management* 26 (1), 59-72.

Cogneau, P. y Hubner, G. (2009). The (more than) 100 ways to measure portfolio performance - Part 1: Standardized risk-adjusted measures. *Journal of Performance Measurement* 13 (4), 56-71.

Cogneau, P. y Hubner, G. (2009). The (more than) 100 ways to measure portfolio performance - Part 2: Special measures and comparison. *Journal of Performance Measurement* 14 (1), 56-69.

Dietz, P.O. (1966) Pension Funds: Measuring Investment Performance. *Free Press*.

Dowd, K. (2000). Adjusting for risk: An improved Sharpe Ratio. *International review of economics & finance* 9 (3), 209-222.

Elton, E. J. y Gruber, M. J. (1995). *Modern portfolio theory and investment analysis*. John Wiley & Sons. Canadá

Fama, E. F. (1972). Components of investment performance. *The Journal of finance*, 27 (3), 551-568.

Fama, E. F., y French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of financial economics* 33 (1), 3-56.

Ferson, W. E., y Schadt, R. W. (1996). Measuring fund strategy and performance in changing economic conditions. *The Journal of Finance* 51 (2), 425-461.

Financial Navigator (2010). Time-Weighted vs. Money-Weighted Returns. http://www.finnav.com/usercenter/resources.html

Gadea, J. A. L., y Fernández, B. C. (2002). Factores determinantes del ratio book-to-market. *Revista Española de Financiación y Contabilidad* 31 (112), 361-394.

Gómez Bezares, F., Madariaga, J. L., Santibáñez, J., y Trimestre, T. (2003). Medidas de performance; algunos índices clásicos y relación con la TRIP con la teoría de cartera. *Analisis financiero Internacional*, 5-19.

Gómez-Bezares, F., de Madariaga, J. G., Santibañez, J., y Larragán, A. A. (2007). Índices de performance, gestión activa y eficiencia. Un análisis empírico. *Revista europea de dirección y economía de la empresa* 16 (2), 21-40.

Gonzales, R. (2009). Análisis de Portafolio con Ratios de Sharpe Remuestrados Mediante Bootstrapping. http://mpra.ub.uni-muenchen.de/28402/

Graham, J. R., y Harvey, C. R. (1997). Grading the performance of market-timing newsletters. *Financial Analysts Journal* 53 (6), 54-66.

Gressis N., Philippatos G. C. y Vlahos G. (1986). Net Selectivity as a component measure of investment performance. *Financial Review* 21(1), 103-110.

Israelsen, C.L. (2005). A refinement to the Sharpe Ratio and Information Ratio. *Journal of Asset Management* 5 (6), 423-427.

Jensen, C. (1968). The performance of mutual funds in the period 1945-1964. *Journal of Finance* 23 (2), 389-416.

Kaplan, P. D., y Knowles, J. A. (2004). Kappa: a generalized downside risk-adjusted performance measure. *Journal of Performance Measurement* 8, 42-54.

Kazemi H., Schneeweis T. y Gupta B (2004). Omega as a performance measure. *Journal of Performance Measurement* 8 (3), 16-25.

Keating, C., y Shadwick, W. F. (2002). A universal performance measure. *Journal of performance measurement* 6 (3), 59-84.

Kestner, L.N. (1996) Getting a Handle on True Performance. *Futures* 25, 44-47.

Le Sourd, V. (2007). Performance measurement for traditional investment. *EDHEC Risk and Management Research Centre*.

Lestel, M. (2015). Performance Attribution from Bacon. http://cran.r-project.org/web/packages/PerformanceAnalytics/vignettes/PA-Bacon.pdf

Lintner, J. (1965). The valuation of risk asset and the selection of risk investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47 (1), 97-113.

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance* 7 (1), 77-91.

Martin, P., y McCann, B. (1989). *The Investor's Guide to Fidelity Funds: Winning Strategies for Mutual Fund Investors*. John Wiley & Sons.

Martin, R. D., Rachev, S. Z., y Siboulet, F. (2003). Phi-alpha optimal portfolios and extreme risk management. *The Best of Wilmott 1: Incorporating the Quantitative Finance Review* 1, 223.

Marty, W. (2014). *Portfolio Analytics: An Introduction to Return and Risk Measurement*. Springer Science & Business Media. (Suiza)

Mascareñas, J. (2007). Gestión de carteras II: Modelo de valoración de activos. *Monografias de Juan MascarePas sobre Finanzas Corporativas*.

McDonald, J. G. (1973). French mutual fund performance: evaluation of internationally-diversified portfolios. *The Journal of Finance* 28 (5), 1161-1180.

Melnikoff, M. (1998). Investment performance analysis for investors. *The Journal of Portfolio Management* 25 (1), 95-107.

Mittnik, S., Rachev, S. T., y Paolella, M. S. (1998). Stable Paretian modeling in finance: Some empirical and theoretical aspects. *A Practical Guide to Heavy Tails*, 79-110.

Modigliani, F., y Modigliani, L. (1997). Risk-adjusted performance. *The Journal of Portfolio Management* 23 (2), 45-54.

Modigliani, L. (1997). Don't pick your managers by their alphas. *US Investment Research, US Strategy, Morgan Stanley Dean Witter.*.

Morey, M.R. y Vinod, H.D. (2001). A Double Sharpe Ratio. *Advances in Investments Analysis and Portfolio Management* 8, 57-61.

Morningstar (2009). The Morningstar rating methodology. *Morningstar Methodology Paper*.

Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica: Journal of the econometric society* 34 (4), 768-783.

Novales. A (2014). Volatilidad. https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41460/VOLATILIDAD.pdf.

Peterson, B. G.,Carl, P., Boudt, K., Bennett R., Ulrich, J., Zivot, E., Lestel, M., Balkissoon, K y Wuertz, D. (2014) Package 'PerformanceAnalytics'. http://cran.r-project.org/web/packages/PerformanceAnalytics/PerformanceAnalytics.pdf

Pogue G. A., Solnik B. H. y Rousselin A (1973). The impact of international diversification: A study of the French mutual funds. *Working Paper*, 658/73.

Ross, S. A. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of economic theory* 13 (3), 341-360.

Roy, A. D. (1952). Safety first and the holding of assets. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 20 (3), 431-449.

Scholz, H., y Wilkens, M. (2005). A jigsaw puzzle of basic risk-adjusted performance measures. *The Journal* 57.

Schwerdt, W., y Von Wendland, M. (2009). *Pricing, risk, and performance measurement in practice: the building block approach to modeling instruments and portfolios*. Elsevier. Londres (Reino Unido).

Sharpe, W. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance* 19 (3), 425-442.

Sharpe, W. (1966). Mutual Fund Performance. *Journal of Business* 39 (1), 119-138.

Sharpe, W (1975). Adjusting for risk in portfolio performance measurement. *Journal of Portfolio Management*, 29-34.

Smith, K. V., y Tito, D. A. (1969). Risk-return measures of ex post portfolio performance. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 4, 449-471.

Sortino, F. A., y Van Der Meer, R. (1991). Downside risk. *The Journal of Portfolio Management* 17 (4), 27-31.

Sortino, F. A., Meer, R. V. D., y Plantinga, A. (1999). The dutch triangle. *The Journal of Portfolio Management* 26 (1), 50-57.

Sortino, F. A., y Satchell, S. (2001). *Managing downside risk in financial markets*. Butterworth-Heinemann. Woburn (Massachusetts)

Tobin, J. (1958). Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 26 (1), 24-36.

Treynor, J. (1965). How to rate management of investments funds. *Harvard Business Review* 43 (1), 63-75.

Treynor, J. L., y Black, F. (1973). How to use security analysis to improve portfolio selection. *Journal of Business* 46, 66-86.

Watanabe, Y. (2006). Is Sharpe Ratio still efective?. *Journal of Performance Measurement* 11 (1), 55-66.

Yitzhaki, S. (1982). Stochastic dominance, mean variance, and Gini's mean difference. *The American Economic Review* 72, 178-185

Young, T.W. (1991) Calmar Ratio: A Smoother Tool. *Futures* 20, 40.

Young, M. R. (1998). A minimax portfolio selection rule with linear programming solution. *Management science* 44 (5), 673-683.

- Bases de datos y páginas web

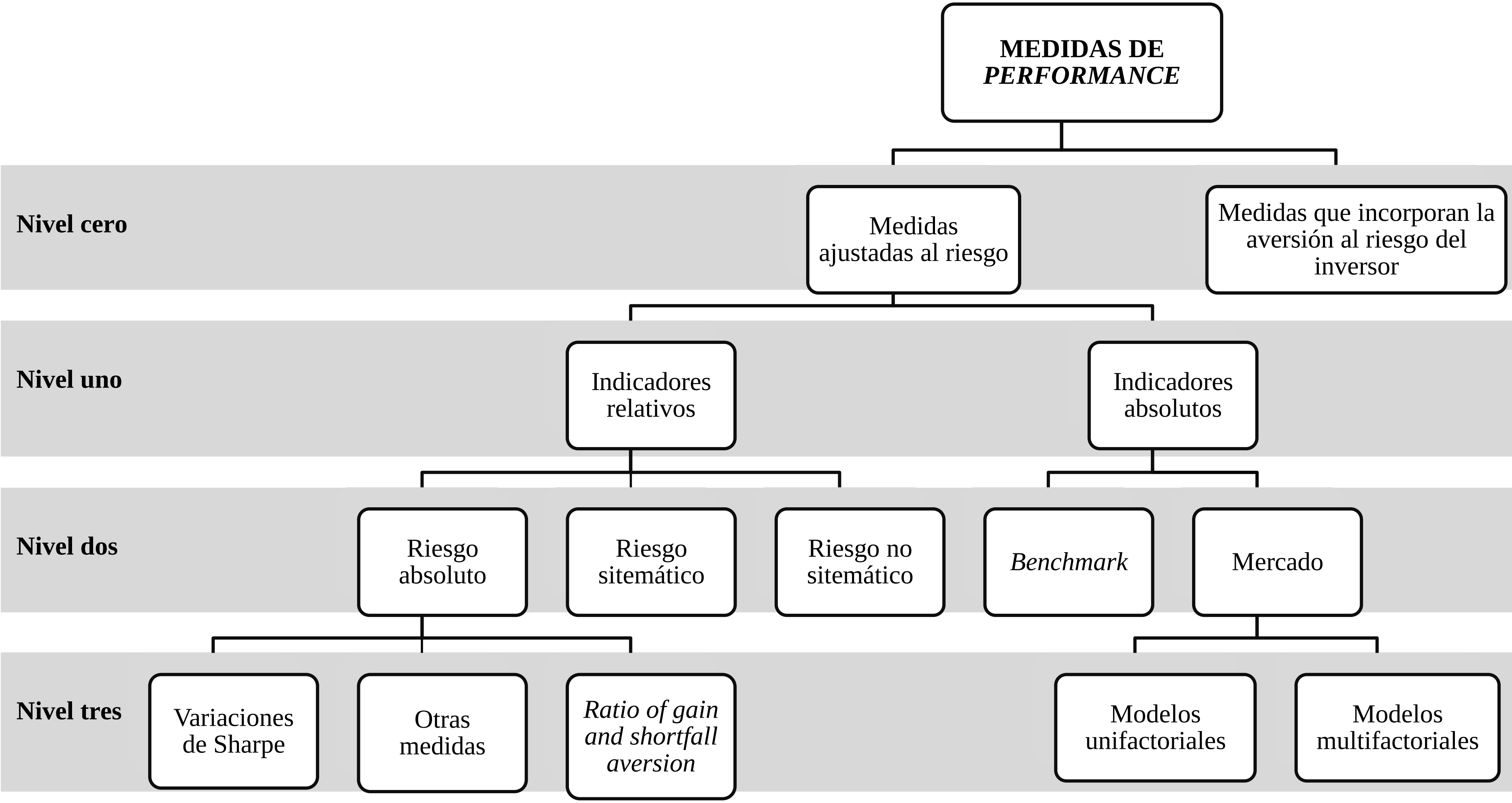
BBVA Asset Management. BBVA BOLSA, FI. https://www.bbvaassetmanagement.com/am/am/es/es/particular/fondos/ficha/4102/BOLSA

Tesoro Público. Histórico de estadísticas. Tipo de interés medio 2001-2014. http://www.tesoro.es/deuda-publica/historico-de-estadisticas/tipo-inter%C3%A9s-medio-2001-2014

Yahoo finance.
IBEX 35. https://es.finance.yahoo.com/q?s=^IBEX

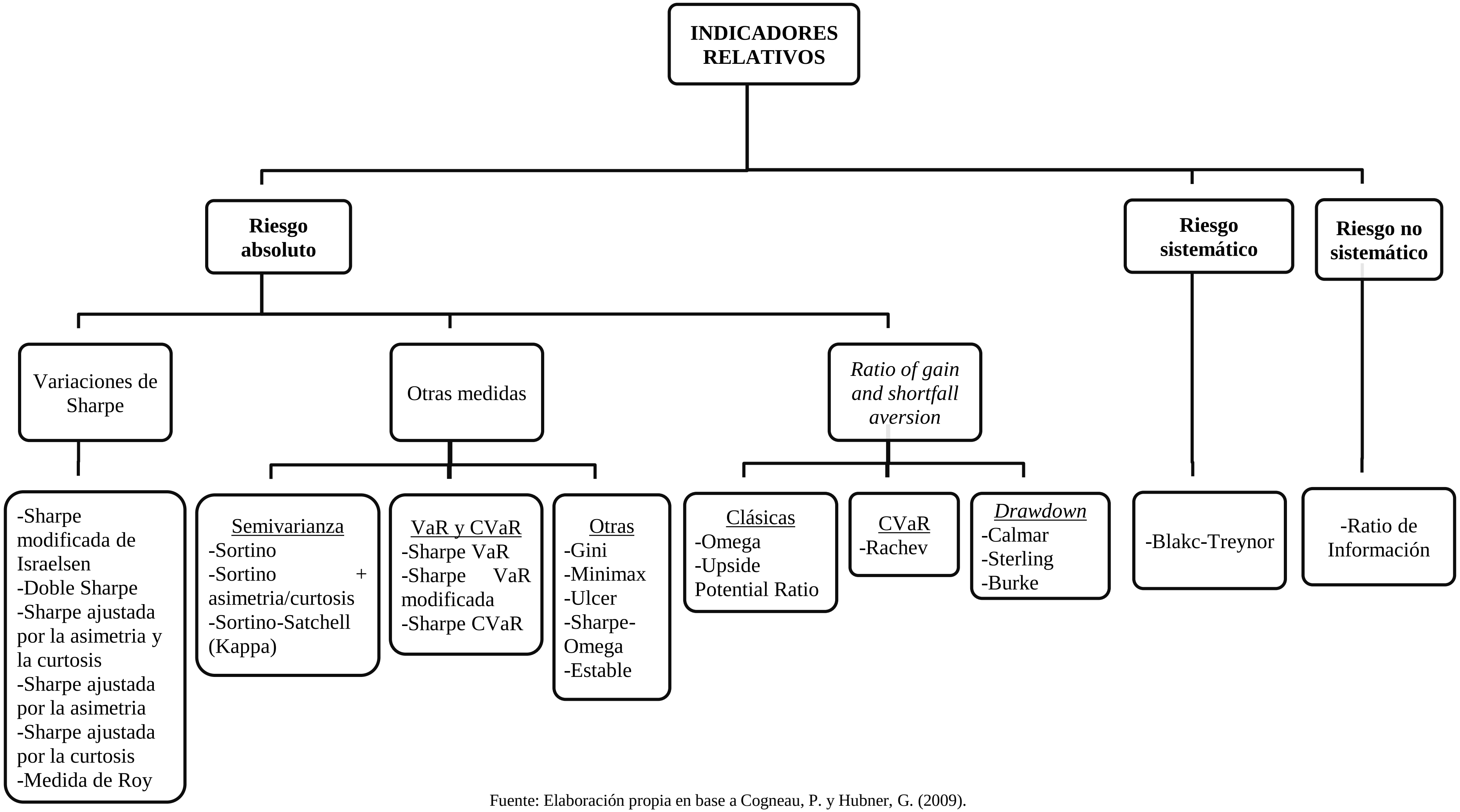
VII. ANEXOS

Anexo 1. "Diferentes niveles de las medidas de riesgo"



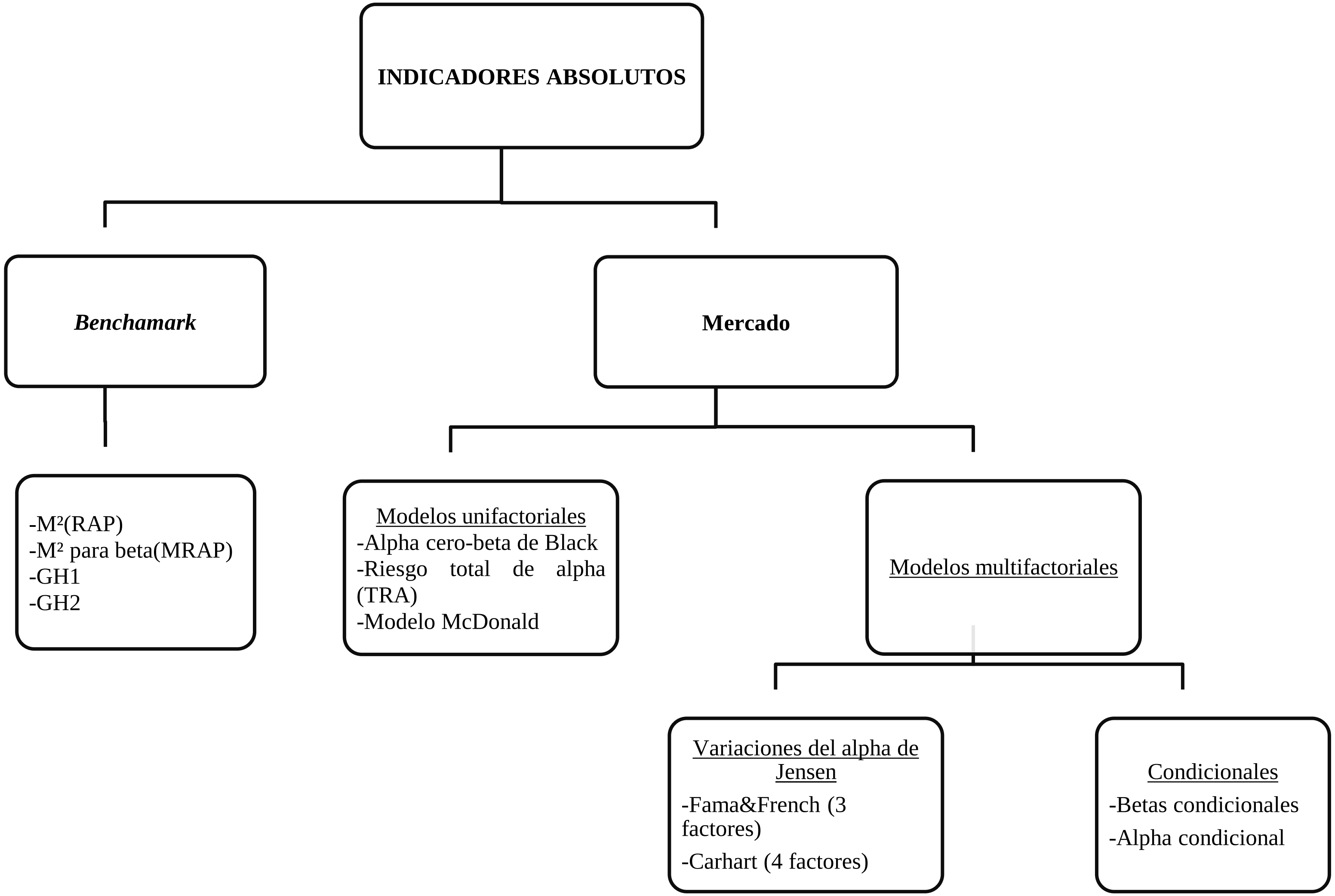
Fuente: Elaboración propia en base a Cogneau, P. y Hubner, G. (2009).

Anexo 2. “Indicadores relativos”



Fuente: Elaboración propia en base a Cogneau, P. y Hubner, G. (2009).

Anexo 3. "Indicadores absolutos"



Fuente: Elaboración propia en base a Cogneau, P. y Hubner, G. (2009).

Anexo 4. "Ficha técnica del fondo de inversión BBVA Bolsa"

BBVA

BBVA Bolsa, FI

Fondo de Renta Variable España - 30/04/2015

Objetivo de Inversión

Fondo que invierte en las compañías más representativas de la bolsa española. Fondo de volatilidad muy elevada.

Índice de Referencia

IBEX 35

Escala de Riesgo

1 2 3 4 5 6 7

Valor Liquidativo

28,9345 euros

Horizonte Temporal de Inversión

Recomendado para posiciones a más de 3 años

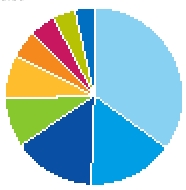
Evolución del Fondo

Performance / Datos estadísticos

	Fondo	Indice
Rentabilidad mensual	-1,27%	-1,18%
Rentabilidad trimestral	9,07%	9,44%
Rentabilidad acumulada 2015	12,03%	10,75%
Rentabilidad interanual	5,39%	8,85%
Rentabilidad 3 años T.A.E	20,72%	17,54%
Volatilidad anualizada 1 año	18,85%	18,96%
Meses en positivo	23	25
Meses en negativo	13	11

Composición Cartera

Sectores



Financieras	36,1%
Servicios de Consumo	16,3%
Industriales	15,1%
Telecomunicaciones	9,1%
Eléctricas Gas y Agua	7,0%
Tecnología	4,9%
Químicas y Materias Primas	4,8%
Otros	4,2%
Petróleo y Gas	3,7%
Total	100,0%

* Posiciones de contado.

Principales inversiones (% sobre patrimonio)*

Banco Santander SA	18,26%
Telefonica	8,61%
BBVA	5,35%
Caixa Bank	5,11%
Amadeus It Holding SA	4,61%
Intern Consolidated Airlines-Eur-	4,50%
Enagas -Eur-	4,12%
Inditex -Eur-	3,87%
Acerinox	3,54%
Repsol	3,48%

* Posiciones de contado.

Comportamiento Esperado

El objetivo de rentabilidad del fondo será similar al de su índice de referencia.
La evolución del fondo dependerá de:
- Riesgo de mercado: Evolución de la bolsa española.
- Riesgo de divisa: Todos los activos están denominados en euros, por lo que no existe riesgo divisa.

Datos Generales del Fondo

Fecha Creación	04/04/1988
Denominación Anterior	BBVA BOLSA 2 FIM
Cambio Política Inversión	-
Patrimonio	210 millones
Partícipes	15.889
Gestor	BBVA ASSET MANAGEMENT, S.A., S.G.I.I.C.
Depositario	BANCO DEPOSITARIO BBVA, SA
ISIN	ES0138861038
Nº Registro CNMV	131

Comisiones

Gestión	2,25%
Depósito	0,20%
Suscripción	No tiene
Reembolso	
- Inferior o igual a 3 meses	1,50%
Inversión mínima	600 euros

Riesgo Divisa

Todos los activos están denominados en euros, por lo que no existe riesgo divisa.

Fuente: *BBVA Asset Management*

Anexo 5. "Comandos en R para la ejecución del paquete *PerformanceAnalytics*"

#INSTALACIÓN DE LOS PAQUETES NECESARIOS

```
>library(zoo)
>library(xts)
>library(PerformanceAnalytics)
```

#CARGAR BBDD COMPLETA Y OBTENCIÓN DE RENTABILIDADES

```
> bbdd<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> preciosbbdd<-cbind(bbdd[2],bbdd[3])
> fechasbbdd<-as.POSIXlt(bbdd$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> bbdd.z<-zoo(x=preciosbbdd, order.by=fechasbbdd)
> bbdd.R<-Return.calculate(bbdd.z, method="log")
> per.bbdd.R<-bbdd.R*100
```

#CARGAR LA SERIE DE LA TASA LIBRE DE RIESGO Y CONVERSIÓN EN MENSUAL

```
> rf<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> preciosrf<-cbind(rf[2])
> fechasrf<-as.POSIXlt(rf$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> rf.z<-zoo(x=preciosrf, order.by=fechasrf)
>mes.rf<-(rf.z/12)*100
```

#GRÁFICA DE LA SERIE

#GRÁFICO DE PRECIOS

```
>plot.zoo(bbdd.z, xlab="Año", main="Precios mensuales", plot.type="multiple", col=c(2,4), lty=c(1,2))
```

#GRÁFICO DE RENDIMIENTOS Y TASA LIBRE DE RIESGO

```
> datos<-merge(per.bbdd.R,mes.rf)
> head(datos)
> plot.zoo(datos, ylab="Retornos mensuales, % (BBVA, FI - IBEX35)", xlab="Año", main="Retornos mensuales", plot.type="single", col=c(2,4,1), lty=c(1,2,1))
> legend("bottomright",legend=c("BBVA, FI","IBEX35", "Tasa libre de riesgo"), col=c("red","blue","black"), lty=c(1,2,1))
```

#HISTOGRAMA DE RENDIMIENTOS

```
> bbva.antes<- per.bbdd.R [0:60,1]
> bbva.despues<- per.bbdd.R [61:120,1]
> hist(bbva.antes, main="Histograma de rendimientos de BBVA, FI (%)", xlab="BBVA, FI", ylab="Frecuencia absoluta", xlim=c(-25,20))
> hist(bbva.despues, lty=2, main="Histograma de rendimientos de BBVA, FI (%)", xlab="BBVA, FI", ylab="Frecuencia absoluta", xlim=c(-25,20), add=T)
> legend("topright", legend=c("2004-2008","2009-2013"), lty=c(1,2))
> ibex.antes<- per.bbdd.R[0:60,2]
> ibex.despues<- per.bbdd.R[61:120,2]
```

```
> hist(ibex.antes, main="Histograma de rendimientos de IBEX 35 (%)", xlab="IBEX 35", ylab="Frecuencia absoluta", xlim=c(-25,20))
> hist(ibex.despues, lty=2, main="Histograma de rendimientos de IBEX 35 (%)", xlab="IBEX 35", ylab="Frecuencia absoluta", xlim=c(-25,20), add=T)
> legend("topright", legend=c("2004-2008","2009-2013"), lty=c(1,2))

> hist(bbdd.R[2:60,1], border="red", main="Histograma de rendimientos de BBVA, FI", xlab="BBVA, FI", ylab="Frecuencia absoluta")
> hist(bbdd.R[2:60,2], border="blue", main="Histograma de rendimientos de IBEX35", xlab="IBEX35", ylab="Frecuencia absoluta")
```

<u>RESULTADOS PARA ANTES DE LA CRISIS</u>

#CARGAR BASE DE DATOS

```
> bbddantes<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> head(bbddantes)
```

#CONVERSIÓN BASE DE DATOS EN ZOO

```
> preciosantes<-cbind(bbddantes[2],bbddantes[3])
> fechasantes<-as.POSIXlt(bbddantes$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> bbddantes.z<-zoo(x=preciosantes, order.by=fechasantes)
> class(bbddantes.z)
> head(bbddantes.z)
```

#CÁLCULO DE RETORNOS

```
> bbddantes.R<-Return.calculate(bbddantes.z, method="log")
> head(bbddantes.R)
```

#CONVERSIÓN A ZOO LA TASA LIBRE DE RIESGO, CONVERSIÓN A MENSUAL Y CÁLCULO DE SU MEDIA

```
> rfantes<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> rfa<-cbind(rfantes[2])
> fechasrfa<- as.POSIXlt(rfantes$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> rfa.z<-zoo(x=rfa, order.by=fechasrfa)
> mes.rfa.z<-rfa.z/12
> meanrfa.z<-mean(mes.rfa.z, na.rm=TRUE);meanrfa.z
```

#OBTENCIÓN DE LOS EXCESOS DE RETORNO PARA CADA VARIABLE

```
> rebbvaa<-Return.excess(bbddantes.R[,1], Rf=mes.rfa.z)
> era.bbva<-mean(rebbvaa, na.rm=TRUE);era.bbva
> reibexa<-Return.excess(bbddantes.R[,2], Rf=mes.rfa.z)
> era.ibex<-mean(reibexa, na.rm=TRUE);era.ibex
```

#TABLA CON MEDIDAS DE RIESGO
> table.Variability(bbddantes.R, scale = 12, geometric = FALSE, digits = 4)

#MEDIDA DE SHARPE
> SharpeRatio(bbddantes.R, Rf=meanrfa.z, p = 0.95, FUN="StdDev")

#TABLA RIESGO, BETA Y INDICE DE TREYNOR
> table.SpecificRisk(bbddantes.R[2:60,], bbddantes.R[2:60,2], Rf = meanrfa.z, digits = 6)
> beta.a<-CAPM.beta(bbddantes.R, bbddantes.R[,2], Rf = meanrfa.z);beta.a
> TreynorRatio.bbva.a<-era.bbva/beta.a[,1]; TreynorRatio.bbva.a
> TreynorRatio.ibex.a<-era.ibex/beta.a[,2]; TreynorRatio.ibex.a

#ALPHA DE JENSEN
> CAPM.jensenAlpha(bbddantes.R[2:60,], bbddantes.R[2:60,2], Rf=meanrfa.z)

#CÁLCULO DEL VAR Y CVAR Y VARIACIONES DE SHARPE
>table.DownsideRisk(bbddantes.R, ci = 0.95, scale = 12, Rf = meanrfa.z, MAR = meanrfa.z, p = 0.95, digits = 6)
> SharpeRatio(bbddantes.R, Rf=meanrfa.z, p = 0.95, FUN="VaR", method="historical")
> SharpeRatio(bbddantes.R, Rf=meanrfa.z, p = 0.95, FUN="ES", method="historical")

#DOWNSIDERISK
> table.DownsideRiskRatio(bbddantes.R, MAR = meanrfa.z, scale = 12, digits = 6)
> SortinoRatio(bbddantes.R, MAR = meanrfa.z)
> Kappa(bbddantes.R, MAR=meanrfa.z, 1)
> Kappa(bbddantes.R, MAR=meanrfa.z, 2)

#DRAWDOWN
> table.DrawdownsRatio(bbddantes.R, Rf = meanrfa.z, scale = 12, digits = 6)
> maxDrawdown(bbddantes.R)
> CalmarRatio(bbddantes.R, scale = 1)
> SterlingRatio(bbddantes.R, scale = 1, excess = 0.1)

#BLACK-TREYNOR
> AppraisalRatio(bbddantes.R[2:60,], bbddantes.R[2:60,2], Rf = meanrfa.z, method = "modified")

#TRACKING ERROR Y RATIO DE INFORMACIÓN
> table.InformationRatio(bbddantes.R[,1], bbddantes.R[,2], scale = 12, digits = 6)
> TrackingError(bbddantes.R[,1], bbddantes.R[,2], scale = 1)
> ActiveReturn(bbddantes.R[,1], bbddantes.R[,2], scale = 1)
> InformationRatio(bbddantes.R[,1], bbddantes.R[,2], scale = 1)

#M2 ALTERNATIVA 1 Y 2

```
> Modigliani(bbddantes.R, bbddantes.R[,2], Rf = meanrfa.z)
> desv<-StdDev(bbddantes.R);desv
> sh<-SharpeRatio(bbddantes.R, Rf = meanrfa.z, p = 0.95, FUN="StdDev")
> mm2<-(sh[,1]-sh[,2])*desv[,2];mm2
```

#T2 ALTERNATIVA 1 Y 2

```
> t2.1.a<- TreynorRatio.bbva.a *beta.a[,2]+meanrfa.z;t2.1.a
> t2.2.a<-( TreynorRatio.bbva.a - TreynorRatio.ibex.a)*beta.a[,2];t2.2.a
```

<u>**RESULTADOS PARA DESPUÉS DE LA CRISIS**</u>

#CARGAR BASE DE DATOS

```
> bbdddespues<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> head(bbdddespues)
```

#CONVERSIÓN BASE DE DATOS EN ZOO

```
> preciosdespues<-cbind(bbdddespues [2], bbdddespues [3])
> fechasdespues<- as.POSIXlt(bbdddespues $FECHA, format="%Y-%m-%d")
> bbdddespues.z<-zoo(x=preciosdespues, order.by=fechasdespues)
> class(bbdddespues.z)
> head(bbdddespues.z)
```

#CÁLCULO DE RETORNOS

```
> bbdddespues.R<-Return.calculate(bbdddespues.z, method="log")
> head(bbdddespues.R)
```

#CONVERSIÓN A ZOO LA TASA LIBRE DE RIESGO Y CÁLCULO DE SU MEDIA

```
> rfdespues<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> rfd<-cbind(rfdespues[2])
> fechasrfd<- as.POSIXlt(rfdespues$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> rfd.z<-zoo(x=rfd, order.by=fechasrfd)
> mes.rfd.z<-rfd.z/12
> meanrfd.z<-mean(mes.rfd.z, na.rm=TRUE) ;meanrfd.z
```

#OBTENCIÓN DE LOS EXCESOS DE RETORNO PARA CADA VARIABLE

```
> rebbvad<-Return.excess(bbdddespues.R[,1], Rf=mes.rfd.z)
> erd.bbva<-mean(rebbvad, na.rm=TRUE);erd.bbva
> reibexd<-Return.excess(bbdddespues.R[,2], Rf=mes.rfd.z)
> erd.ibex<-mean(reibexd, na.rm=TRUE);erd.ibex
```

#TABLA CON MEDIDAS DE RIESGO

```
> table.Variability(bbdddespues.R, scale = 12, geometric = FALSE, digits = 6)
```

#MEDIDA DE SHARPE Y VARIACIONES

```
> SharpeRatio(bbdddespues.R, Rf=meanrfd.z, p = 0.95, FUN="StdDev")
```

#TABLA RIESGO, BETA Y INDICE DE TREYNOR

```
> table.SpecificRisk(bbdddespues.R[2:60,], bbdddespues.R[2:60,2], Rf = meanrfd.z, digits = 6)
> beta.d<-CAPM.beta(bbdddespues.R, bbdddespues.R[,2], Rf = meanrfd.z);beta.d
> TreynorRatio.bbva.d<-erd.bbva/beta.d[,1]; TreynorRatio.bbva.d
> TreynorRatio.ibex.d<-erd.ibex/beta.d[,2]; TreynorRatio.ibex.d
```

#ALPHA DE JENSEN

```
> CAPM.jensenAlpha(bbdddespues.R[2:60,], bbdddespues.R[2:60,2], Rf=meanrfd.z)
```

#CÁLCULO DEL VAR Y CVAR Y VARIACIONES DE SHARPE

```
> table.DownsideRisk(bbdddespues.R, ci = 0.95, scale = 12, Rf = meanrfd.z, MAR = meanrfd.z, p = 0.95, digits = 6)
> SharpeRatio(bbdddespues.R, Rf=meanrfd.z, p = 0.95, FUN="VaR", method="historical")
> SharpeRatio(bbdddespues.R, Rf=meanrfd.z, p = 0.95, FUN="ES", method="historical")
```

#DOWNSIDERISK

```
> table.DownsideRiskRatio(bbdddespues.R, MAR = meanrfd.z, scale = 12, digits = 6)
> SortinoRatio(bbdddespues.R, MAR = meanrfd.z)
> Kappa(bbdddespues.R, MAR=meanrfd.z, 1)
> Kappa(bbdddespues.R, MAR=meanrfd.z, 2)
```

#DRAWDOWN

```
> table.DrawdownsRatio(bbdddespues.R, Rf = meanrfd.z, scale = 12, digits = 6)
> maxDrawdown(bbdddespues.R)
> CalmarRatio(bbdddespues.R, scale = 1)
> SterlingRatio(bbdddespues.R, scale = 1, excess = 0.1)
```

#BLACK-TREYNOR

```
> AppraisalRatio(bbdddespues.R[2:60,], bbdddespues.R[2:60,2], Rf = meanrfd.z, method = "modified")
```

#TRACKING ERROR Y RATIO DE INFORMACIÓN

```
> table.InformationRatio(bbdddespues.R[,1], bbdddespues.R[,2], scale = 12, digits = 6)
> TrackingError(bbdddespues.R[,1], bbdddespues.R[,2], scale = 1)
> ActiveReturn(bbdddespues.R[,1], bbdddespues.R[,2], scale = 1)
> InformationRatio(bbdddespues.R[,1], bbdddespues.R[,2], scale = 1)
```

#M2 ALTERNATIVA 1 Y 2 (MENSUAL)
```
> Modigliani(bbdddespues.R, bbdddespues.R[,2], Rf = meanrfd.z)
>desv<-StdDev(bbdddespues.R);desv
> sh<-SharpeRatio(bbdddespues.R, Rf = meanrfd.z, p = 0.95, FUN="StdDev")
> mm2<-(sh[,1]-sh[,2])*desv[,2];mm2
```

#T2 ALTERNATIVA 1 Y 2 (ANUALIZADA)
```
> t2.1.d<- TreynorRatio.bbva.d *beta.d[,2]+meanrfd.z;t2.1.d
> t2.2.d<-( TreynorRatio.bbva.d - TreynorRatio.ibex.d)*beta.d[,2];t2.2.d
```

<u>GRADO DE ESTABILIDAD DE LAS MEDIDAS DE PERFORMANCE</u>

#CARGAR BASE DE DATOS DE RENDIMIENTOS DE TODO EL PERIODO
```
> bbdd<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> preciosbbdd<-cbind(bbdd[2],bbdd[3])
> fechasbbdd<-as.POSIXlt(bbdd$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> bbdd.z<-zoo(x=preciosbbdd, order.by=fechasbbdd)
> bbdd.z<-bbdd.z
> head(bbdd.z)
```

#CARGAR BASE DATOS DE LA TASA LIBRE DE RIESGO
```
> rf<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> preciosrf<-cbind(rf[2])
> fechasrf<-as.POSIXlt(rf$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> rf.z<-zoo(x=preciosrf, order.by=fechasrf)
> mesrf.z<-(rf.z/12)
> head(mesrf.z)
```

#ROLLING DE DESVIACIÓN
```
> rollingdesv.bbva<-apply.rolling(bbdd.z[,1], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by =
1, FUN = "StdDev")
> rollingdesv.ibex<-apply.rolling(bbdd.z[,2], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1,
FUN = "StdDev")
>desviacion.roll<-cbind(rollingdesv.bbva, rollingdesv.ibex)
> plot.zoo(desviacion.roll, ylab="Desviación estándar (BBVA, FI - IBEX35)",
xlab="Año", main="DESVIACIÓN ESTÁNDAR", plot.type="single", col=c(2,4),
lty=c(1,2))
> legend("topleft", legend=c("Desviación BBVA","Desviación IBEX35"), col=c(2,4),
lty=c(1,2))
```
#ROLLING BETA
```
> run_regresion<-
function(bbdd.z){return(coef(lm(bbdd.z[,1,drop=FALSE]~bbdd.z[,2,drop=FALSE]-1,
data=as.data.frame(bbdd.z)))) }
> beta.roll<-
function(z,width){rollapply(z,width=width,FUN=run_regresion,by.column=FALSE,ali
gn="right")}
> betas<-beta.roll(diff(bbdd.z),12)
```

```
> betas.bbdd<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> betas<-cbind(betas.bbdd[2])
> fechasbetas<-as.POSIXlt(betas.bbdd$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> betas.roll<-zoo(x=betas, order.by=fechasbetas)
> plot.zoo(betas.roll, ylab="Beta (BBVA, FI)", xlab="Año", main="BETA DEL FONDO", plot.type="single", col=2, lty=2, lwd=2)
> legend("bottomleft", legend=c("Rolling Beta"), col=2, lty=2)
>abline(h=1)
```

#MEDIDAS TRADICIONALES

#ROLLING SHARPE

```
> sharpe.bbva<-apply.rolling(bbdd.z[,1], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1, FUN =SharpeRatio.annualized, Rf=mesrf.z, scale=1, geometric=FALSE)
> sharpe.ibex<-apply.rolling(bbdd.z[,2], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1, FUN =SharpeRatio.annualized, Rf=mesrf.z, scale=1, geometric=FALSE)
> sharpe.roll<-cbind(sharpe.bbva,sharpe.ibex)
> StdDev(sharpe.roll[1:60])
> StdDev(sharpe.roll[61:120])
>mediana.sharpe1<-median(sharpe.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.sharpe2<-median(sharpe.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(sharpe.bbva[1:60]-mediana.sharpe1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(sharpe.bbva[61:120]-mediana.sharpe2), na.rm=TRUE))/60
```

#ROLLING TREYNOR

```
> treynor.bbva<-apply.rolling(bbdd.z[,1], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1, FUN =TreynorRatio, Rf=mesrf.z, Rb=bbdd.z[,2], scale=1, modified=FALSE)
> treynor.ibex<-apply.rolling(bbdd.z[,2], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1, FUN =TreynorRatio, Rf=mesrf.z, Rb=bbdd.z[,2], scale=12, modified=FALSE)
> treynor.roll<-cbind(treynor.bbva,treynor.ibex)
> StdDev(treynor.roll[1:60])
> StdDev(treynor.roll[61:120])
>mediana.treynor1<-median(treynor.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.treynor2<-median(treynor.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(treynor.bbva[1:60]-mediana.treynor1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(treynor.bbva[61:120]-mediana.treynor2), na.rm=TRUE))/60
```

#ROLLING ALPHA JENSEN

```
> alpha.bbva<-apply.rolling(bbdd.z[,1], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1, FUN =CAPM.jensenAlpha, Rf=mean(mesrf.z), Rb=bbdd.z[,2])
> alpha.roll<-alpha.bbva
> StdDev(alpha.roll[1:60])
> StdDev(alpha.roll[61:120])
>mediana.alpha1<-median(alpha.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.alpha2<-median(alpha.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(alpha.bbva[1:60]-mediana.alpha1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(alpha.bbva[61:120]-mediana.alpha2), na.rm=TRUE))/60
```

#GRÁFICO

```
> tradicionales<-merge(sharpe.bbva,alpha.bbva)
```

```
> plot.zoo(tradicionales, ylab="Medidas tradicionales (BBVA, FI)", xlab="Año",
main="MEDIDAS TRADICIONALES", plot.type="single", col=c(1,3), lwd=2)
> legend("bottomleft", legend=c("Rolling Sharpe", "Rolling Jensen"), col=c(1,3),
lty=c(1,1))
> abline(h=0)
> plot.zoo(treynor.bbva, ylab="Medidas tradicionales (BBVA, FI)", xlab="Año",
main="MEDIDAS TRADICIONALES", plot.type="single", col=2, lwd=2)
> legend("bottomleft", legend=c("Rolling Treynor"), col=3, lty=1)
> abline(h=0)
```

#PLOT DE DENSIDAD

#SHARPE

```
> plot(density(sharpe.bbva[1:60], na.rm=TRUE), main="Sharpe (2004-2008)", col=1,
lwd=2, lty=1)
> ms1<-mean(sharpe.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=ms1, col=1, lty=2)
> plot(density(sharpe.bbva[61:120], na.rm=TRUE), main="Sharpe (2009-2013)", col=1,
lwd=2, lty=1)
> ms2<-mean(sharpe.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=ms2, col=1, lty=2)
```

#TREYNOR

```
> plot(density(treynor.bbva[1:60], na.rm=TRUE), main="Treynor (2004-2008)", col=2,
lwd=2, lty=1)
> mt1<-mean(treynor.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=mt1, col=1, lty=2)
> plot(density(treynor.bbva[61:120], na.rm=TRUE), main="Treynor (2009-2013)",
col=2, lwd=2, lty=1)
> mt2<-mean(treynor.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=mt2, col=2, lty=2)
```

#JENSEN

```
> plot(density(alpha.bbva[1:60], na.rm=TRUE), main="Alpha de Jensen (2004-2008)",
col=3, lwd=2, lty=1)
> ma1<-mean(alpha.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=ma1, col=3, lty=2)
> plot(density(alpha.bbva[61:120], na.rm=TRUE), main="Alpha de Jensen (2009-
2013)", col=3, lwd=2, lty=1)
> ma2<-mean(alpha.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=ma2, col=3, lty=2)
```

#MEDIDAS ALTERNATIVAS-INDICADORES RELATIVOS-RIESGO ABSOLUTO

#VAR

```
> varsharpebbdd<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> varsharpe<-cbind(varsharpebbdd[2],varsharpebbdd[3])
> fechasvar<-as.POSIXlt(varsharpebbdd$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> varsharpe.roll<-zoo(x=varsharpe, order.by=fechasvar)
> StdDev(varsharpe.roll[1:60])
```

```
> StdDev(varsharpe.roll[61:120])
>mediana.varsharpe1<-median(varsharpe.roll[1:60,1], na.rm=TRUE)
>mediana.varsharpe2<-median(varsharpe.roll[61:120,1], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(varsharpe.roll[1:60,1]-mediana.varsharpe1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(varsharpe.roll[61:120,1]-mediana.varsharpe2), na.rm=TRUE))/60
#CVAR
> cvarsharpebbdd<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> cvarsharpe<-cbind(cvarsharpebbdd[2],cvarsharpebbdd[3])
> fechascvar<-as.POSIXlt(cvarsharpebbdd$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> cvarsharpe.roll<-zoo(x=cvarsharpe, order.by=fechascvar)
> StdDev(cvarsharpe.roll[1:60])
> StdDev(cvarsharpe.roll[61:120])
>mediana.cvarsharpe1<-median(cvarsharpe.roll[1:60,1], na.rm=TRUE)
>mediana.cvarsharpe2<-median(cvarsharpe.roll[61:120,1], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(cvarsharpe.roll[1:60,1]-mediana.cvarsharpe1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(cvarsharpe.roll[61:120,1]-mediana.cvarsharpe2), na.rm=TRUE))/60
#ROLLING  SORTINO
> sortino.bbva<-apply.rolling(bbdd.z[,1], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1,
FUN =SortinoRatio, MAR=mean(mesrf.z))
> sortino.ibex<-apply.rolling(bbdd.z[,2], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1,
FUN =SortinoRatio, MAR=mean(mesrf.z))
> sortino.roll<-cbind(sortino.bbva,sortino.ibex)
> StdDev(sortino.roll[1:60])
> StdDev(sortino.roll[61:120])
>mediana.sortino1<-median(sortino.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.sortino2<-median(sortino.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(sortino.bbva[1:60]-mediana.sortino1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(sortino.bbva[61:120]-mediana.sortino2), na.rm=TRUE))/60
#ROLLING  CALMAR
> calmar.bbva<-apply.rolling(bbdd.z[,1], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1,
FUN =CalmarRatio, scale=1)
> calmar.ibex<-apply.rolling(bbdd.z[,2], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1,
FUN =CalmarRatio, scale=1)
> calmar.roll<-cbind(calmar.bbva,calmar.ibex)
> StdDev(calmar.roll[1:60])
> StdDev(calmar.roll[61:120])
>mediana.calmar1<-median(calmar.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.calmar2<-median(calmar.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(calmar.bbva[1:60]-mediana.calmar1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(calmar.bbva[61:120]-mediana.calmar2), na.rm=TRUE))/60
#GRÁFICO
> absoluto<-merge(varsharpe.roll[,1],cvarsharpe.roll[,1],sortino.bbva,calmar.bbva)
> plot.zoo(absoluto, ylab="Riesgo absoluto (BBVA, FI)", xlab="Año",
main="MEDIDAS ALTERNATIVAS-RIESGO ABSOLUTO", plot.type="single",
col=c(4,5,6,7), lwd=2)
```

```
> legend("bottomleft", legend=c("Rolling Sharpe-VaR", "Rolling Sharpe-CVaR",
"Rolling Sortino", "Rolling Calmar"), col=c(4,5,6,7), lty=c(1,1,1,1))
> abline(h=0)
```

#PLOT DE DENSIDAD

#SHARPE-VAR

```
> plot(density(varsharpe.roll[1:60,1], na.rm=TRUE), main="Sharpe-VaR (2004-2008)",
col=4, lwd=2, lty=1)
> msv1<-mean(varsharpe.roll[1:60,1], na.rm=TRUE)
> abline(v=msv1, col=4, lty=2)
> plot(density(varsharpe.roll[61:120,1], na.rm=TRUE), main="Sharpe-VaR (2009-
2013)", col=4, lwd=2, lty=1)
> msv2<-mean(varsharpe.roll[61:120,1], na.rm=TRUE)
> abline(v=msv2, col=4, lty=2)
```

#SHARPE-CVAR

```
> plot(density(cvarsharpe.roll[1:60,1], na.rm=TRUE), main="Sharpe-CVaR (2004-
2008)", col=5, lwd=2, lty=1)
> msc1<-mean(cvarsharpe.roll[1:60,1], na.rm=TRUE)
> abline(v=msc1, col=5, lty=2)
> plot(density(cvarsharpe.roll[61:120,1], na.rm=TRUE), main="Sharpe-CVaR (2009-
2013)", col=5, lwd=2, lty=1)
> msc2<-mean(cvarsharpe.roll[61:120,1], na.rm=TRUE)
> abline(v=msc2, col=5, lty=2)
```

#SORTINO

```
> plot(density(sortino.bbva[1:60], na.rm=TRUE), main="Sortino (2004-2008)", col=6,
lwd=2, lty=1)
> mso1<-mean(sortino.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=mso1, col=6, lty=2)
> plot(density(sortino.bbva[61:120], na.rm=TRUE), main="Sortino (2009-2013)",
col=6, lwd=2, lty=1)
> mso2<-mean(sortino.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=mso2, col=6, lty=2)
```

#CALMAR

```
> plot(density(calmar.bbva[1:60], na.rm=TRUE), main="Calmar (2004-2008)", col=7,
lwd=2, lty=1)
> mc1<-mean(calmar.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=mc1, col=7, lty=2)
> plot(density(calmar.bbva[61:120], na.rm=TRUE), main="Calmar (2009-2013)",
col=7, lwd=2, lty=1)
> mc2<-mean(calmar.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=mc2, col=7, lty=2)
```

#MEDIDAS ALTERNATIVAS-INDICADORES RELATIVOS-RIESGO SISTEMÁTICO

#ROLLING BLACK-TREYNOR

```
> bt.bbva<-apply.rolling(bbdd.z[,1], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1, FUN
=AppraisalRatio, Rf=mean(mesrf.z), Rb=bbdd.z[,2], method="modified")
```

```
> bt.roll<-cbind(bt.bbva)
> StdDev(bt.roll[1:60])
> StdDev(bt.roll[61:120])
>mediana.bt1<-median(bt.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.bt2<-median(bt.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(bt.bbva[1:60]-mediana.bt1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(bt.bbva[61:120]-mediana.bt2), na.rm=TRUE))/60
```

#GRÁFICO

```
> plot.zoo(bt.roll, ylab="Black-Treynor (BBVA, FI)", xlab="Año", main="MEDIDAS
ALTERNATIVAS-RIESGO SISTEMÁTICO", plot.type="single", col=8, lty=1, lwd=2)
> legend("bottomleft", legend=c("Rolling Black-Treynor"), col=8, lty=1)
>abline(h=0)
```

#PLOT DE DENSIDAD

#BLACK-TREYNOR

```
> plot(density(bt.roll[1:60], na.rm=TRUE), main="Black-Treynor (2004-2008)", col=8,
lwd=2, lty=1)
> mbt1<-mean(bt.roll[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=mbt1, col=8, lty=2)
> plot(density(bt.roll[61:120], na.rm=TRUE), main="Black-Treynor (2009-2013)",
col=8, lwd=2, lty=1)
> mbt2<-mean(bt.roll[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=mbt2, col=8, lty=2)
```

#MEDIDAS ALTERNATIVAS-INDICADORES RELATIVOS-RIESGO NO SISTEMÁTICO

#ROLLING TRACKING ERROR

```
> tebbdd<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> trackingerror<-cbind(tebbdd[2])
> fechaste<-as.POSIXlt(tebbdd$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> trackingerror.roll<-zoo(x=trackingerror, order.by=fechaste)
> plot.zoo(trackingerror.roll, ylab="Tracking Error (BBVA, FI)", xlab="Año",
main="TRACKING ERROR", plot.type="single", col=1, lty=2, lwd=2)
> legend("bottomleft", legend=c("Rolling Tracking Error"), col=1, lty=2)
```

#ROLLING RATIO DE INFORMACION

```
> irbbdd<-read.csv(file.choose(), header=T, sep=";")
> informationratio<-cbind(irbbdd[2])
> fechasir<-as.POSIXlt(irbbdd$FECHA, format="%Y-%m-%d")
> informationratio.roll<-zoo(x=informationratio, order.by=fechasir)
> StdDev(informationratio.roll[1:60])
> StdDev(informationratio.roll[61:120])
>mediana.ir1<-median(informationratio.roll[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.ir2<-median(informationratio.roll[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(informationratio.roll[1:60]-mediana.ir1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(informationratio.roll[61:120]-mediana.ir2), na.rm=TRUE))/60
```

#GRÁFICO

```
> plot.zoo(informationratio.roll, ylab="Ratio de Información (BBVA, FI)", xlab="Año",
main="MEDIDAS ALTERNATIVAS-RIESGO NO SISTEMÁTICO",
plot.type="single", col=2, lty=1, lwd=2)
> legend("bottomleft", legend=c("Rolling Ratio de Información"), col=2, lty=1)
```

#PLOT DE DENSIDAD

#RATIO DE INFORMACIÓN

```
> plot(density(informationratio.roll [1:60], na.rm=TRUE), main="Ratio de Información
(2004-2008)", col=2, lwd=2, lty=1)
> mi1<-mean(informationratio.roll[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=mi1, col=2, lty=2)
> plot(density(informationratio.roll[61:120], na.rm=TRUE), main="Ratio de
Información (2009-2013)", col=2, lwd=2, lty=1)
> mi2<-mean(informationratio.roll[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=mi2, col=2, lty=2)
```

#MEDIDAS ALTERNATIVAS-INDICADORES ABSOLUTOS

#ROLLING MODIGLIANI

```
> rap.bbva<-apply.rolling(bbdd.z[,1], width=12, trim = TRUE, gap = 12, by = 1, FUN
=Modigliani, Rb=bbdd.z[,2], Rf=mesrf.z)
> rap.roll<-cbind(rap.bbva)
> StdDev(rap.roll[1:60])
> StdDev(rap.roll[61:120])
>mediana.rap1<-median(rap.bbva[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.rap2<-median(rap.bbva[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(rap.bbva[1:60]-mediana.rap1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(rap.bbva[61:120]-mediana.rap2), na.rm=TRUE))/60
```

#ROLLING MRAP

```
> beta.matriz<-merge(betas.roll,treynor.bbva)
> mrap.roll<-beta.matriz[,1]*beta.matriz[,2]+mesrf.z
> StdDev(mrap.roll[1:60])
> StdDev(mrap.roll[61:120])
>mediana.mrap1<-median(mrap.roll[1:60], na.rm=TRUE)
>mediana.mrap2<-median(mrap.roll[61:120], na.rm=TRUE)
>(sum(abs(mrap.roll[1:60]-mediana.mrap1), na.rm=TRUE))/49
>(sum(abs(mrap.roll[61:120]-mediana.mrap2), na.rm=TRUE))/60
```

#GRÁFICO

```
>indicadoresabsolutos<-merge(rap.roll,mrap.roll)
> plot.zoo(indicadoresabsolutos, ylab="Indicadores absolutos (BBVA, FI)",
xlab="Año", main="MEDIDAS ALTERNATIVAS-INDICADORES ABSOLUTOS",
plot.type="single", col=c(11,12), lty=1, lwd=2)
> legend("bottomleft", legend=c("Rolling RAP", "Rolling MRAP"), col=c(11,12),
lty=1)
>abline(h=0)
```

#PLOT DE DENSIDAD
#RAP

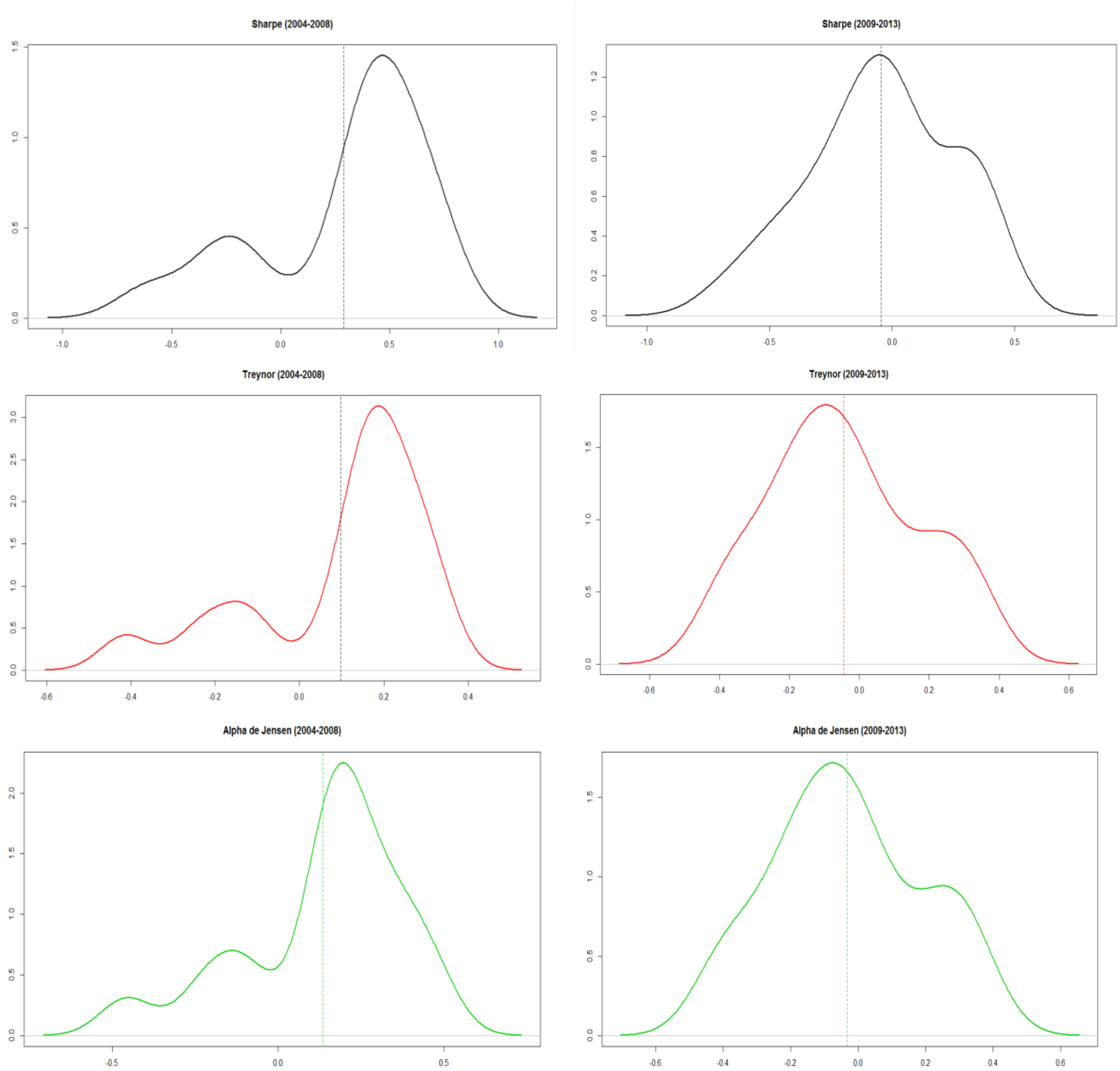
```
> plot(density(rap.roll [1:60], na.rm=TRUE), main="RAP (2004-2008)", col=11,
lwd=2, lty=1)
> mr1<-mean(rap.roll[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=mr1, col=11, lty=2)
> plot(density(rap.roll[61:120], na.rm=TRUE), main="RAP (2009-2013)", col=11,
lwd=2, lty=1)
> mr2<-mean(rap.roll[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=mr2, col=11, lty=2)
```

#MRAP

```
> plot(density(mrap.roll [1:60], na.rm=TRUE), main="MRAP (2004-2008)", col=12,
lwd=2, lty=1)
> mm1<-mean(mrap.roll[1:60], na.rm=TRUE)
> abline(v=mm1, col=12, lty=2)
> plot(density(mrap.roll[61:120], na.rm=TRUE), main="MRAP (2009-2013)", col=12,
lwd=2, lty=1)
> mm2<-mean(mrap.roll[61:120], na.rm=TRUE)
> abline(v=mm2, col=12, lty=2)
```

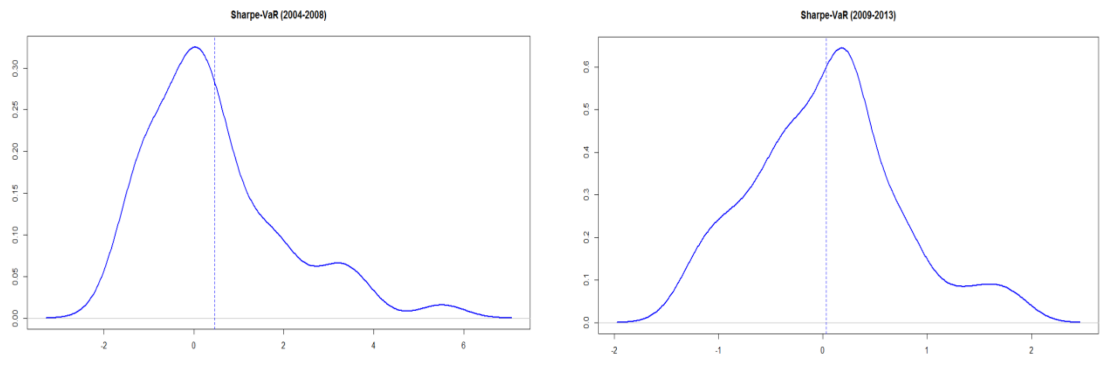
Anexo 6. Histograma de las medidas de *performance.*

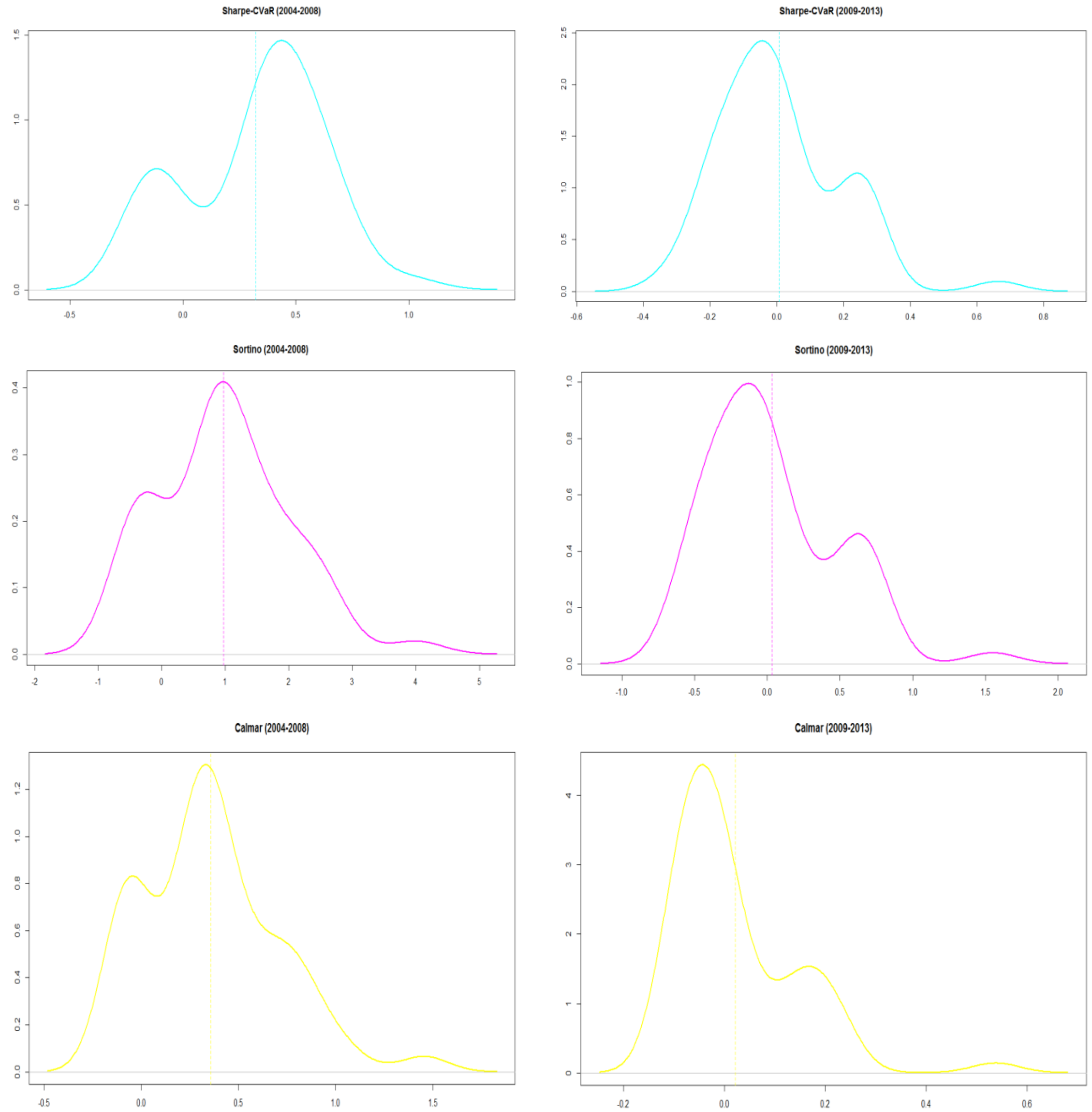
MEDIDAS TRADICIONALES[i]



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

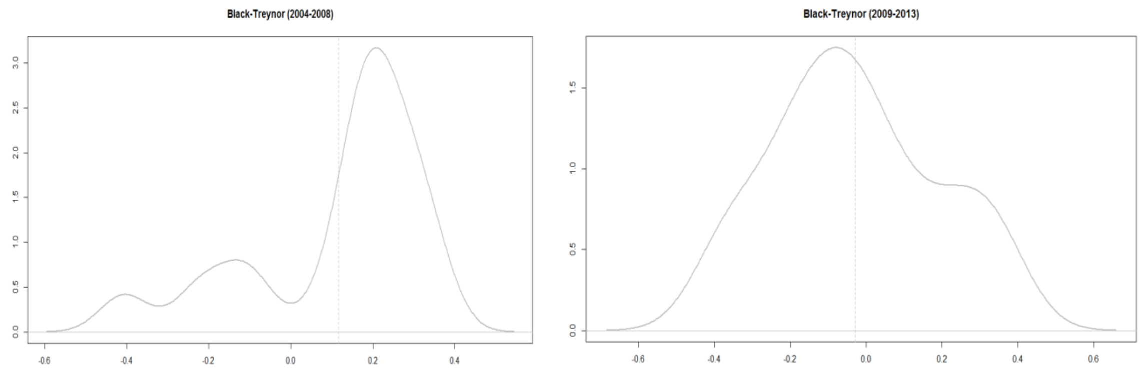
MEDIDAS ALTERNATIVAS – INDICADORES RELATIVOS – RIESGO ABSOLUTO





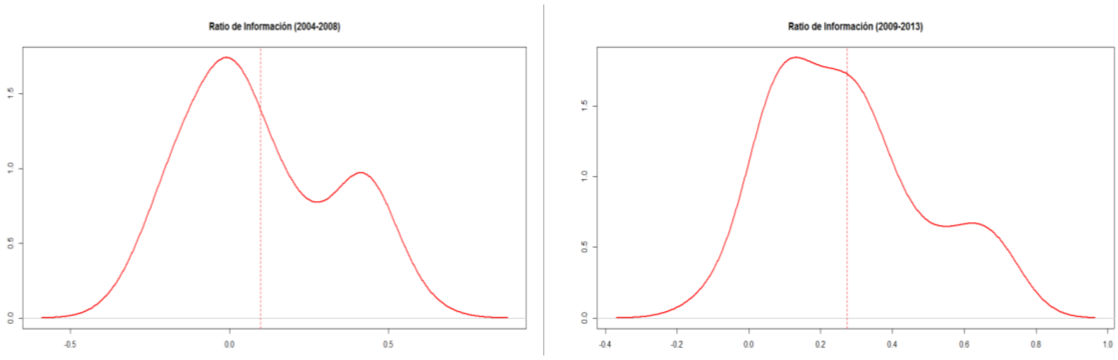
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

MEDIDAS ALTERNATIVAS – INDICADORES RELATIVOS – RIESGO SISTEMÁTICO



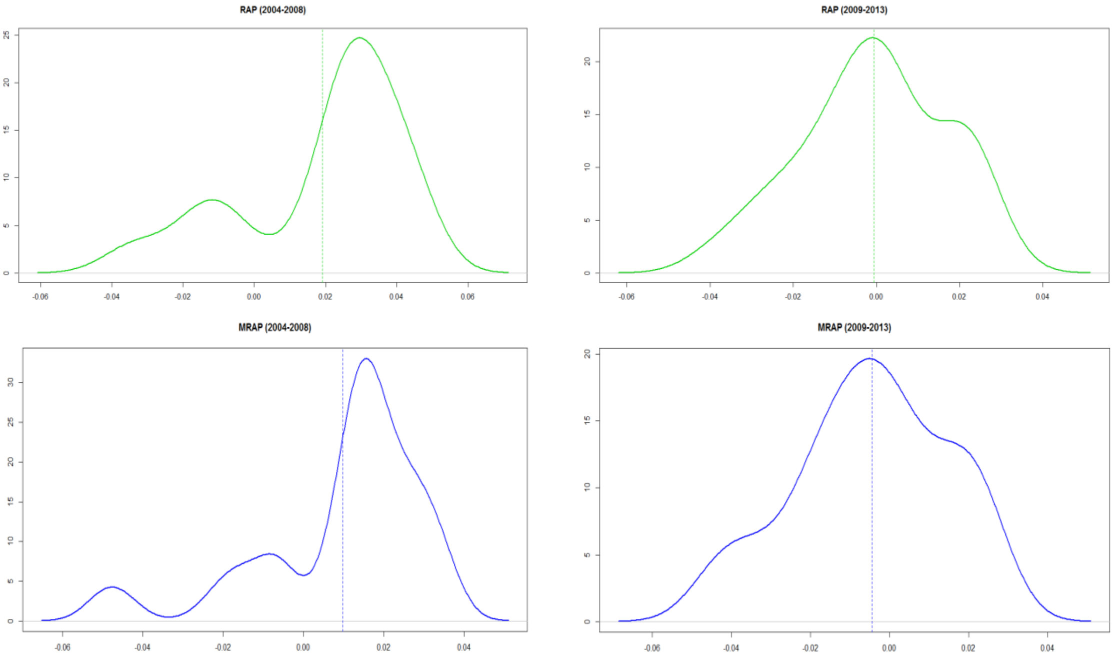
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

MEDIDAS ALTERNATIVAS – INDICADORES RELATIVOS – RIESGO NO SISTEMÁTICO



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

MEDIDAS ALTERNATIVAS – INDICADORES ABSOLUTOS



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de R

[i] La línea vertical dibujada en el histograma equivale a la media de los datos para cada periodo.