



**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS**

**CURSO ACADÉMICO 2021/2022**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Mención en Finanzas

**CARTERAS INTERNACIONALES: DIVERSIFICACIÓN,  
TIPO DE CAMBIO Y PERFORMANCE**

**INTERNATIONAL PORTFOLIOS: DIVERSIFICATION,  
EXCHANGE RATE AND PERFORMANCE**

AUTOR/A: DIEGO ALONSO ASENSIO

DIRECTOR/A: CARLOS LÓPEZ GUTIÉRREZ

JUNIO DE 2022

## ÍNDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT .....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. LITERATURA PREVIA .....	7
2.1. MODELO DE SELECCIÓN DE CARTERAS DE MARKOWITZ .....	7
2.2. MODELO DE MERCADO DE SHARPE.....	9
2.3. EXTENSIÓN INTERNACIONAL .....	11
2.4. EFECTO DEL TIPO DE CAMBIO .....	13
3. APLICACIÓN PRÁCTICA .....	15
3.1. DATOS UTILIZADOS .....	15
3.2. METODOLOGÍA.....	18
3.3. FRONTERA EFICIENTE NACIONAL .....	20
3.4. FRONTERA EFICIENTE INTERNACIONAL.....	24
3.5. FRONTERA EFICIENTE INTERNACIONAL TRAS EL TIPO DE CAMBIO ...	27
3.6. MEDIDAS DE PERFORMANCE .....	31
3.6.1. Ratio de Sharpe.....	32
3.6.2. Alfa de Jensen.....	33
3.6.3. Modigliani – Modigliani .....	35
4. CONCLUSIONES.....	38
5. BIBLIOGRAFÍA.....	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### 2. LITERATURA PREVIA

Gráfico 2.1. Frontera eficiente de Markowitz.....	8
Gráfico 2.2. Cartera óptima para un inversor .....	9
Gráfico 2.3. Frontera eficiente nacional e internacional.....	11
Gráfico 2.4. Ventajas de la diversificación internacional.....	12
Gráfico 2.5. Efecto de la diversificación internacional en el riesgo .....	13

### 3. APLICACIÓN PRÁCTICA

Gráfico 3.1. Distribución de sectores en la muestra .....	17
Gráfico 3.2. Evolución de los índices (de 2020 en adelante).....	18
Gráfico 3.3. Empresas de la muestra.....	20
Gráfico 3.4. Frontera eficiente nacional .....	20
Gráfico 3.5. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente nacional .....	23
Gráfico 3.6. Frontera eficiente internacional.....	24
Gráfico 3.7. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente internacional .....	27
Gráfico 3.8. Frontera eficiente tras el tipo de cambio .....	28
Gráfico 3.9. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente tras el tipo de cambio.....	30
Gráfico 3.10. Ajuste por apalancamiento o desapalancamiento en $M2$ .....	36
Gráfico 3.11. Ajuste por apalancamiento o desapalancamiento en $M2$ aplicado a la muestra.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

### 3. APLICACIÓN PRÁCTICA

Tabla 3.1. Empresas empleadas del IBEX 35 (cotización en euros) .....	16
Tabla 3.2. Empresas empleadas del FTSE 100 (cotización en libras).....	16
Tabla 3.3. Empresas empleadas del S&P 500 (cotización en dólares) .....	16
Tabla 3.4. Rentabilidad y riesgo de cada empresa .....	19
Tabla 3.4. Carteras de la frontera eficiente nacional .....	21
Tabla 3.5. Cartera equidistribuida nacional .....	22
Tabla 3.6. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente nacional .....	23
Tabla 3.7. Carteras de la frontera eficiente internacional .....	25
Tabla 3.8. Ratio rentabilidad / riesgo en carteras internacionales .....	25
Tabla 3.9. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente internacional .....	26
Tabla 3.10. Carteras de la frontera eficiente tras el tipo de cambio .....	29
Tabla 3.11. Ratio rentabilidad / riesgo tras el tipo de cambio .....	29
Tabla 3.12. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente tras el tipo de cambio .....	30
Tabla 3.13. Carteras para el cálculo de las medidas de performance .....	32
Tabla 3.14. Rentabilidad libre de riesgo por países .....	33
Tabla 3.15. Ratio de Sharpe .....	33
Tabla 3.16. Regresión Lineal Cartera A .....	34
Tabla 3.17. Regresión Lineal carteras .....	35
Tabla 3.18. Modigliani – Modigliani .....	37

## RESUMEN

En el presente trabajo se llevará a cabo un estudio teórico-práctico sobre la formación de carteras, tanto en un ámbito nacional como internacional, así como de las ventajas que brinda la inversión en un contexto internacional. La inclusión de títulos pertenecientes a mercados mundiales conlleva nuevos riesgos, como el efecto del tipo de cambio al operar en monedas distintas a la nacional, aspecto también tratado a lo largo del estudio.

Para la realización de este, primero se expondrán de forma teórica los diferentes modelos que ayudarán a entender cómo se forman las carteras y las ventajas propias de la diversificación, pasando por autores como Markowitz, Solnik, Sharpe... Tras esto, se elaborarán una serie de carteras basadas en el binomio rentabilidad-riesgo, las cuales permiten elaborar la denominada frontera eficiente para los diferentes ámbitos de estudio. Posteriormente se realizará una comparativa de dichas fronteras, así como con carteras que no constituyen las decisiones de inversión más adecuadas, a las que nos referiremos como ineficientes. Este proceso contará con el efecto del tipo de cambio al actuar en un contexto internacional con diferentes divisas.

El Ratio de Sharpe, Alfa de Jensen y Modigliani – Modigliani serán las medidas de performance empleadas para determinar la calidad de gestión de las carteras, presentando estas de forma teórica y llevando a cabo su aplicación práctica.

Finalmente, el estudio concluirá destacando los principales resultados e implicaciones de este. Del mismo modo, se determinará si se han logrado los objetivos planteados al inicio del trabajo.

Lo que se busca a través de todo el análisis es brindar los conocimientos básicos necesarios para la formación e inversión en carteras, ofreciendo una perspectiva y lectura sencilla que pueda ser entendida por el lector.

## ABSTRACT

In this project, it has been done a theoretical and practical study of portfolio formation, from a national and international level, as well as the advantages of investing in an international context. The inclusion of stocks belonging to global markets entails new risks, such as the exchange rate effect when operating in currencies other than the national one, an aspect also dealt with throughout the study.

For this, at first the different models that will help to understand how portfolios are formed and the advantages of diversification will be presented in a theoretical way, including authors such as Markowitz, Solnik, Sharpe... After this, a series of portfolios will be drawn up based on the profitability-risk binomial, which allow the so-called efficient frontier to be drawn up for the different areas of study. Subsequently, a comparison of these frontiers will be made, as well as with portfolios that do not constitute the most appropriate investment decisions, which we will refer to as inefficient. This process will consider the effect of the exchange rate when operating in an international context with different currencies.

The Sharpe Ratio, Modigliani - Modigliani and Jensen's Alpha will be the performance measures used to determine the quality of portfolio management, presenting them in a theoretical way and conducting their practical application.

Finally, the study will conclude by highlighting the main results and implications of this. Likewise, it will determine whether the objectives set at the beginning of the study have been achieved.

Throughout the analysis, the aim is to provide the basic knowledge necessary for portfolio formation and investment, offering a simple perspective and reading that can be understood by the reader.

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más representativos o que más se achacan a un inversor a la hora de invertir en títulos de renta variable, como las acciones que cotizan en bolsa, es el hecho de que estos buscan una mayor rentabilidad o rendimiento con el menor riesgo posible asumido. Por lo menos, siempre que se interprete que el inversor se guía por un comportamiento racional.

Realmente esta premisa es lógica ya que, no solo los inversores, cualquier persona desearía poder maximizar sus ganancias sin tomar grandes riesgos o asumiendo riesgos innecesarios. Por ello, el objetivo del presente trabajo consistirá en estudiar cómo la formación de carteras, compuestas por diferentes valores que determinarán la rentabilidad y riesgo de estas, es un factor clave a la hora de invertir eficientemente, y cómo la inversión internacional puede repercutir en mejores resultados.

Antes de invertir en renta variable, es importante contar con las herramientas y conocimientos necesarios que nos permitan determinar si la inversión llevada a cabo es la más correcta, de qué posibilidades de inversión se dispone, el efecto que puede tener la inclusión de activos internacionales en nuestra cartera... En este estudio se tratará de dar respuesta a esos aspectos, de tal manera que cualquier persona, conozca cómo funcionan las finanzas o no, pueda disponer de ciertos conocimientos base en la formación de carteras.

Para ello, y antes de entrar a la práctica, será necesario hacer un repaso por los primeros modelos que hablaron sobre cómo formar carteras eficientemente y las ventajas de la diversificación internacional. También, al operar en bolsas con una divisa distinta al euro, cómo el tipo de cambio puede afectar a nuestra inversión.

Se comenzará desde 1952 con Markowitz y su modelo de la frontera eficiente, para posteriormente en 1963, estudiar la simplificación que Sharpe hizo de dicha teoría a través de su modelo de mercado. Después, se explicará la extensión internacional de dichos modelos y se determinarán los efectos de operar con títulos en otras divisas.

Para la aplicación práctica se emplearán acciones de 3 índices bursátiles diferentes: el IBEX 35 de España, el FTSE 100 de Reino Unido y el S&P 500 de Estados Unidos. A través de las cotizaciones diarias de las empresas se calculará la rentabilidad y riesgo de dichas acciones, para posteriormente determinar y comparar las carteras eficientes, tanto a nivel nacional como internacional, y estudiar las diferencias entre estas con respecto a carteras ineficientes. Se partirá desde abril de 2020, tras la caída general de la bolsa a causa de la pandemia provocada por el Covid-19, y se extenderá la muestra hasta abril de 2022, por lo que se trabajará con datos históricos de 2 años marcados por una crisis sanitaria y económica.

Tras esto, se llevará a cabo un estudio de las medidas de performance de una serie de carteras, para determinar la calidad de gestión de estas.

Con la aplicación práctica mencionada, se demostrará cómo las carteras que conformen las fronteras eficientes serán mejores opciones de inversión que aquellas que no, mientras que la diversificación internacional brindará mejores resultados que los obtenidos en el ámbito nacional. Por otro lado, a través de los resultados obtenidos, se estudiará cómo el efecto del tipo de cambio ha afectado al inversor, y cómo las carteras mejor gestionadas serán también aquellas que proporcionen mayor rentabilidad a un menor riesgo.

Finalmente, se expondrá a modo de conclusión un repaso sobre los aspectos tratados en el trabajo, basándose estos en el objetivo establecido y la forma de cumplirlo. De igual manera, se destacarán los resultados más relevantes y las principales implicaciones del estudio.

## 2. LITERATURA PREVIA

Para entender el análisis práctico que se llevará a cabo en el siguiente apartado, es necesario primero destacar la literatura referente a la formación y gestión de carteras, así como las ventajas que puede suponer la diversificación internacional para estas y el efecto que el tipo de cambio puede tener sobre la inversión realizada.

Para ello, primeramente, se resumirá el modelo de Markowitz (1952), y después el modelo de mercado de Sharpe (1963). Posteriormente, se verán las extensiones internacionales de estas teorías y, finalmente, se concluirá con una explicación sobre el efecto que el tipo de cambio tiene en la inversión con carteras.

### 2.1. MODELO DE SELECCIÓN DE CARTERAS DE MARKOWITZ

En 1952 el economista Harry Markowitz publica en la revista académica *The Journal of Finance* un artículo referente a su tesis doctoral titulado *Portfolio Selection* (Markowitz, 1952).

En dicho artículo destaca la tendencia de los inversores a tomar sus decisiones únicamente basándose en la idea de maximizar su rentabilidad, sin tener en cuenta el riesgo de cada inversión.

Markowitz defendía que la rentabilidad necesitaba ser estudiada junto con el riesgo, y basó su teoría en estas dos variables, las cuales servirían a los inversores a la hora de formar su cartera de inversión. El binomio rentabilidad-riesgo empleado por Markowitz recibe el nombre de enfoque media-varianza, ya que la rentabilidad esperada de la cartera vendría determinada por la media:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n X_i E(R_i)$$

Siendo  $X_i$  el peso de cada activo  $i$  en la cartera  $p$  y  $E(R_i)$  el rendimiento esperado de cada activo  $i$ , y el riesgo vendría determinado por la varianza:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}, \quad i \neq j$$

Siendo  $\sigma_i$  la desviación típica de los rendimientos del activo  $i$  y  $\rho_{ij}$  el coeficiente de correlación entre los rendimientos del activo  $i$  y el activo  $j$ . Cuanto menor sea este último parámetro, menor será el riesgo esperado de la cartera, ya que combinando títulos que no estén perfectamente correlacionados de forma positiva, se puede lograr una disminución del riesgo sin necesariamente una reducción de la rentabilidad en igual proporción (Lamothe, 1999), siendo esta una de las ventajas de la diversificación en carteras.

Para la correcta composición de la cartera de inversión, Markowitz basa su modelo en la racionalidad del inversor, considerando a un inversor racional como aquel que, entre dos carteras con el mismo nivel de riesgo, este se decantará por aquella que le ofrezca una mayor rentabilidad y, si tuviera que elegir entre dos carteras de igual rentabilidad, este elegirá aquella con menor riesgo.

De igual manera, Markowitz define el concepto de cartera eficiente, siendo esta aquella que proporciona el máximo rendimiento para un riesgo dado, o el mínimo riesgo para un determinado rendimiento.

Las carteras eficientes surgen de la combinación óptima del binomio rentabilidad-riesgo. Dichas combinaciones óptimas surgen de minimizar el riesgo medido por la varianza:

$$\text{Min } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$$

Sujeto a una serie de restricciones:

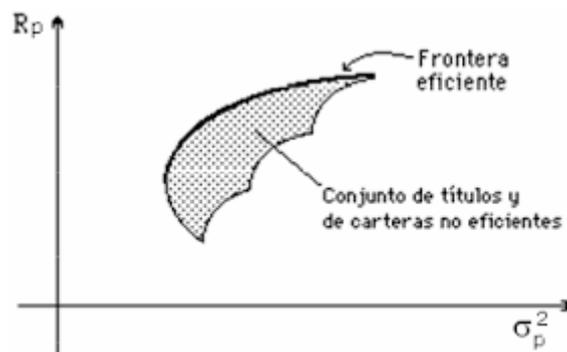
$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n X_i E(R_i) = \text{Constante}$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1$$

$$X_i \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, n$$

El conjunto de distintas combinaciones, cada una con una ponderación  $X_i$  diferente, conforma la denominada frontera eficiente:

Gráfico 2.1. Frontera eficiente de Markowitz

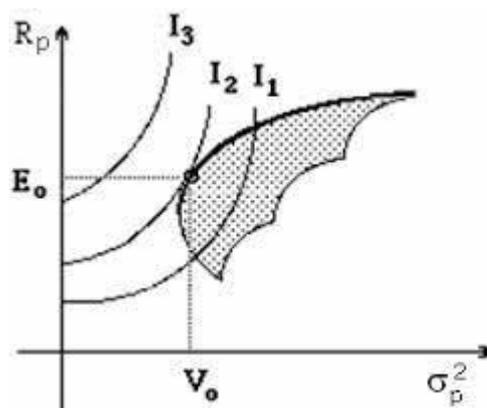


Fuente: Mascareñas (2007)

Como inversor racional se buscará formar carteras que se sitúen en la frontera, ya que los títulos y carteras situadas por debajo se consideran no eficientes.

La cartera óptima para cada inversor vendrá determinada por el punto de corte entre sus curvas de indiferencia, las cuales vienen definidas por la función de utilidad y dictaminan las preferencias de cada inversor en cuanto a asumir más o menos riesgo a cambio de mayor o menor rentabilidad, y la frontera eficiente.

Gráfico 2.2. Cartera óptima para un inversor



Fuente: Mascareñas (2007)

Pese a todo, el modelo de Markowitz cuenta con un importante problema a la hora de su puesta en práctica, y es la gran cantidad de cálculos necesarios para llevarlo a cabo. Dichos cálculos se incrementan a medida que aumenta el número de títulos que conforman la cartera. Por ello, en 1963 William Sharpe desarrolló un modelo que podía lidiar con este problema.

## 2.2. MODELO DE MERCADO DE SHARPE

Para entender el modelo de mercado de Sharpe, primero es necesario explicar el modelo diagonal, también del mismo autor.

En 1963 William Sharpe, economista que trabajó junto con Markowitz, publicó un artículo llamado *A Simplified Model for Portfolio Analysis* (Sharpe, 1963).

En dicho artículo, el autor buscaba simplificar el modelo de Markowitz, el cual a la hora de la aplicación práctica requería una cuantiosa cantidad de cálculos a medida que aumentaba el número de títulos que formaban la cartera. Esto se debía a que era necesario conocer todas las covarianzas entre cada par de títulos. Es decir, una cartera conformada por dos títulos exigía dos varianzas y dos covarianzas, si la cartera la formaban tres títulos, el riesgo vendría determinado por tres varianzas y seis covarianzas, una cartera de cuatro títulos requería conocer cuatro varianzas y doce covarianzas, así sucesivamente. Esto unido a que se trataba de un problema de programación cuadrática paramétrica.

Frente a esto, Sharpe propuso que la dependencia estadística entre los rendimientos de los títulos no es una dependencia directa, sino que viene derivada de la relación entre esos rendimientos y un determinado grupo de índices (Suárez, 2005), generalmente macroeconómicos. Es decir, vinculó la evolución de la rentabilidad de cada título con un índice, en vez de entre sí.

De esta forma, la matriz resultante de varianzas y covarianzas que se empleaba para calcular el modelo de Markowitz cuando la cartera superaba los tres títulos, presentará valores iguales a cero en cada fila y columna a excepción de en la diagonal principal, lugar donde se sitúan las varianzas de las rentabilidades de los títulos.

Por este motivo recibe el nombre de modelo diagonal. El modelo de mercado a su vez se trata de un caso particular de este modelo, en el cual el índice que se emplea es el del rendimiento del mercado:

$$r_i = \alpha_i + \beta_i r_M + \varepsilon_i$$

Siendo  $r_i$  la rentabilidad del título  $i$  y  $r_M$  el rendimiento del mercado,  $\alpha_i$  la parte del rendimiento del título  $i$  que es independiente del mercado,  $\beta_i$  la sensibilidad o cómo se comporta la rentabilidad del título  $i$  frente a alteraciones en el rendimiento del mercado, y  $\varepsilon_i$  el término aleatorio que representa la rentabilidad del título  $i$  debido a otros factores no contemplados en el modelo.

Uno de los aspectos más destacables del modelo de mercado de Sharpe es la presencia del parámetro  $\beta_i$ . Este parámetro, como se mencionó previamente, nos indica la variación que experimenta la rentabilidad del título  $i$  con respecto a la variación de la rentabilidad del mercado, por lo que el impacto que el mercado tendrá sobre el título pasa por este término.

Siendo el coeficiente beta igual a uno para el mercado, Sharpe distinguió varios tipos de títulos en base al valor de  $\beta_i$ :

- Títulos libres de riesgo, fijos e independientes del mercado.  $\beta_i = 0$ .
- Títulos que experimentan los mismos cambios que el índice, y que, por tanto,  $\beta_i$  toma un valor de uno.  $\beta_i = 1$ .
- Títulos defensivos, los cuales su coeficiente beta está comprendido entre cero y uno. Un aumento del rendimiento del mercado se traduce en un menor aumento de la rentabilidad del título, pero a cambio, en caso de caídas, no se ven tan afectados como el mercado.  $0 < \beta_i < 1$ .
- Títulos agresivos, con un valor  $\beta_i$  mayor a uno. Son títulos con un riesgo mayor que el del índice, tanto las subidas como las bajadas se verán amplificadas.  $\beta_i > 1$ .
- Títulos contrarios, siendo estos aquellos con betas negativas. Un cambio en el mercado deriva en una variación inversa para el título.  $\beta_i < 0$ .

El modelo de mercado también es aplicable a carteras, por lo que en términos de rentabilidad esperada tanto de un título como de una cartera respectivamente:

$$E(R_i) = \alpha_i + \beta_i E(R_M) + E(\varepsilon_i)$$

$$E(R_p) = \alpha_p + \beta_p E(R_M) + E(\varepsilon_p)$$

Teniendo  $E(\varepsilon_i)$  y  $E(\varepsilon_p)$  un valor de cero, al ser  $\varepsilon_i$  una variable aleatoria sin patrón definido.

En cuanto al riesgo de la cartera, Sharpe propone la siguiente fórmula:

$$\sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_M^2 + \sigma_{\varepsilon_p}^2$$

El riesgo total de la cartera ( $\sigma_p^2$ ) puede desglosarse en:

- Riesgo sistemático ( $\beta_p^2 \sigma_M^2$ ). Este riesgo, también conocido como riesgo de mercado, viene determinado por la varianza del mercado ( $\sigma_M^2$ ) y del coeficiente beta ( $\beta_p^2$ ). Este último es fundamental para el cálculo del riesgo sistemático, ya que  $\sigma_M^2$  será igual para cada título negociado en dicho mercado, por lo que el factor diferenciador y que indique la volatilidad de la cartera será el coeficiente beta. Este riesgo no puede ser controlado por la empresa y vendrá determinado por variables macroeconómicas.
- Riesgo específico ( $\sigma_{ep}^2$ ). Este riesgo es el inherente a las características y cambios de la cartera, pero no al mercado.

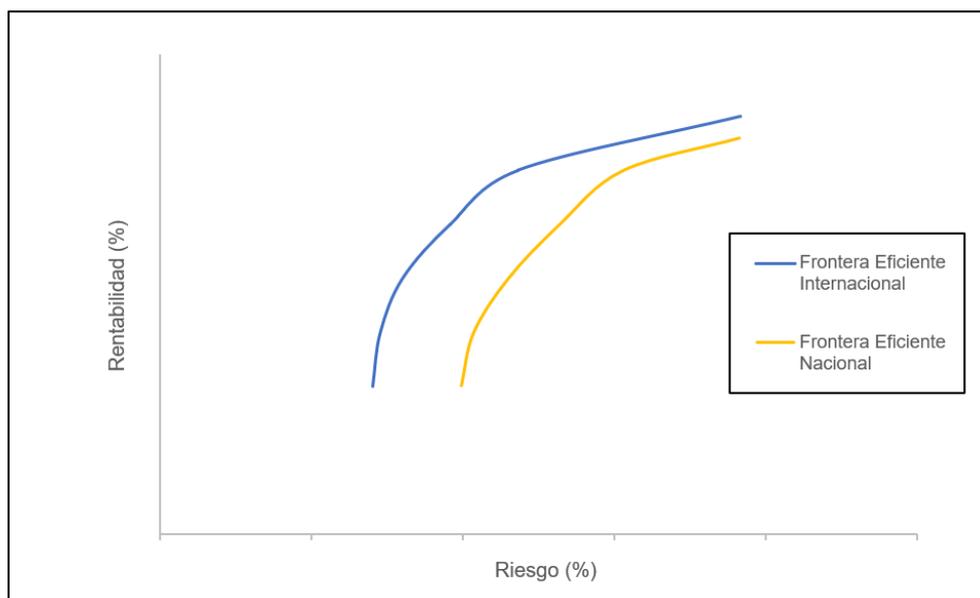
En términos de diversificación, se puede reducir el riesgo de la cartera a través de la incorporación de títulos. El riesgo sistemático no es diversificable, pero el específico puede reducirse, incluso eliminarse, a través de la diversificación. Por lo que, inversiones eficientes presentarán un riesgo específico igual o cercano a cero.

### 2.3. EXTENSIÓN INTERNACIONAL

La incorporación de títulos internacionales eliminará más riesgo específico, derivando en un menor riesgo total, por ello, en este apartado vamos a determinar los efectos que tiene sobre los modelos que hemos visto hasta ahora, incorporar títulos internacionales a la hora de formar carteras.

Partiendo del modelo de Markowitz (1952), la diversificación internacional va a tener un efecto directo sobre el binomio rentabilidad-riesgo, y, por tanto, sobre la frontera eficiente.

Gráfico 2.3. Frontera eficiente nacional e internacional

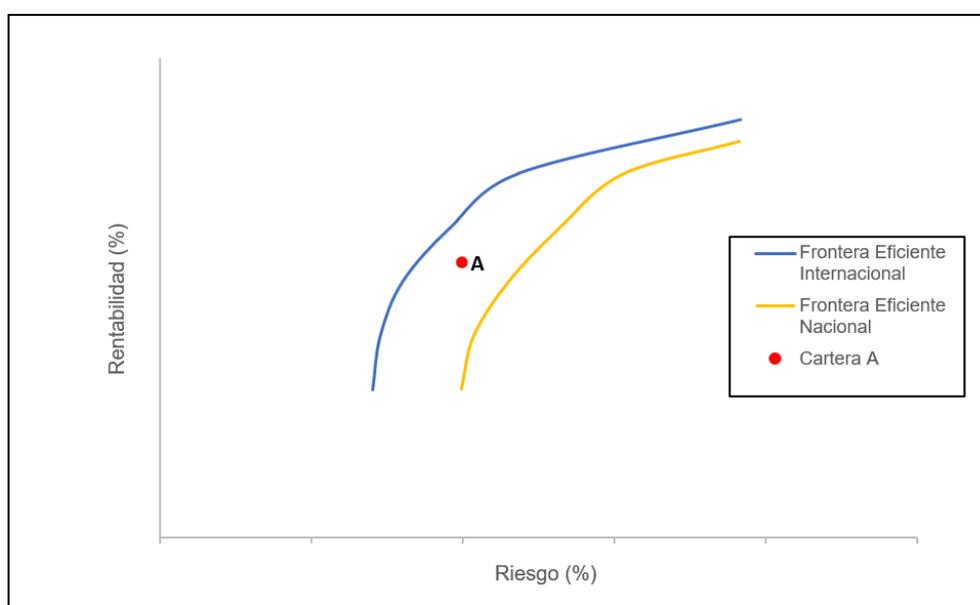


Fuente: elaboración propia

A la hora de comparar ambas fronteras, podemos observar que la frontera eficiente internacional, formada por carteras que incluyen tanto títulos nacionales como internacionales, experimenta un desplazamiento hacia arriba y hacia la izquierda si se compara con la frontera eficiente nacional. Este movimiento viene determinado por la diversificación internacional, la cual brinda al inversor mayores posibilidades a la hora de invertir en compañías o sectores (Lamothe, 1999), los cuales a nivel nacional no tendría acceso.

Tal desplazamiento de la frontera provoca que, para cada nivel de riesgo, se pueda obtener una mayor rentabilidad, y para cada rendimiento esperado, un menor riesgo. Además, aquellas carteras inalcanzables para el inversor nacional en base a sus curvas de indiferencia, quedando estas por encima de la frontera eficiente, pueden ser alcanzadas desde la perspectiva internacional, llegando incluso a volverse ineficientes a causa de las amplias posibilidades de inversión, siendo este el caso de la Cartera A en el siguiente gráfico:

Gráfico 2.4. Ventajas de la diversificación internacional



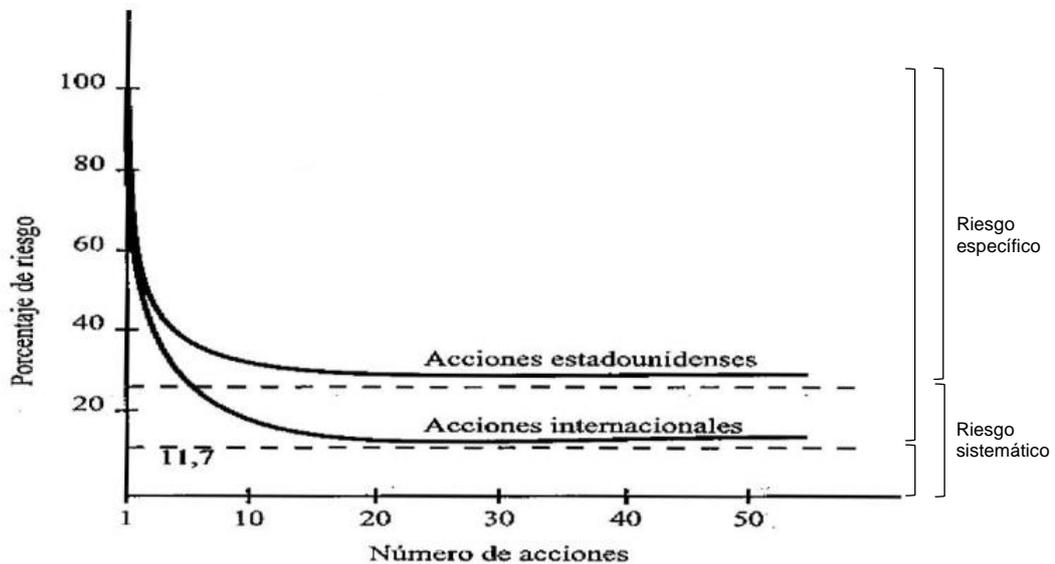
Fuente: elaboración propia

Como ya se adelantó previamente, la diversificación internacional también puede reducir el riesgo total de la cartera, siendo este la combinación de riesgo sistemático y riesgo específico.

Solnik (1974) determinó que ya solo la inclusión de títulos internacionales en una cartera nacional generaba una reducción del riesgo de esta. Para ello, empleó una cartera únicamente formada por títulos nacionales del mercado de Estados Unidos, la cual mediante la diversificación lograba reducir el riesgo al 25%. Por otro lado, contaba con una cartera internacional, la cual reducía el riesgo al 11.7%, siendo este, para la época, el límite al cual podía reducirse el riesgo mediante la diversificación internacional. Comparando ambas carteras, y estando estas formadas por entre 20 y 30 títulos, los cuales eran los necesarios para llevar a cabo una diversificación completa, la cartera internacional lograba una mayor reducción del riesgo específico, y conseguía afectar al riesgo sistemático, cosa que a nivel nacional no era posible.

Esta mayor reducción del riesgo venía determinada por lo que adelantamos en apartados anteriores, los rendimientos de los títulos de diferentes mercados internacionales no están perfectamente correlacionados de forma positiva y, cuanto más baja sea esa correlación, mayor reducción del riesgo habrá.

Gráfico 2.5. Efecto de la diversificación internacional en el riesgo



Fuente: Lamothe (1999)

Hasta aquí hemos podido ver las ventajas de la diversificación internacional, pero invertir en determinados mercados internacionales también genera un nuevo factor para tener en cuenta, y es el efecto del tipo de cambio cuando operamos con títulos en una moneda diferente a la local. Ahora, observaremos el impacto del tipo de cambio a la hora de invertir.

## 2.4. EFECTO DEL TIPO DE CAMBIO

A la hora de adquirir títulos internacionales, si estos están denominados en una moneda extranjera, el inversor estará invirtiendo en dos activos al mismo tiempo, siendo estos: el propio título internacional que busca adquirir y la moneda en la cual se denomina dicho título. Es decir, si un inversor español busca adquirir acciones de Reino Unido para incluir en sus carteras, deberá primero cambiar sus euros por libras esterlinas, ya que las acciones a obtener están denominadas en dicha moneda. Cada uno de estos activos contará con su propia rentabilidad y riesgo, por lo que, ya no solo la evolución del título adquirido es importante, sino también la de la moneda. Si la libra se aprecia con respecto al euro una vez llevada a cabo la operación, es positivo para el inversor, ya que la libra es la moneda en la que realiza la inversión, y necesitará menos libras para obtener un euro, que al final es su moneda local y la moneda que busca obtener. Si por el contrario el euro se aprecia, y por tanto la libra se deprecia, necesitará más libras para obtener un euro, teniendo así menos cantidad de su moneda local. Las divisas se aprecian o deprecian continuamente (Mascareñas, 2005). Teniendo en cuenta esto, la rentabilidad conseguida por el inversor vendrá determinada por:

$$1 + R_{Total} = (1 + R_L)(1 + R_{D/L})$$

Siendo  $R_{Total}$  la rentabilidad total obtenida,  $R_L$  la rentabilidad en la moneda local a la que cotiza el título y  $R_{D/L}$  la rentabilidad de la divisa en la que el inversor opera, referente al tipo de cambio y la variación de este.

El tipo de cambio afecta también al riesgo de la inversión, quedando la varianza de esta de la siguiente forma:

$$\sigma_{Total}^2 = \sigma_L^2 + \sigma_{D/L}^2 + 2\sigma_L\sigma_{D/L}\rho_{L,D/L}$$

Siendo  $\sigma_{Total}^2$  la varianza del rendimiento del inversor en el extranjero,  $\sigma_L^2$  la varianza del rendimiento de la inversión medida en moneda extranjera,  $\sigma_{D/L}^2$  la varianza del rendimiento del tipo de cambio y  $\rho_{L,D/L}$  la correlación entre el rendimiento del activo y el rendimiento del tipo de cambio.

Se conoce como tipo de cambio a la cantidad que se necesita pagar de una divisa para obtener una unidad de la otra (Bajo-Rubio y Sosvilla-Rivero, 1993). Siguiendo con el ejemplo, un posible tipo de cambio para la operación sería: 0.8397 *EUR/GBP*. El inversor necesitará 0.8397 libras para obtener 1 euro. Para determinar cuántos euros son necesarios para conseguir 1 libra, bastaría con calcular el inverso del tipo de cambio mencionado.

Ante esto, el inversor corre el riesgo de que las fluctuaciones del tipo de cambio le perjudiquen si se produce una depreciación de la moneda en la que está invirtiendo, por ello, existe la posibilidad de protegerse frente a esta situación (Búa, 2010). El inversor puede recurrir a operaciones de cobertura para reducir el riesgo del tipo de cambio. Un ejemplo de esto sería un contrato de venta de divisas a plazo.

En dicho contrato, el inversor determina la cantidad de divisas que quiere cubrirse, así como el tipo de cambio forward.

Cuando hablamos de operaciones con divisas, podemos distinguir entre operaciones spot y forward. Spot son aquellas operaciones cuyo intercambio de divisas es inmediato, mientras que forward, son operaciones las cuales se fija hoy el tipo de cambio y las características, pero dicho intercambio se realizará en una fecha futura al tipo de cambio acordado (Eiteman, Stonehill y Moffet, 2011). Por lo que, con el contrato previamente mencionado, el inversor podría asegurarse un tipo de cambio para el momento en el que busque cambiar sus libras por euros. La cantidad invertida a asegurar dependerá del perfil de riesgo del inversor.

En el caso del inversor del ejemplo, si tiene expectativas alcistas sobre el tipo de cambio, provocando una depreciación de la libra, acudirá a un contrato de venta de divisas a plazo para cubrirse. A la hora de fijar la cantidad a cubrir, entra en juego su perspectiva con respecto al precio de las acciones. Si piensa que estas subirán mucho para el momento de la venta, cubrirá una mayor cantidad. Un perfil más conservador cubrirá al menos la cantidad pagada por cada acción.

Si las expectativas del inversor se cumplen y la libra se deprecia, así como el precio de las acciones aumenta, cuanto más cercana esté la cantidad cubierta a la real en el momento de la venta, mayor rentabilidad obtendrá el inversor. Un exceso de la cantidad cubierta con respecto a la real implica que el inversor deba comprar divisa por la diferencia, ya que acordó vender una determinada cantidad en el momento del vencimiento del contrato, perdiendo así un porcentaje de rentabilidad.

Por otro lado, si el inversor se cubre y el precio de las acciones baja, así como la libra se aprecia, puede que su rentabilidad se vea más afectada incluso que sin cubrirse, debido a que no se han cumplido sus expectativas alcistas y la cobertura no ha sido efectiva.

En este tipo de operaciones hay que tener en cuenta que la rentabilidad obtenida depende de varios factores y situaciones. Puede que el precio de las acciones baje, pero la libra se deprecie, o viceversa, que se cumplan las expectativas del inversor pero que no se haya cubierto por la cantidad finalmente vendida...

### **3. APLICACIÓN PRÁCTICA**

Tras el repaso de la literatura previa necesaria para el estudio, incluyendo los diversos modelos y teorías mencionadas, procedemos en este apartado con la aplicación práctica.

Esta incluirá una explicación de los datos utilizados, mencionando tanto las empresas, sectores e índices empleados, así como las divisas de los países objeto de estudio. Posteriormente, se expondrá la metodología empleada, definiendo cómo se forman las carteras que van a ser utilizadas en la práctica.

Una vez presentados los datos y explicada la metodología, se llevará a cabo la formación de la frontera eficiente nacional con los títulos españoles. Después, se conformará la frontera eficiente internacional, con las empresas de los diferentes países empleados. Tras esto, se estudiará el efecto que el tipo de cambio puede tener sobre la frontera internacional. Cada frontera vendrá acompañada de un análisis de los resultados obtenidos.

Finalmente, se explicarán y aplicarán las medidas de performance, para determinar la calidad de gestión de las carteras.

#### **3.1. DATOS UTILIZADOS**

Para la realización de la parte práctica, vamos a partir de las cotizaciones diarias<sup>1</sup> de 45 empresas pertenecientes a 3 índices bursátiles. Estos son: el IBEX 35 de España, el FTSE 100 de Reino Unido y el S&P 500 de Estados Unidos (EE.UU.).

Como se ha mencionado previamente, se va a estudiar el efecto que el tipo de cambio tiene sobre la frontera eficiente internacional, por eso es necesario emplear mercados que operen en una divisa diferente a la nacional, en este caso, el euro. En el índice FTSE 100 se opera en libras, mientras que en el S&P 500, en dólares.

Trabajaremos con 15 empresas cotizadas de cada índice mencionado. Tales empresas son:

---

<sup>1</sup> Las cotizaciones empleadas a lo largo del estudio se han extraído de la web Yahoo! Finance (finance.yahoo.com).

CARTERAS INTERNACIONALES: DIVERSIFICACIÓN, TIPO DE CAMBIO Y PERFORMANCE

Tabla 3.1. Empresas empleadas del IBEX 35 (cotización en euros)

Empresa	Ticker	Sector
Acerinox, S.A.	ACX.MC	Producción
Amadeus IT Group, S.A.	AMS.MC	Servicios
Banco Santander, S.A.	SAN.MC	Financiero
Bankinter, S.A.	BKT.MC	Financiero
Endesa, Sociedad Anónima	ELE.MC	Transporte, Comunicaciones y Energía
Ferrovial, S.A.	FER.MC	Producción
Grifols, S.A.	GRF.MC	Comercio
Industria de Diseño Textil, S.A.	ITX.MC	Comercio
Inmobiliaria Colonial, SOCIMI, S.A.	COL.MC	Financiero
International Consolidated Airlines Group S.A.	IAG.MC	Transporte, Comunicaciones y Energía
Mapfre, S.A.	MAP.MC	Financiero
Meliá Hotels International, S.A.	MEL.MC	Servicios
Pharma Mar, S.A.	PHM.MC	Producción
Repsol, S.A.	REP.MC	Transporte, Comunicaciones y Energía
Telefónica, S.A.	TEF.MC	Transporte, Comunicaciones y Energía

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.2. Empresas empleadas del FTSE 100 (cotización en libras)

Empresa	Ticker	Sector
Antofagasta plc	ANTO.L	Producción
Associated British Foods plc	ABF.L	Comercio
Auto Trader Group plc	AUTO.L	Comercio
Compass Group PLC	CPG.L	Comercio
Experian plc	EXPN.L	Servicios
M&G plc	MNG.L	Financiero
Meggitt PLC	MGGT.L	Producción
Prudential plc	PRU.L	Financiero
Rentokil Initial plc	RTO.L	Servicios
Severn Trent Plc	SVT.L	Transporte, Comunicaciones y Energía
Shell plc	SHEL.L	Transporte, Comunicaciones y Energía
Spirax-Sarco Engineering plc	SPX.L	Producción
St. James's Place plc	STJ.L	Financiero
Vodafone Group Public Limited Company	VOD.L	Transporte, Comunicaciones y Energía
Whitbread plc	WTB.L	Servicios

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.3. Empresas empleadas del S&P 500 (cotización en dólares)

Empresa	Ticker	Sector
Apple Inc.	AAPL	Servicios
Caterpillar Inc.	CAT	Producción
Chevron Corporation	CVX	Transporte, Comunicaciones y Energía
JPMorgan Chase & Co.	JPM	Financiero
McDonald's Corporation	MCD	Comercio
Microsoft Corporation	MSFT	Servicios
NIKE, Inc.	NKE	Producción
The Coca-Cola Company	KO	Producción
The Home Depot, Inc.	HD	Comercio
The Procter & Gamble Company	PG	Producción
The Travelers Companies, Inc.	TRV	Financiero
The Walt Disney Company	DIS	Servicios
Verizon Communications Inc.	VZ	Transporte, Comunicaciones y Energía
Visa Inc.	V	Financiero
Walmart Inc.	WMT	Comercio

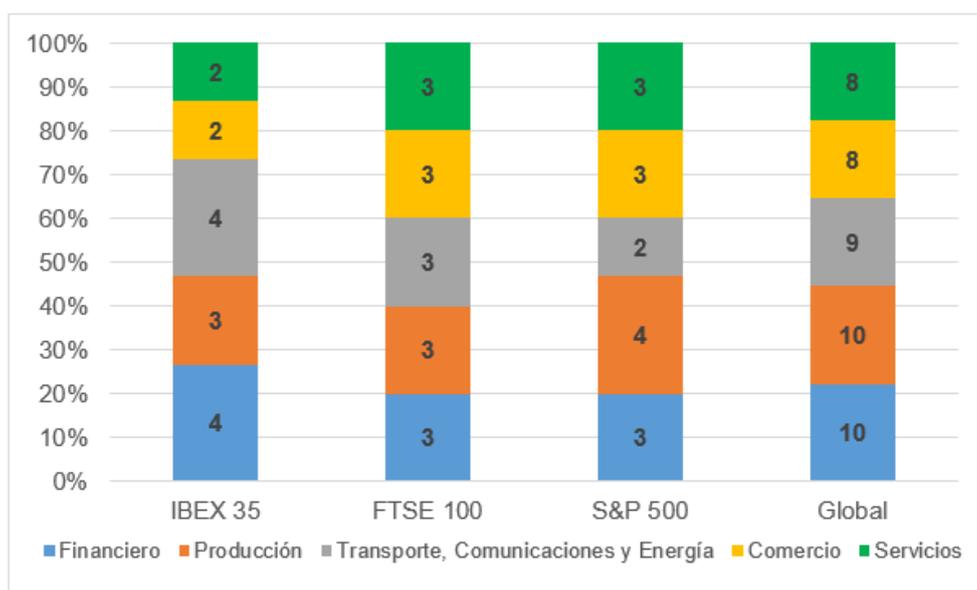
Fuente: elaboración propia

El “ticker” mencionado en las tablas, hace referencia al código de cotización que tienen las acciones de dichas empresas, con el objetivo de ser identificadas de una manera más rápida a través de esta abreviatura. Dependiendo de en qué país coticen, tendrán una terminación u otra, como el caso de España con .MC o Reino Unido con .L.

No solo diferenciamos las bolsas de la muestra de empresas, también el sector al que pertenecen. Las empresas han sido clasificadas según su actividad en diferentes sectores a través de la codificación SIC, creada en Estados Unidos en los años treinta. De tal codificación se emplearán los sectores presentes en las tablas, siendo estos: Financiero, Producción, Transporte, Comunicaciones y Energía, Comercio y Servicios.

Para evitar el posible sesgo en los resultados de la inversión realizada, será necesario emplear una muestra representativa de cada sector en las distintas bolsas utilizadas, por lo que cada país contará con al menos 2 empresas de cada sector.

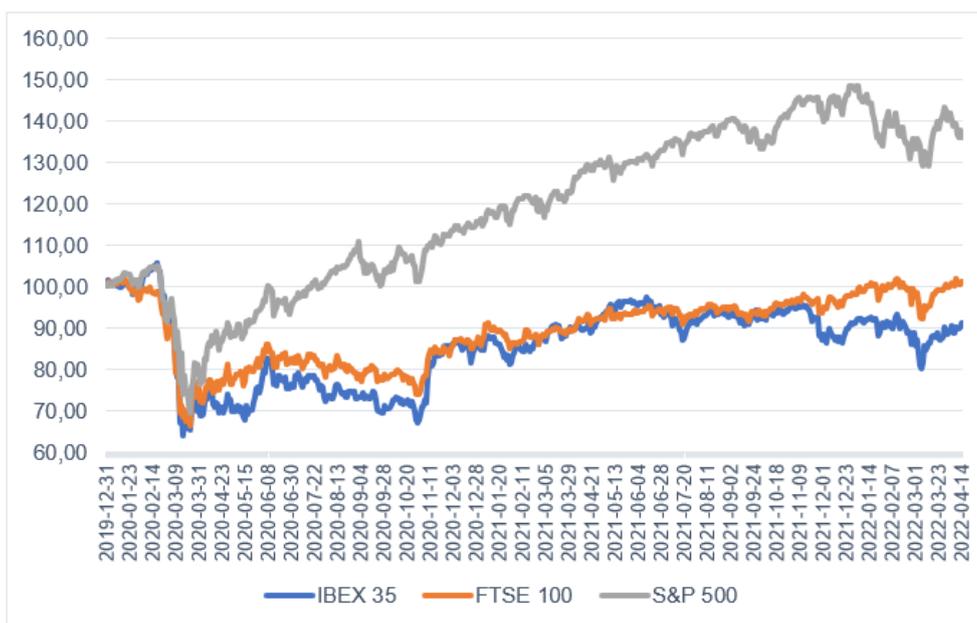
Gráfico 3.1. Distribución de sectores en la muestra



Fuente: elaboración propia

El horizonte temporal que se empleará para la formación de las carteras y el análisis de las fronteras será de 2 años, concretamente desde abril de 2020 a abril de 2022. Teniendo en cuenta la pandemia provocada por el Covid-19, entre febrero y marzo de 2020 se produjo un desplome de los mercados, ocasionando una caída de los índices, hecho que no es muy común ni representativo de la cotización normal de las empresas. Por este motivo, comenzamos el análisis posteriormente a esta caída.

Gráfico 3.2. Evolución de los índices (de 2020 en adelante)



Fuente: elaboración propia

En el gráfico se puede apreciar la evolución normalizada con base 100 de los distintos índices con los que se trabaja, con la idea de que se pueda llevar a cabo una comparativa de estos, teniendo en cuenta que cada uno tiene valores de cotización muy dispares. De esta forma se puede distinguir la recuperación de cada mercado.

Los índices parten a inicios de 2020 con una cotización de 100 puntos. En febrero y marzo, a causa de la pandemia, se produce una caída de los mercados de alrededor un 30%, llegando a valores en torno a los 70 puntos en los índices. Es en el mes de abril de 2020 donde comienza la recuperación, destacando de forma notoria el mercado estadounidense, el cual concluye en abril de 2022 con valores que rondan los 140 puntos, habiendo alcanzado el valor inicial de 100 puntos en julio de 2020.

Por su parte, el mercado español no ha alcanzado la situación inicial de 2020, no habiendo logrado un valor de 100 puntos en estos dos últimos años. El mercado inglés, en enero de 2022, consiguió valores propios de la situación prepandemia.

Se puede observar que el mercado español e inglés no poseen muchas diferencias entre sí. Será en este caso el mercado estadounidense el que brinde un mayor impacto con la diversificación, al poseer títulos más distintos que no estén perfectamente correlacionados de forma positiva con los nacionales.

### 3.2. METODOLOGÍA

Una vez explicados los datos que vamos a emplear, pasamos a mencionar la metodología que se va a usar para la formación de carteras, necesario para determinar las fronteras eficientes.

Como se comentó previamente en el estudio, las carteras vienen conformadas por el binomio rentabilidad-riesgo. Para obtener las rentabilidades diarias de cada título, partiendo de sus cotizaciones diarias, empleamos la siguiente fórmula:

$$\text{Rentabilidad día}_n = \frac{\text{Cotización día}_n - \text{Cotización día}_{n-1}}{\text{Cotización día}_{n-1}}$$

Tras esto, se deberá calcular el promedio de la rentabilidad de cada título, ya que tenemos una rentabilidad diaria de cada empresa durante cada día de los 2 años de la muestra, a excepción de fines de semana. Se trabaja con la media ya que recoge todos estos datos. También, será necesario calcular la matriz de varianzas y covarianzas resultante de la combinación entre cada par de títulos.

La rentabilidad de cada cartera será el producto entre la proporción invertida en cada título y la rentabilidad media de este.

El riesgo de las carteras vendrá determinado por la desviación típica, la cual es el resultado de la raíz cuadrada de la varianza. A la hora de trabajar con más de tres títulos, como es este caso, la varianza se calculará a partir del siguiente cálculo matricial:

$$\sigma_p^2 = (X_1 \quad X_2 \quad \dots \quad X_n) \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{pmatrix}$$

Siendo  $(X_1 \quad X_2 \quad \dots \quad X_n)$  la matriz que recoge la proporción invertida en cada título y  $\begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{pmatrix}$  la matriz de varianzas y covarianzas.

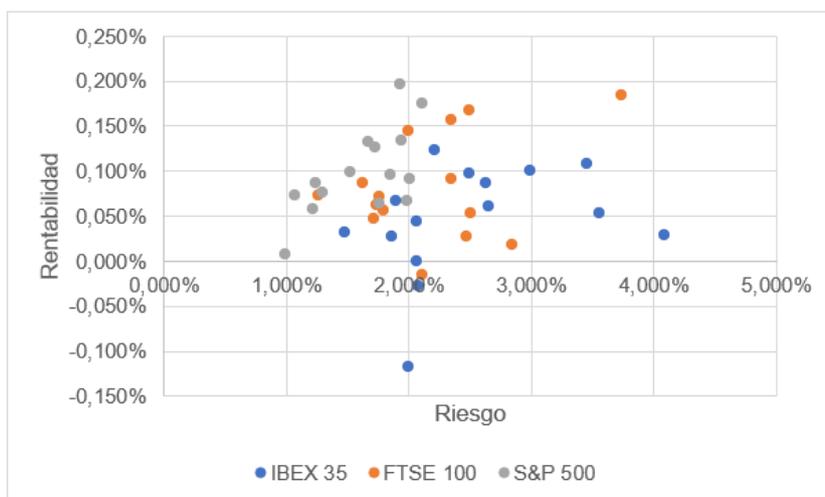
Para el cálculo de cada cartera se emplearán las siguientes rentabilidades y riesgos:

Tabla 3.4. Rentabilidad y riesgo de cada empresa

IBEX 35	Riesgo	Rentabilidad	FTSE 100	Riesgo	Rentabilidad	S&P 500	Riesgo	Rentabilidad
ACX	2,214%	0,123%	ABF	2,111%	-0,015%	AAPL	1,933%	0,196%
AMS	2,656%	0,060%	ANTO	2,351%	0,156%	CAT	1,943%	0,134%
BKT	2,987%	0,101%	AUTO	1,761%	0,072%	CVX	2,106%	0,175%
COL	2,069%	0,001%	CPG	2,504%	0,053%	DIS	1,981%	0,067%
ELE	1,477%	0,032%	EXPN	1,799%	0,057%	HD	1,525%	0,099%
FER	1,863%	0,027%	MGGT	3,741%	0,184%	JPM	2,006%	0,091%
GRF	1,998%	-0,117%	MNG	2,492%	0,168%	KO	1,296%	0,077%
IAG	4,083%	0,029%	PRU	2,469%	0,027%	MCD	1,244%	0,086%
ITX	2,072%	-0,028%	RTO	1,739%	0,063%	MSFT	1,672%	0,132%
MAP	1,894%	0,067%	SHEL	2,347%	0,091%	NKE	1,846%	0,096%
MEL	3,452%	0,108%	SPX	1,624%	0,087%	PG	1,076%	0,072%
PHM	3,556%	0,054%	STJ	1,996%	0,145%	TRV	1,731%	0,126%
REP	2,489%	0,097%	SVT	1,261%	0,073%	V	1,765%	0,064%
SAN	2,627%	0,086%	VOD	1,711%	0,046%	VZ	0,987%	0,007%
TEF	2,062%	0,044%	WTB	2,843%	0,018%	WMT	1,213%	0,058%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3.3. Empresas de la muestra



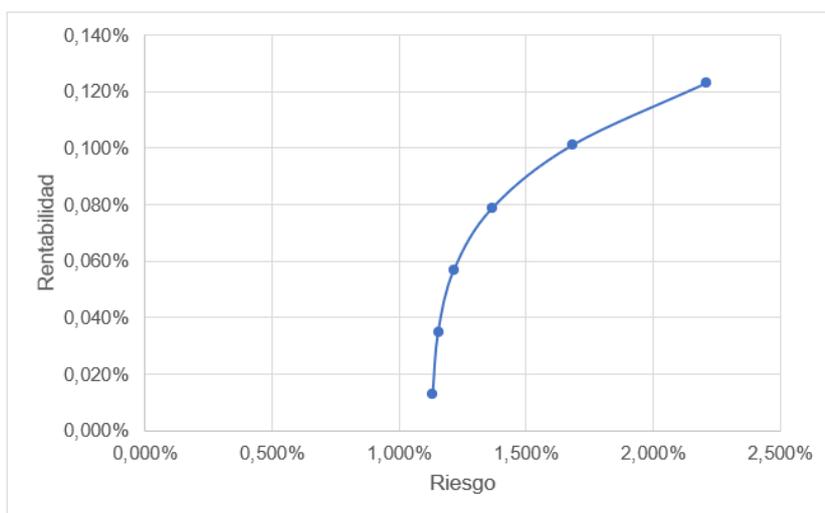
Fuente: elaboración propia

Una vez que conocemos cómo calcular tanto la rentabilidad como el riesgo de las carteras, el siguiente paso será determinar la frontera eficiente. Para llevar a cabo la representación gráfica de esta, se calculará la cartera de mínimo riesgo y la de máxima rentabilidad, de tal forma que se dispongan los extremos de la frontera. La frontera eficiente vendrá conformada por un conjunto de carteras eficientes que se encuentren entre estos dos extremos mencionados, en términos de rentabilidad y riesgo.

### 3.3. FRONTERA EFICIENTE NACIONAL

Siguiendo la metodología explicada, se calcula la frontera eficiente nacional, en la cual el inversor únicamente tiene posibilidad de formar carteras con los 15 títulos del IBEX 35. La frontera eficiente está conformada por toda la combinación de carteras eficientes, pero para este estudio y para su representación gráfica, seleccionamos 6 de esas carteras que la forman.

Gráfico 3.4. Frontera eficiente nacional



Fuente: elaboración propia

A continuación, se indica el porcentaje invertido en cada título para conformar cada una de las carteras de la frontera eficiente, así como la rentabilidad y riesgo de cada cartera.

Tabla 3.4. Carteras de la frontera eficiente nacional

Empresa	Cartera 0	Cartera 1	Cartera 2	Cartera 3	Cartera 4	Cartera 5
ACX	5,15%	11,11%	17,10%	34,93%	55,43%	100,00%
AMS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
BKT	0,00%	0,00%	0,00%	2,60%	6,71%	0,00%
COL	7,75%	4,38%	1,07%	0,00%	0,00%	0,00%
ELE	38,84%	41,40%	44,02%	30,91%	9,19%	0,00%
FER	3,42%	2,71%	1,89%	0,00%	0,00%	0,00%
GRF	19,07%	9,97%	0,88%	0,00%	0,00%	0,00%
IAG	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ITX	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MAP	10,36%	11,10%	11,73%	8,64%	0,00%	0,00%
MEL	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	1,36%	0,00%
PHM	6,17%	7,92%	9,67%	10,63%	11,37%	0,00%
REP	2,09%	4,04%	6,07%	12,24%	15,93%	0,00%
SAN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TEF	7,17%	7,35%	7,57%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Riesgo</b>	1,134%	1,155%	1,217%	1,370%	1,683%	2,212%
<b>Rentabilidad</b>	0,013%	0,035%	0,057%	0,079%	0,101%	0,123%
<b>Rentabilidad / Riesgo</b>	1,139%	3,020%	4,670%	5,753%	5,989%	5,549%

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar, la Cartera 5 es la que determina el extremo superior de la frontera, la cual proporciona al inversor la mayor rentabilidad (0.123%), pero también el mayor riesgo (2.212%). Si lo que se busca es maximizar la rentabilidad, se invertirá únicamente en el título que posea el mayor rendimiento de las 15 empresas, en este caso, Acerinox, S.A.

Si el inversor quiere reducir el riesgo de la inversión, a cambio también de reducir la rentabilidad, incluirá más títulos en su cartera, con la idea de diversificar.

Siguiendo con esto, a medida que nos desplazamos hacia la izquierda en la frontera eficiente y en las diferentes carteras que la forman, se produce una disminución de la rentabilidad y del riesgo. Esto concluye en la Cartera 0, la cual es la cartera de mínimo riesgo. Por mucho que se diversifique a nivel nacional, no se conseguirá un riesgo inferior al de esta cartera, constituyendo el extremo inferior de la frontera.

Por otro lado, el ratio Rentabilidad / Riesgo brinda la posibilidad de determinar qué cantidad de rentabilidad obtiene el inversor por unidad de riesgo. Volviendo a la muestra, este ratio va en aumento en las 4 primeras carteras si se parte desde la Cartera 0, lo que implica que el aumento de rentabilidad de una cartera a otra experimenta también un aumento del riesgo, pero en menor proporción que la cartera anterior. A mayor valor del ratio, mayor rentabilidad obtendrá el inversor en base al riesgo asumido.

Es en la Cartera 4 donde se alcanza el mayor ratio (5.989%). La Cartera 5 sufre una reducción de este, debido a que, para alcanzar ese nivel de rentabilidad, se ha experimentado un aumento del riesgo en mayor proporción que la cartera previa.

Este hecho se puede apreciar también de forma gráfica a través del gráfico 3.4. En las carteras iniciales desde la Cartera 0, hay un mayor aumento vertical (rentabilidad) que horizontal (riesgo) para pasar de una cartera a otra, traduciéndose en un aumento de la rentabilidad en mayor proporción que el riesgo. Dicho efecto se produce hasta el mayor ratio Rentabilidad / Riesgo de la frontera, el cual tiene un valor de 5.990%.

Es en el paso de la Cartera 4 a la Cartera 5 donde el aumento horizontal (riesgo) supera al vertical (rentabilidad). Todos estos tramos son los que dan lugar a la curvatura de la frontera.

Para ver las ventajas que supone invertir en una cartera perteneciente a la frontera eficiente, se va a llevar a cabo una comparativa entre una cartera no eficiente y la frontera.

Dicha cartera será la cartera equidistribuida, en la cual se invierte la misma proporción en cada título.

Tabla 3.5. Cartera equidistribuida nacional

<b>Empresa</b>	<b>Cartera Equidistribuida</b>
<b>ACX</b>	6,67%
<b>AMS</b>	6,67%
<b>BKT</b>	6,67%
<b>COL</b>	6,67%
<b>ELE</b>	6,67%
<b>FER</b>	6,67%
<b>GRF</b>	6,67%
<b>IAG</b>	6,67%
<b>ITX</b>	6,67%
<b>MAP</b>	6,67%
<b>MEL</b>	6,67%
<b>PHM</b>	6,67%
<b>REP</b>	6,67%
<b>SAN</b>	6,67%
<b>TEF</b>	6,67%
<b>Riesgo</b>	1,605%
<b>Rentabilidad</b>	0,046%

Fuente: elaboración propia

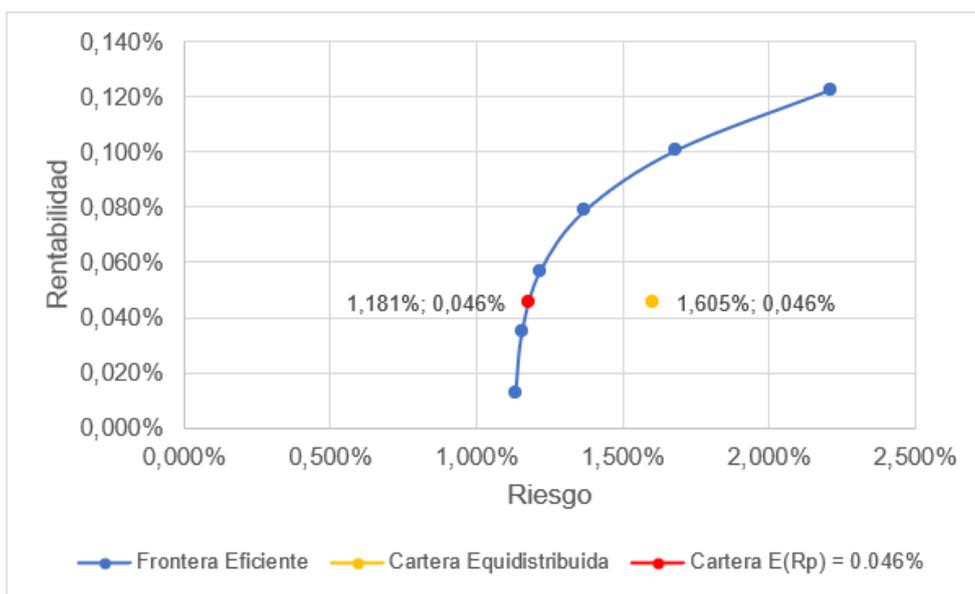
Para llevar a cabo la comparación se calcula cuál sería la cartera eficiente que se sitúa en la frontera y que posee una rentabilidad igual a la Cartera Equidistribuida, siendo esta 0.046%.

Tabla 3.6. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente nacional

Empresa	Cartera Equidistribuida	Cartera E(Rp) = 0.046%
ACX	6,67%	14,04%
AMS	6,67%	0,00%
BKT	6,67%	0,00%
COL	6,67%	2,78%
ELE	6,67%	42,69%
FER	6,67%	2,28%
GRF	6,67%	5,54%
IAG	6,67%	0,00%
ITX	6,67%	0,00%
MAP	6,67%	11,38%
MEL	6,67%	0,00%
PHM	6,67%	8,77%
REP	6,67%	5,05%
SAN	6,67%	0,00%
TEF	6,67%	7,47%
<b>Riesgo</b>	1,605%	1,181%
<b>Rentabilidad</b>	0,046%	0,046%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3.5. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente nacional



Fuente: elaboración propia

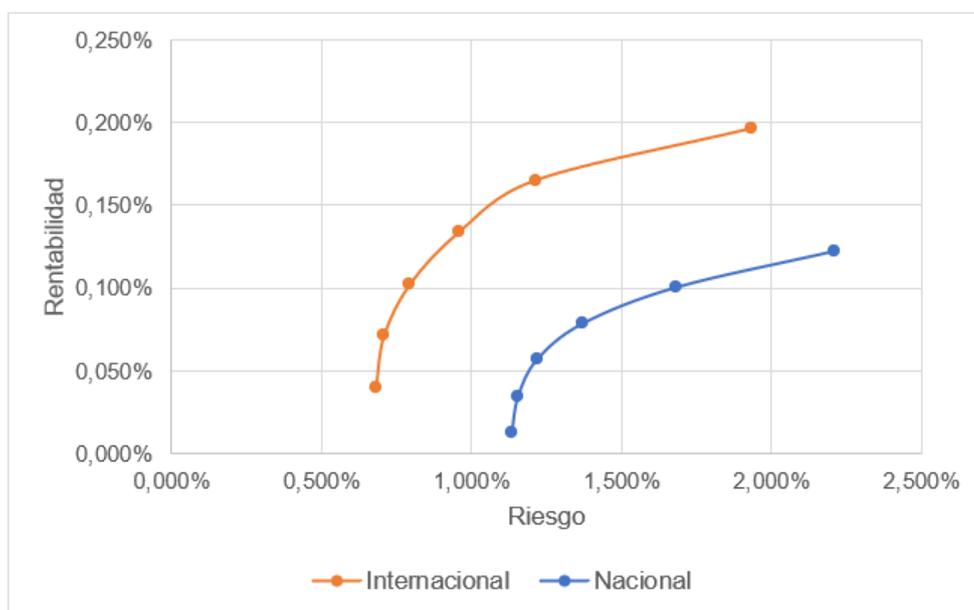
Se puede apreciar que la Cartera Equidistribuida posee cierta distancia con la frontera eficiente. Esto se debe a que simplemente se ha aplicado una proporción idéntica para cada título sin tener en consideración la rentabilidad y el riesgo, haciendo que esta cartera sea ineficiente.

Con la Cartera Equidistribuida el inversor obtiene un 0.046% de rentabilidad asumiendo un riesgo de un 1.605%. Con la cartera calculada sobre la frontera, el inversor obtiene la misma rentabilidad, pero a un menor riesgo (1.181%). De esta manera se puede apreciar la diferencia entre invertir en una cartera eficiente o no, generando en este caso para el inversor, una reducción del riesgo en un 0.424%. Teniendo en cuenta que partimos de un comportamiento racional por parte de este, cualquier inversión en carteras de fuera de la frontera no sería óptima, al tratarse de carteras ineficientes.

### 3.4. FRONTERA EFICIENTE INTERNACIONAL

A continuación, se procederá a analizar la frontera eficiente internacional. En este caso, el inversor dispondrá de los 45 títulos para llevar a cabo la formación de carteras. Cada título estará en su divisa de cotización, por lo que las empresas del IBEX permanecerán en euros, como se ha visto en la frontera nacional, las del FTSE en libras y las del S&P en dólares<sup>2</sup>.

Gráfico 3.6. Frontera eficiente internacional



Fuente: elaboración propia

Posteriormente, se llevará a cabo una comparación de las fronteras a través de las carteras que proporcionan la misma rentabilidad que la Cartera Equidistribuida Nacional, pero siendo estas eficientes. Ahora, a primera vista, si se observan los valores de los ejes de la frontera nacional e internacional, se puede ver como esta última está comprendida entre mayores valores de rentabilidad y menores valores de riesgo, experimentando lo que se adelantaba en la literatura previa, un desplazamiento hacia la izquierda y hacia arriba.

La cartera de mínimo riesgo internacional presenta una desviación típica de 0.680%, mientras que en la frontera nacional esta cartera tiene un riesgo de un 1.134%, obteniéndose, mediante la diversificación internacional, una reducción del riesgo en un 0.454%. No solo eso, la cartera de menor riesgo internacional proporciona para el

<sup>2</sup> El efecto del tipo de cambio se estudiará posteriormente.

inversor una rentabilidad mayor si se compara con la nacional, logrando este una ganancia adicional de un 0.027%.

En términos de máxima rentabilidad ocurre lo mismo. En la frontera internacional el inversor obtiene una rentabilidad máxima de 0.196%, asumiendo un riesgo de un 1.932%. A nivel nacional, y con un riesgo de un 2.212%, la rentabilidad máxima a obtener es de un 0.123%. Se cumple, por tanto, la idea que se repite en cada situación, más rentabilidad (0.073%), a menor riesgo (0.280%).

Tabla 3.7. Carteras de la frontera eficiente internacional <sup>3</sup>

País	Empresa	Cartera 0	Cartera 1	Cartera 2	Cartera 3	Cartera 4	Cartera 5
España	ACX	0,02%	0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
España	BKT	0,00%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
España	ELE	3,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
España	GRF	7,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
España	MAP	0,48%	0,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
España	MEL	1,07%	2,92%	1,37%	0,00%	0,00%	0,00%
España	PHM	1,39%	1,94%	1,43%	1,07%	0,18%	0,00%
España	REP	2,06%	1,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Reino Unido	ANTO	0,24%	0,58%	7,43%	7,81%	10,22%	0,00%
Reino Unido	AUTO	3,79%	4,36%	2,82%	0,00%	0,00%	0,00%
Reino Unido	MGGT	0,00%	0,00%	0,52%	2,05%	3,06%	0,00%
Reino Unido	MNG	0,00%	0,21%	2,95%	5,09%	8,06%	0,00%
Reino Unido	RTO	1,54%	1,19%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Reino Unido	SPX	6,77%	7,85%	6,48%	6,15%	2,37%	0,00%
Reino Unido	SVT	12,69%	16,94%	18,03%	15,94%	10,72%	0,00%
Reino Unido	VOD	0,03%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	AAPL	0,11%	0,17%	5,14%	25,32%	40,88%	100,00%
EE.UU.	CAT	0,10%	0,12%	0,37%	0,77%	0,00%	0,00%
EE.UU.	CVX	0,00%	4,24%	10,50%	15,19%	21,27%	0,00%
EE.UU.	DIS	0,89%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	MCD	6,01%	6,89%	4,41%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	MSFT	1,01%	2,37%	5,04%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	PG	13,22%	17,18%	20,82%	16,70%	3,23%	0,00%
EE.UU.	TRV	0,18%	0,13%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	VZ	30,00%	13,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	WMT	8,21%	17,38%	12,49%	3,89%	0,00%	0,00%
	<b>Riesgo</b>	0,680%	0,707%	0,794%	0,957%	1,213%	1,932%
	<b>Rentabilidad</b>	0,040%	0,071%	0,103%	0,134%	0,165%	0,196%

Fuente: elaboración propia

Como ocurría con la frontera nacional, a medida que el inversor se desplaza hacia la izquierda en la tabla, partiendo de la Cartera 5, aumenta la diversificación, reduciendo el riesgo y la rentabilidad.

Tabla 3.8. Ratio rentabilidad / riesgo en carteras internacionales

	Cartera 0	Cartera 1	Cartera 2	Cartera 3	Cartera 4	Cartera 5
<b>Riesgo</b>	0,680%	0,707%	0,794%	0,957%	1,213%	1,932%
<b>Rentabilidad</b>	0,040%	0,071%	0,103%	0,134%	0,165%	0,196%
<b>Rentabilidad / Riesgo</b>	5,897%	10,088%	12,909%	13,969%	13,603%	10,156%

Fuente: elaboración propia

<sup>3</sup> En todos los casos a lo largo del estudio, a excepción de la frontera eficiente nacional, se han suprimido de las tablas aquellos títulos en los cuales no se invierte en ninguna cartera, pero se tienen en consideración en el análisis.

El hecho de tener más posibilidades de inversión con esos 45 títulos es lo que provoca mejores rentabilidades a menor riesgo para el inversor. Esto se puede comprobar también a través de la comparativa con la Cartera Equidistribuida Nacional que se calculó previamente.

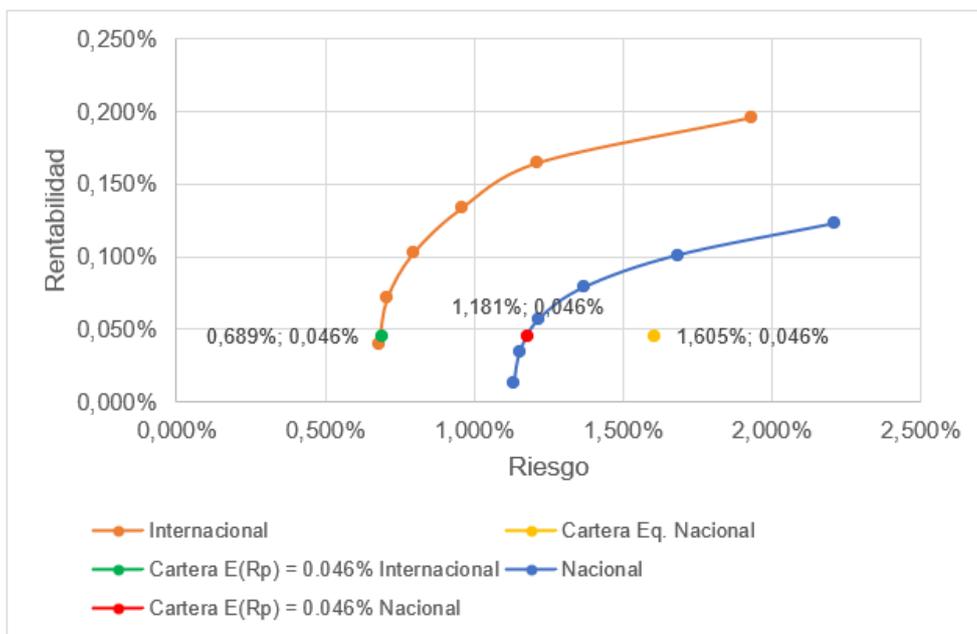
De igual manera que con la frontera nacional, se calcula la cartera de la frontera internacional que proporciona una rentabilidad igual a la Cartera Eq. Nacional (0.046%).

Tabla 3.9. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente internacional

<b>País</b>	<b>Empresa</b>	<b>Cartera Eq. Nacional</b>	<b>Cartera E(Rp) = 0.046%</b>
España	ACX	6,67%	0,00%
España	AMS	6,67%	0,00%
España	BKT	6,67%	0,21%
España	COL	6,67%	1,67%
España	ELE	6,67%	0,25%
España	FER	6,67%	0,00%
España	GRF	6,67%	0,10%
España	IAG	6,67%	0,00%
España	ITX	6,67%	2,21%
España	MAP	6,67%	0,00%
España	MEL	6,67%	0,89%
España	PHM	6,67%	2,32%
España	REP	6,67%	0,92%
España	SAN	6,67%	0,00%
España	TEF	6,67%	0,00%
Reino Unido	ABF	0,00%	0,18%
Reino Unido	AUTO	0,00%	4,03%
Reino Unido	RTO	0,00%	1,86%
Reino Unido	SHEL	0,00%	0,22%
Reino Unido	SPX	0,00%	7,20%
Reino Unido	SVT	0,00%	13,13%
Reino Unido	VOD	0,00%	1,32%
EE.UU.	CAT	0,00%	0,39%
EE.UU.	DIS	0,00%	0,25%
EE.UU.	MCD	0,00%	3,14%
EE.UU.	PG	0,00%	8,31%
EE.UU.	VZ	0,00%	33,08%
EE.UU.	WMT	0,00%	18,31%
	<b>Riesgo</b>	1,605%	0,689%
	<b>Rentabilidad</b>	0,046%	0,046%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3.7. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente internacional



Fuente: elaboración propia

Se observa cómo, a través de la frontera internacional, se logra una mayor reducción del riesgo con respecto a la Cartera Eq. Nacional que en la frontera nacional.

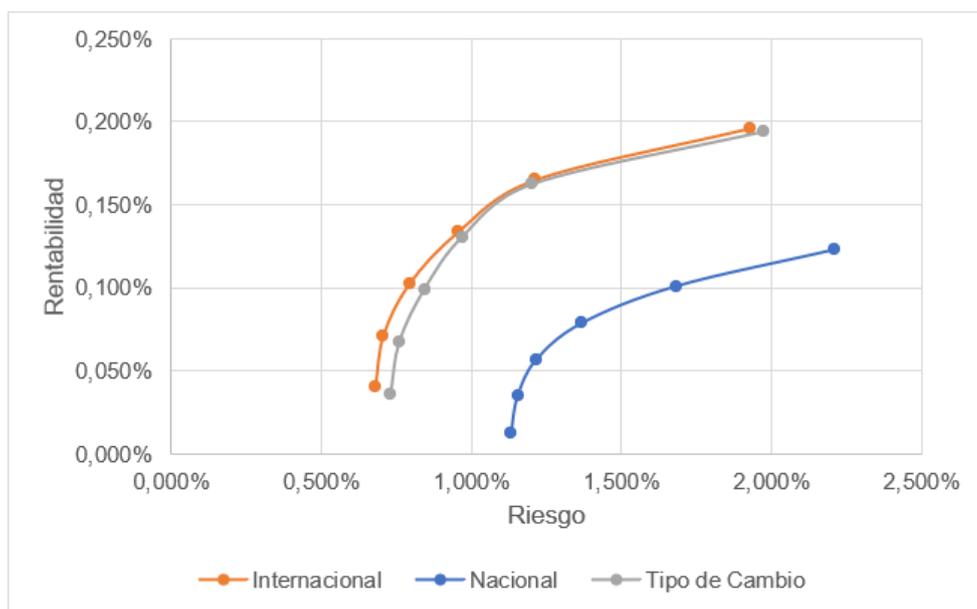
Con la cartera de la frontera internacional el riesgo disminuye en un 0.916%, mientras que en la cartera de la frontera nacional la reducción fue de un 0.424%, obteniendo una reducción de un 0.492% entre ambas carteras eficientes debido a las ventajas de la diversificación internacional.

### 3.5. FRONTERA EFICIENTE INTERNACIONAL TRAS EL TIPO DE CAMBIO

En este caso, se estudiará cómo el tipo de cambio afecta a la formación de las carteras. Para ello, a cada cotización diaria se le aplica su correspondiente tipo de cambio diario para que los 45 títulos figuren en euros. Los títulos del IBEX ya cotizan en euros, pero para los títulos del FTSE se aplicará el tipo de cambio *EUR/GBP*, que nos indica la cantidad necesaria de libras para obtener un euro. Para los títulos del S&P se aplica el tipo de cambio *EUR/USD*.

Con todas las cotizaciones en euros, y tras el cálculo de las rentabilidades y riesgos, se determina la frontera eficiente tras el tipo de cambio.

Gráfico 3.8. Frontera eficiente tras el tipo de cambio



Fuente: elaboración propia

Al igual que la frontera internacional, la frontera tras el tipo de cambio también experimenta un desplazamiento hacia la izquierda y hacia arriba con respecto a la frontera nacional, debido a los efectos de la diversificación internacional. Además, presenta algunas diferencias si se compara con la frontera internacional. Esto se debe al efecto del tipo de cambio, y se puede apreciar que la diferencia entre estas fronteras no es uniforme, a causa de los movimientos diarios en las cotizaciones de los tipos de cambio, ocasionando apreciaciones y depreciaciones de las divisas.

Si hablamos de carteras de mínimo riesgo, la internacional sigue siendo la más óptima con un riesgo de un 0.680% y una rentabilidad de un 0.040%, seguida de la frontera tras el tipo de cambio, con un riesgo de un 0.732% y, por lo tanto, habiendo experimentado un aumento de este en un 0.052% si se compara con la internacional. La rentabilidad experimenta una disminución de un 0.004%.

Si nos basamos en esto, la frontera tras el tipo de cambio tendrá una mejora significativa con respecto a la frontera nacional, pero no tan buena como la que experimenta la frontera internacional. Siguiendo con la cartera de menor varianza, se obtiene una rentabilidad adicional de un 0.023% y una disminución del riesgo en un 0.402% en comparación con la cartera nacional.

Con la cartera de máxima rentabilidad se repite este patrón. Tras el tipo de cambio se experimenta una reducción de la rentabilidad en un 0.002% y un aumento del riesgo en un 0.042% en la inversión internacional.

Tabla 3.10. Carteras de la frontera eficiente tras el tipo de cambio

País	Empresa	Cartera 0	Cartera 1	Cartera 2	Cartera 3	Cartera 4	Cartera 5
España	ACX	0,00%	0,07%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%
España	BKT	0,15%	0,29%	0,34%	0,72%	0,00%	0,00%
España	COL	1,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
España	ELE	4,74%	2,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
España	GRF	8,45%	2,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
España	MAP	2,60%	2,40%	1,53%	0,00%	0,00%	0,00%
España	MEL	0,76%	2,60%	2,58%	0,45%	0,00%	0,00%
España	PHM	1,76%	2,46%	2,48%	1,97%	0,51%	0,00%
España	REP	1,00%	2,25%	2,93%	0,00%	0,00%	0,00%
España	TEF	0,83%	0,20%	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%
Reino Unido	ANTO	0,22%	0,80%	1,82%	8,66%	11,51%	0,00%
Reino Unido	AUTO	1,79%	1,34%	1,11%	0,00%	0,00%	0,00%
Reino Unido	MGGT	0,00%	0,00%	0,00%	1,42%	2,74%	0,00%
Reino Unido	MNG	0,00%	0,18%	0,20%	2,68%	8,73%	0,00%
Reino Unido	RTO	3,59%	3,10%	2,86%	0,40%	0,00%	0,00%
Reino Unido	SPX	6,84%	8,66%	9,48%	8,01%	3,85%	0,00%
Reino Unido	STJ	0,00%	0,00%	0,74%	1,94%	2,30%	0,00%
Reino Unido	SVT	14,40%	20,37%	25,14%	23,67%	16,03%	0,00%
EE.UU.	AAPL	0,00%	5,46%	12,78%	22,63%	37,25%	100,00%
EE.UU.	CAT	0,00%	0,97%	1,61%	1,16%	0,00%	0,00%
EE.UU.	CVX	0,00%	0,95%	1,92%	12,38%	17,08%	0,00%
EE.UU.	DIS	2,39%	0,55%	0,45%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	MCD	3,91%	6,59%	6,96%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	PG	0,16%	0,35%	0,43%	5,36%	0,00%	0,00%
EE.UU.	TRV	0,00%	0,00%	5,08%	1,25%	0,00%	0,00%
EE.UU.	VZ	26,78%	17,45%	0,51%	0,00%	0,00%	0,00%
EE.UU.	WMT	18,61%	18,86%	18,79%	7,29%	0,00%	0,00%
	Riesgo	0,732%	0,761%	0,844%	0,971%	1,203%	1,973%
	Rentabilidad	0,036%	0,068%	0,099%	0,131%	0,162%	0,194%

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.11. Ratio rentabilidad / riesgo tras el tipo de cambio

	Cartera 0	Cartera 1	Cartera 2	Cartera 3	Cartera 4	Cartera 5
Riesgo	0,732%	0,761%	0,844%	0,971%	1,203%	1,973%
Rentabilidad	0,036%	0,068%	0,099%	0,131%	0,162%	0,194%
Rentabilidad / Riesgo	4,911%	8,876%	11,744%	13,464%	13,490%	9,828%

Fuente: elaboración propia

Las rentabilidades y riesgos en las carteras tras el tipo de cambio serían idénticos a las carteras internacionales, pero la diferencia entre ellos se debe precisamente al tipo de cambio.

De igual manera, se comparará esta frontera con la Cartera Eq. Nacional y se podrá determinar qué nivel de reducción de riesgo se obtiene.

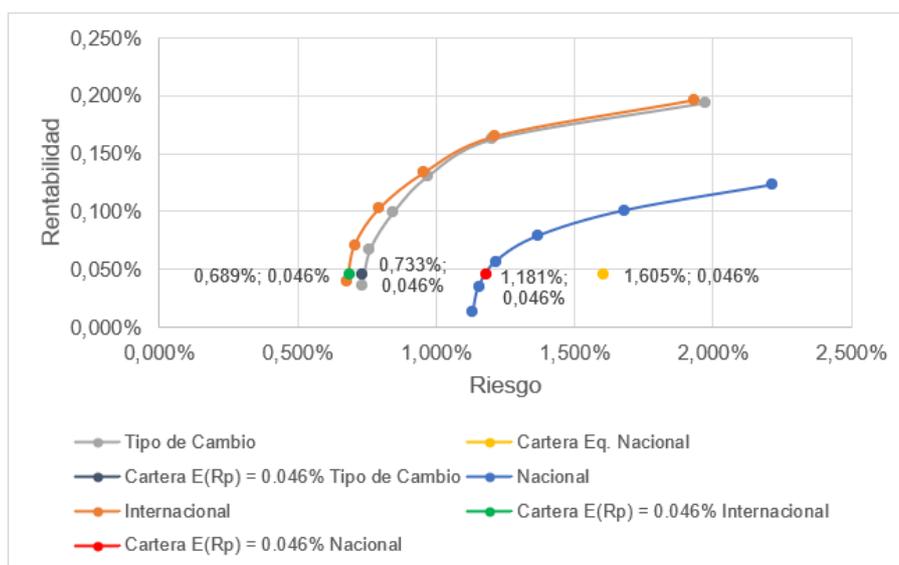
Se calcula la cartera eficiente que proporciona una rentabilidad de un 0.046%:

Tabla 3.12. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente tras el tipo de cambio

Pais	Empresa	Cartera Eq. Nacional	Cartera E(Rp) = 0.046%
España	ACX	6,67%	0,00%
España	AMS	6,67%	0,00%
España	BKT	6,67%	0,39%
España	COL	6,67%	0,64%
España	ELE	6,67%	3,86%
España	FER	6,67%	0,00%
España	GRF	6,67%	6,81%
España	IAG	6,67%	0,00%
España	ITX	6,67%	0,00%
España	MAP	6,67%	2,42%
España	MEL	6,67%	1,17%
España	PHM	6,67%	1,90%
España	REP	6,67%	1,21%
España	SAN	6,67%	0,00%
España	TEF	6,67%	0,73%
Reino Unido	ANTO	0,00%	1,33%
Reino Unido	AUTO	0,00%	1,99%
Reino Unido	RTO	0,00%	2,93%
Reino Unido	SPX	0,00%	7,14%
Reino Unido	SVT	0,00%	15,52%
EE.UU.	AAPL	0,00%	0,77%
EE.UU.	DIS	0,00%	2,13%
EE.UU.	MCD	0,00%	3,82%
EE.UU.	PG	0,00%	6,07%
EE.UU.	VZ	0,00%	21,83%
EE.UU.	WMT	0,00%	17,34%
	<b>Riesgo</b>	1,605%	0,733%
	<b>Rentabilidad</b>	0,046%	0,046%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3.9. Comparativa entre la cartera equidistribuida y la frontera eficiente tras el tipo de cambio



Fuente: elaboración propia

Con respecto a la Cartera Eq. Nacional, la frontera cuenta con una cartera que proporciona la misma rentabilidad, pero con un 0.872% menos de riesgo, obteniendo una disminución del riesgo de un 0.448% si se compara con la cartera eficiente de la frontera nacional, pero con un aumento del riesgo en un 0.044% en comparación con la frontera internacional.

De esta forma se ha podido comprobar, a través de las tres fronteras, cómo invertir en carteras que no formen parte de esta, repercute en peores rentabilidades y mayores riesgos. También se han podido comprobar las ventajas de la diversificación internacional.

### **3.6. MEDIDAS DE PERFORMANCE**

A la hora de evaluar los resultados de una cartera o un título, es necesario tener en consideración, al menos, la rentabilidad y el riesgo. Considerar únicamente la rentabilidad puede desembocar en evaluaciones poco precisas de la calidad de una inversión.

Al llevar a cabo la evaluación de una cartera, el rendimiento de esta se suele comparar con el rendimiento de una inversión no gestionada, actuando esta como “benchmark” (Fernández y Olmeda, 1999).

El término “benchmark” hace referencia a una comparativa de rendimiento, en nuestro caso, para comprobar qué carteras tienen un comportamiento más adecuado en base a los objetivos que busca alcanzar un inversor.

Por lo general, se emplea como benchmark un índice del mercado de actuación del inversor. Si a la hora de llevar a cabo la comparativa entre el benchmark y la cartera, esta presenta una rentabilidad igual o menor al índice, se puede determinar que la cartera no es adecuada, ya que no presenta ninguna ventaja en términos de rendimiento con respecto al índice.

Como se comentó al principio, esta evaluación está incompleta, ya que únicamente se compara el rendimiento sin tener en consideración el riesgo. Para que dicha comparación estuviese completa, ambos elementos comparables deberían de tener el mismo riesgo. Con un riesgo idéntico, si la cartera posee un mayor rendimiento que el benchmark, será una inversión atractiva. Esto es análogo a comparar riesgos de elementos con idénticas rentabilidades, siendo la inversión atractiva aquella con menor riesgo.

El problema surge cuando se necesita comparar elementos en los que difieren ambos parámetros. Para facilitar esta elección surgen las medidas de performance, las cuales condensan en una sola cifra el binomio rentabilidad-riesgo. A través de estas medidas podremos determinar la calidad de gestión de las carteras.

En el presente trabajo se van a aplicar tres de estas medidas, las cuales son: el Ratio de Sharpe (Sharpe, 1966), el Alfa de Jensen (Jensen, 1968) y  $M^2$  (Modigliani y Modigliani, 1997).

Las carteras seleccionadas para el cálculo de las medidas de performance son:

- Cartera Equidistribuida Nacional (Cartera A).
- Cartera Eficiente  $E(R_p) = 0.046\%$  Nacional (Cartera B).
- Cartera Eficiente  $E(R_p) = 0.046\%$  Internacional (Cartera C).
- Cartera Eficiente  $E(R_p) = 0.046\%$  Tipo de Cambio (Cartera D).

Tabla 3.13. Carteras para el cálculo de las medidas de performance

	Cartera A	Cartera B	Cartera C	Cartera D
Riesgo	1,605%	1,181%	0,689%	0,733%
Rentabilidad	0,046%	0,046%	0,046%	0,046%

Fuente: elaboración propia

### 3.6.1. Ratio de Sharpe

Dentro de las distintas medidas de performance, el Ratio de Sharpe (Sharpe, 1966) es considerada como la más conocida y utilizada a la hora de evaluar carteras o títulos. Su fórmula es la siguiente:

$$\text{Ratio Sharpe}_p(S_p) = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

Donde  $R_p$  es la rentabilidad de la cartera,  $R_f$  la rentabilidad libre de riesgo y  $\sigma_p$  la desviación típica o riesgo de la cartera. La expresión matemática es la misma en el caso de trabajar con títulos.

Por lo tanto, el Ratio de Sharpe mide el exceso de rendimiento por unidad de riesgo asumido. A mayor valor del Ratio de Sharpe, mayor remuneración con respecto al riesgo, y mayor calidad de gestión tendrá la cartera si se compara con otra cartera que tenga un menor Ratio de Sharpe.

Cabe destacar que dicho ratio solo es correcto del todo cuando se analiza la incorporación de un título a una cartera que hasta ese momento no poseía ningún otro título con riesgo. Esto se debe a que, al incorporar un título con riesgo a una cartera que ya poseía este tipo de títulos, estos estarían correlacionados, y el Ratio de Sharpe solo tiene en cuenta la desviación típica, resultado de la raíz cuadrada de la varianza, pero no tiene en consideración las covarianzas de dicha correlación. En 1994, el propio Sharpe en su trabajo *The Sharpe Ratio* (Sharpe, 1994) mencionó el hecho de solo emplear esta medida en el caso de que el inversor no vaya a mantener una cartera de activos financieros que posea con anterioridad a la incorporación del activo que se evalúa, salvo que esta posea únicamente un activo libre de riesgo (Moreno y Olmeda, 2003).

A la hora de calcular el Ratio de Sharpe, ya conocemos la rentabilidad ( $R_p$ ) y el riesgo ( $\sigma_p$ ) de las carteras, parámetros recogidos en la tabla 3.13, pero es necesario determinar la rentabilidad libre de riesgo ( $R_f$ ). Para ello, nos basamos en una media de la rentabilidad anual libre de riesgo de cada país, comprendida entre abril de 2020 y abril de 2022, y a partir de este dato, obtenemos la rentabilidad diaria.

Tabla 3.14. Rentabilidad libre de riesgo por países

País	Rf (Anual)	Rf (Diario)
<b>España</b>	0,42%	0,0012%
<b>Reino Unido</b>	0,68%	0,0019%
<b>EE.UU.</b>	1,24%	0,0034%

Fuente: elaboración propia

Para las carteras nacionales, se emplea la rentabilidad diaria de España, mientras que para las internacionales y tras el tipo de cambio, se utiliza la rentabilidad diaria de EE.UU., ya que cuando se trata de carteras globales, como es el caso, la tasa de rentabilidad libre de riesgo será la del tesoro norteamericano.

Con los tres datos necesarios, se determina el Ratio de Sharpe de cada cartera:

Tabla 3.15. Ratio de Sharpe

	Cartera A	Cartera B	Cartera C	Cartera D
<b>Tipo</b>	Nacional	Nacional	Internacional	Tipo de Cambio
<b>Rf (Diario)</b>	0,0012%	0,0012%	0,0034%	0,0034%
<b>Ratio de Sharpe</b>	2,7689%	3,7634%	6,1262%	5,7603%

Fuente: elaboración propia

Se puede apreciar como la Cartera C es la que presenta el Ratio de Sharpe más alto, lo que implica que es la que mayor remuneración proporciona al inversor por unidad de riesgo y la que mayor calidad de gestión presenta. Este resultado es lógico ya que esta cartera se beneficia de las ventajas de la diversificación internacional y no se ve afectada por el tipo de cambio, el cual ha sido perjudicial para el inversor provocando un aumento del riesgo y desembocando en un Ratio de Sharpe un 0.366% menor que la Cartera C. La Cartera A es la que presenta un peor ratio, aspecto razonable al tratarse de una cartera ineficiente y ser comparada con otras eficientes.

### 3.6.2. Alfa de Jensen

El Alfa de Jensen (Jensen, 1968) se puede calcular como:

$$Alfa\ Jensen_p(\alpha_p) = R_p - [R_f + \beta_p(R_M - R_f)]$$

Siendo  $R_p$  la rentabilidad de la cartera,  $R_f$  la rentabilidad libre de riesgo,  $\beta_p$  la sensibilidad o cómo se comporta la rentabilidad de la cartera frente a alteraciones en el rendimiento del mercado, y  $R_M$  la rentabilidad del mercado.

En el Alfa de Jensen se emplea el parámetro  $\beta_p$  como medida del riesgo. Dicho parámetro considera la correlación entre los diferentes títulos, por lo que, al contrario que el Ratio de Sharpe, el inversor puede emplear esta medida de performance cuando busque incorporar a su cartera títulos que estén correlacionados con los títulos previos que formaban la cartera (Moreno y Olmeda, 2003).

Esta medida de performance puede tomar los siguientes valores:

- $\alpha_p > 0$ . Este valor es el que se busca alcanzar por parte del inversor, ya que dictamina que está obteniendo unos resultados mayores a los exigidos en base al nivel de riesgo sistemático asumido. En términos de calidad de gestión, se dictamina que el gestor ha hecho un buen trabajo. Cuanto mayor sea el valor del Alfa de Jensen, mejor lo habrá hecho.
- $\alpha_p = 0$ . En esta situación, el inversor estará obteniendo un nivel de rentabilidad que se corresponde con el nivel de riesgo sistemático asumido. Ni mayores ni menores resultados.
- $\alpha_p < 0$ . Esta es la peor situación posible, el inversor ni siquiera obtiene un nivel de rentabilidad que a priori debería obtener por el riesgo sistemático que asume. En este caso, el Alfa de Jensen actúa como indicador de la mala gestión de la cartera.

Para determinar el valor del Alfa de Jensen, será necesario hacer una regresión lineal, siendo este un modelo que trata de explicar la relación de dependencia entre una variable dependiente ( $Y$ ) y un conjunto de variables independientes o explicativas ( $X_1, \dots, X_n$ ).

En este caso, se requiere emplear una regresión lineal simple, en la cual únicamente se estudia la dependencia con respecto a una variable independiente ( $X$ ).

$$Y = \alpha + \beta_1 X$$

La variable dependiente  $Y$  es igual a la expresión  $R_i - R_f$ , mientras que  $X$  vendrá determinado por  $R_M - R_f$ . Aunque esté presente el coeficiente  $\beta$  en la regresión, en esta ocasión nos centraremos en el análisis del coeficiente  $\alpha$ .

Se obtienen así los siguientes resultados:

Tabla 3.16. Regresión Lineal Cartera A

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Alfa	-0,000009	0,000	-0,040	0,968	-0,000459	0,000441
Beta	1,112531	0,017	66,296	0,000	1,079564	1,145498

Fuente: elaboración propia

Se puede interpretar el resultado de la siguiente manera: el valor de la casilla “Alfa” representa el coeficiente Alfa de Jensen. Si echamos un vistazo a los límites inferior y superior del intervalo, existen valores tanto menores como mayores a 0. El Alfa de Jensen estará comprendido entre esos valores en un 95% de los casos.

La interpretación va a venir condicionada por el valor de la probabilidad de la casilla remarcada, el cual recibe el nombre de “p-valor”.

Dicho valor es 0.968 (96.8%), superior al 10%, porcentaje que indica si existe significación estadística o no. Si el p-valor posee un porcentaje inferior al 10%, se dice que existe significación estadística (Lamothe, 1999), lo que implica que se pueda afirmar que el coeficiente sea diferente de 0. Por tanto, siguiendo esta premisa, para la Cartera A no se podrá afirmar que el valor del Alfa de Jensen sea diferente de 0, por lo que no se puede interpretar el signo que tenga, no pudiendo concluir si el inversor obtiene una menor rentabilidad equiparable al riesgo asumido.

Los resultados del resto de carteras son:

Tabla 3.17. Regresión Lineal carteras

	Cartera	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Alfa	Cartera B	0,000153	0,000	0,523	0,601	-0,000422	0,000729
Beta	Cartera B	0,713771	0,021	33,238	0,000	0,671584	0,755959
Alfa	Cartera C	0,000023	0,000	0,096	0,923	-0,000439	0,000484
Beta	Cartera C	0,383631	0,021	18,661	0,000	0,343244	0,424017
Alfa	Cartera D	0,000008	0,000	0,034	0,973	-0,000460	0,000476
Beta	Cartera D	0,406477	0,020	20,803	0,000	0,368090	0,444863

Fuente: elaboración propia

Para las 3 carteras la situación e interpretación es la misma que en la Cartera A. Los límites del intervalo discurren entre valores menores y mayores a 0 con un nivel de significación del 95%, y el p-valor es superior al 10% en los 3 casos, por lo que no se puede afirmar que el Alfa de Jensen sea diferente de 0, no pudiendo interpretar el signo del coeficiente.

El modelo de valoración de activos de capital o CAPM (Sharpe, 1964) (Lintner, 1965) (Mossin, 1966), el cual presenta la interpretación del alfa para determinar la rentabilidad que se obtiene en base al riesgo sistemático asumido, estudia las carteras en una situación de mercado en equilibrio, permitiendo al inversor operar con títulos libres de riesgo. Partiendo de esto, y como se mencionó anteriormente, un alfa igual a 0 nos dictamina un equilibrio donde el inversor obtiene un rendimiento en base al riesgo que asume, mientras que si alfa es mayor que 0, la cartera estará infravalorada, ya que esta nos devuelve más rentabilidad de la que debería, batiendo así al mercado. Cuando alfa es menor que 0, la cartera estará sobrevalorada.

Con esto, y debido a los p-valor obtenidos en las carteras, no se puede dictaminar que alfa sea diferente de 0, por lo que se concluye que en ninguna de las carteras se puede afirmar si el inversor obtiene una rentabilidad inferior o superior en comparación al riesgo asumido, sino más bien una rentabilidad equiparable a este.

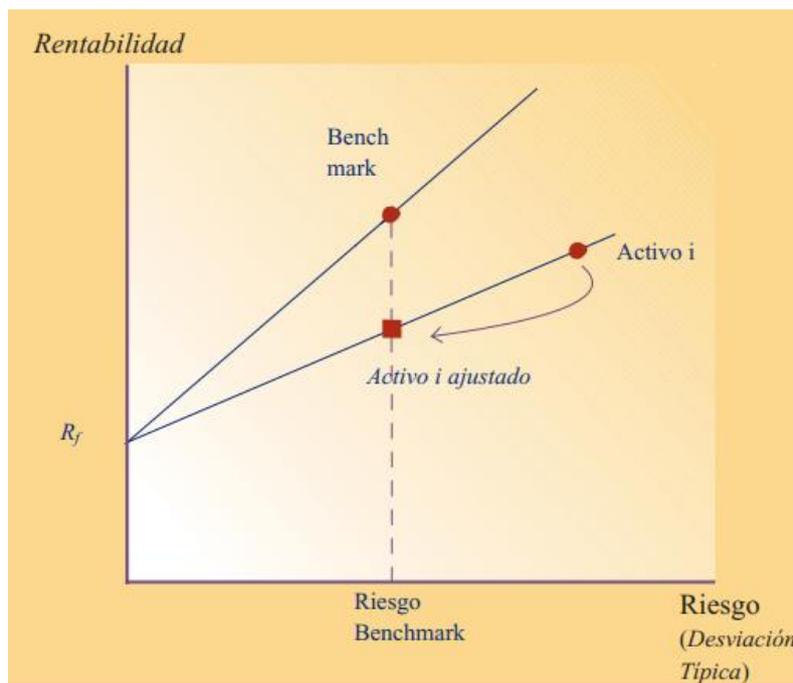
### 3.6.3. Modigliani – Modigliani

Mientras que las dos medidas de performance previas son consideradas como clásicas o tradicionales debido al momento de su aparición,  $M^2$  (Modigliani y Modigliani, 1997) fue publicada en 1997 por Leah Modigliani y su abuelo Franco Modigliani, siendo esta una medida de performance más reciente.

Dicha medida se basa en la rentabilidad ajustada al riesgo o RAP (Risk-Adjusted Performance), la cual se basa en establecer un riesgo determinado, que puede ser el de mercado o el benchmark, e igualar el riesgo de las carteras que se quieren evaluar al riesgo establecido.

Para ello, es necesario llevar a cabo un proceso de apalancamiento o desapalancamiento, por el cual se puede ajustar el título o la cartera y que esta sea comparable con el mercado o benchmark.

Gráfico 3.10. Ajuste por apalancamiento o desapalancamiento en  $M^2$



Fuente: Moreno y Olmeda (2003)

La expresión matemática de Modigliani – Modigliani es la siguiente:

$$Modigliani\ Modigliani_p(M_p^2) = \frac{\sigma_b}{\sigma_p}(R_p - R_f) + R_f$$

Siendo  $\sigma_b$  la desviación típica o riesgo del benchmark,  $\sigma_p$  el riesgo de la cartera,  $R_p$  la rentabilidad de la cartera y  $R_f$  la rentabilidad libre de riesgo.

Modigliani – Modigliani nos permite obtener una clasificación de las carteras idéntica a la que se obtiene a través del Ratio de Sharpe, pero presenta algunas ventajas con respecto a esta última.

La principal ventaja es el hecho de que puede interpretarse a nivel económico. Mientras que el resultado de comparar dos títulos a través de su Ratio de Sharpe no posee interpretación económica, solo determinar cuál de ellos tiene una mayor calidad de gestión,  $M^2$  expresa una diferencia en cuanto a rentabilidad, ya que se mide con un mismo nivel de riesgo y en puntos básicos (Moreno y Olmeda, 2003).

Para su cálculo, se va a emplear como benchmark el índice S&P 500. La desviación típica de este, determinada a través de las rentabilidades diarias en los dos años de la muestra, es de 1.139%.

Tras aplicar la fórmula se obtienen los siguientes resultados:

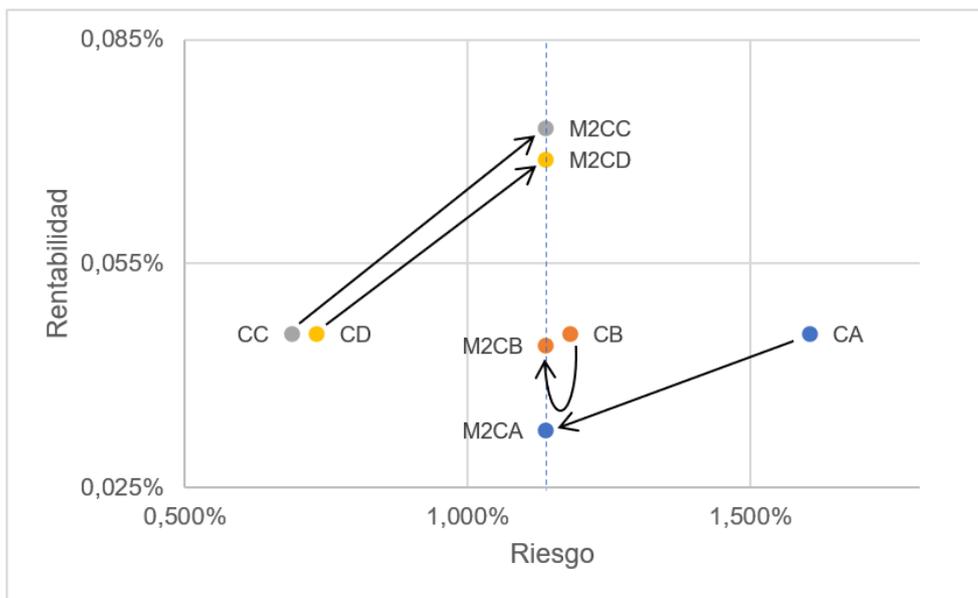
Tabla 3.18. Modigliani – Modigliani

	Cartera A	Cartera B	Cartera C	Cartera D
Riesgo	1,605%	1,181%	0,689%	0,733%
Rentabilidad	0,046%	0,046%	0,046%	0,046%
Rf (Diario)	0,0012%	0,0012%	0,0034%	0,0034%
$M^2$	0,0327%	0,0440%	0,0731%	0,0690%

Fuente: elaboración propia

Como se adelantó previamente,  $M^2$  presenta una clasificación de las carteras idéntica al Ratio de Sharpe, siendo la Cartera C la mejor gestionada. Esta es seguida por la Cartera D, la cual el tipo de cambio ha afectado a su gestión, disminuyendo el valor de la medida en un 0.0042%. Se puede apreciar también como la Cartera B (Nacional), presenta una diferencia de 0.0291% y 0.0250% con la Cartera C (Internacional) y la Cartera D (Tipo de Cambio), respectivamente. De nuevo, esta diferencia se debe a la diversificación internacional. Por último, la Cartera A es la peor gestionada al tratarse de la equidistribuida y no ser eficiente.

Gráfico 3.11. Ajuste por apalancamiento o desapalancamiento en  $M^2$  aplicado a la muestra



Fuente: elaboración propia

Desde un punto de vista gráfico, se puede apreciar como todas las carteras han sido ajustadas al nivel de riesgo del benchmark. La Cartera A (CA) y la Cartera B (CB) han experimentado una reducción del riesgo y de la rentabilidad si se comparan con sus valores originales, al haberse llevado a cabo ese ajuste por apalancamiento.

Por su parte, la Cartera C (CC) y la Cartera D (CD), tras el ajuste por desapalancamiento, presentan un aumento lógico de la rentabilidad al haberse aumentado también el riesgo.

Todas las carteras presentaban inicialmente una rentabilidad de 0.046%, pero con distintos niveles de riesgo. Al igualar esos niveles, sus rentabilidades se modifican, permitiendo al inversor determinar qué carteras son las mejores gestionadas.

## 4. CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo, con la idea de cumplir el objetivo de cómo la formación de carteras eficientes y la diversificación internacional pueden derivar en mejores resultados de inversión, se han presentado las teorías y modelos necesarios para comprender los aspectos fundamentales de ambos factores, así como del efecto del tipo de cambio. Tras esto, se ha llevado a cabo una aplicación práctica donde se ha podido apreciar y probar los conocimientos adquiridos durante la teoría, incluyendo el empleo de las medidas de performance para medir la calidad de gestión de las inversiones.

Dentro del estudio se pueden destacar los siguientes resultados:

- Tras la realización de la frontera eficiente nacional a través de la formación de carteras basadas en el binomio rentabilidad-riesgo, se ha podido comprobar cómo la diversificación proporciona reducciones del riesgo de las carteras y, tras la comparativa con carteras de fuera de la frontera, se ha probado que las carteras de esta son mejores opciones de inversión, proporcionando mayor rentabilidad y menor riesgo. Dentro de la propia frontera las posibilidades de inversión dependerán del perfil de riesgo del inversor. Mayor rentabilidad, pero también un mayor riesgo, o, a medida que se desplaza hacia la izquierda en la frontera, un menor riesgo, pero también una menor rentabilidad.
- La inclusión de títulos internacionales ha desembocado en un desplazamiento de la frontera eficiente hacia arriba y hacia la izquierda, proporcionando al inversor mayores rentabilidades a menores riesgos si se compara con la frontera eficiente nacional. El hecho de combinar títulos que no estén perfectamente correlacionados de forma positiva reduce el riesgo de las carteras, por lo que la inversión internacional nos brinda mayores posibilidades de encontrar títulos menos correlacionados entre sí, logrando mayores reducciones de riesgo.
- Invertir en títulos extranjeros, si estos se denominan en una divisa diferente a la nacional, como es el caso en este estudio, ha derivado en peores rentabilidades y mayores riesgos para el inversor. Recordemos que en estas situaciones el inversor estará invirtiendo en 2 activos de forma simultánea, la acción y la divisa en la cual se denomina, y recordemos también que las fluctuaciones del tipo de cambio pueden beneficiar la inversión, si la moneda en la que está invirtiendo se aprecia y el euro se deprecia, o perjudicarla, si ocurre la situación contraria. La frontera calculada tras el tipo de cambio es muy similar a la internacional, al producirse también ese desplazamiento hacia arriba y hacia la izquierda debido a la diversificación internacional, pero con peores resultados que esta.
- La aplicación de las medidas de performance ha resultado en lo esperado. Las carteras mejor gestionadas son aquellas que se benefician de la diversificación internacional, seguidas de las carteras eficientes nacionales y, por último, aquellas carteras nacionales consideradas ineficientes.

Las implicaciones que tienen las anteriores conclusiones conducen a que, si solo nos centramos en el ámbito nacional, los resultados obtenidos invitan a invertir en carteras de la frontera, considerándose las de fuera de esta como ineficientes.

Por otro lado, una inversión en carteras internacionales eficientes repercute en mejores resultados, siendo además las carteras mejor gestionadas de la muestra.

Se concluye entonces que, con la elaboración del presente trabajo, se ha logrado el objetivo propuesto de explicar y mostrar los conocimientos básicos necesarios para la formación de carteras y la diversificación internacional. Estos se han demostrado no solo a través de la teoría, sino también con la práctica, y cómo el uso eficiente de tales aspectos puede desembocar en mejores resultados.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Bajo-Rubio, O.; Sosvilla-Rivero, S. (1993) Teorías del tipo de cambio: una panorámica. *Revista de Economía Aplicada*, 1(2), pp. 175-205.
- Brun, X.; Moreno, M. (2008). *Análisis y selección de inversiones en mercados financieros. Eficiencia de los mercados, teoría de carteras, asignación de activos y definición de políticas de inversión*. España, Editorial Profit.
- Búa, M.M.V. (2010). El riesgo cambiario y su cobertura financiera. *Revista Galega de economía*, 19(2), pp. 1-5.
- Eiteman, D.; Stonehill, A.; Moffet, M. (2011). *Las finanzas en las empresas multinacionales*. México, Ediciones Pearson.
- Fernández, C.M.; Olmeda, I. (1999). Medidas de performance de las bolsas europeas. En *La gestión de la diversidad: XIII Congreso Nacional, IX Congreso Hispano-Francés, Logroño (La Rioja), 16, 17 y 18 de junio, 1999*. Universidad de La Rioja, 1999. pp. 625-632.
- Jensen, M.C. (1968). The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964. *Journal of Finance*, 23(2), pp. 389-416.
- Kozikowski, Z. (2013). *Finanzas Internacionales*. México, Ediciones McGraw Hill.
- Lamothe, P. (1999). *Gestión de carteras de acciones internacionales*. España, Ediciones Pirámide.
- Lintner, J. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *The review of economics and statistics*, 47(1), pp. 13-37.
- López, F.J.; García, P. (2006). *Finanzas en mercados internacionales*. Madrid, Ediciones McGraw Hill.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), pp. 77-91.
- Martín, J.L.; Téllez, C. (2014). *Finanzas internacionales*. Madrid, Ediciones Thomson Paraninfo.
- Mascareñas, J. (2005). *El tipo de cambio*. Monografía. Universidad Complutense de Madrid.
- Mascareñas, J. (2007). *Gestión de Carteras I: Selección de Carteras (Portfolio Management I: Portfolio Selection)*. Monografía. Universidad Complutense de Madrid.
- Modigliani, F.; Modigliani, L. (1997). Risk-Adjusted Performance. *Journal of Portfolio Management*, 23(2, Winter), pp. 45-54.
- Moreno, D.; Olmeda, I. (2003). Empleo de medidas de performance en la evaluación de fondos de inversión. *Bolsa de Madrid*, 2003, nº 117, pp. 58-62.
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 34(4), pp. 768-783.
- Sharpe, W. (1963). A Simplified Model for Portfolio Analysis. *Management Science*, 9(2), pp. 277-293.

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

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

Sharpe, W. (1994). The Sharpe Ratio. *Journal of Portfolio Management*, 21(1), pp. 49-59.

Solnik, B.H. (1974). Why not diversify internationally rather than domestically?. *Financial analysts journal*, 30(4), pp. 48-54.

Suárez, A. (2005). *Decisiones óptimas de inversión y financiación de la empresa*. España, Ediciones Pirámide.