



Universidad de Valladolid

Facultad de Derecho

Grado en Administración y Dirección de Empresas

“Aplicación del Modelo de 3 Factores de Fama y French a las empresas del IBEX 35”

Presentado por:

Mireia Miguel Lanseros

Valladolid, 5 de julio de 2018

RESUMEN:

Al comienzo de este trabajo se expondrá el Modelo de Tres Factores de Fama y French. Este modelo tiene como objetivo la valoración de activos financieros. Se utiliza la β para medir el riesgo sistemático, al igual que en el CAPM, sin embargo, se añaden dos factores más para explicar la rentabilidad de los activos financieros que se pretenden valorar. Estos factores son el tamaño y el book-to-market.

Más adelante, se aplicará este modelo a las empresas del IBEX 35 siguiendo la misma metodología que utilizaron Fama y French en su análisis del mercado norteamericano. Por último, se analizarán los resultados obtenidos en relación a la capacidad explicativa del modelo ajustado.

PALABRAS CLAVE:

Modelo de Fama y French, modelo multifactorial, IBEX 35, valoración de activos, rendimientos esperados de las acciones

ABSTRACT:

At the beginning of this essay, the Fama and French Three Factor Model of 1993 will be developed. This is an asset pricing model where the β is used to measure the systematic risk, as it happens on the CAPM. However, two new factors are added: the firm size and the book-to-market ratio. So, the market returns will be explained better as it adjusts for the outperformance tendency.

The Three Factor Model is going to be implemented to the stocks of the IBEX 35 enterprises following the Fama and French methodology. Finally, we will analyse the results obtained and we will assess the explanatory capacity of the adjusted model.

KEY WORDS:

Fama and French Model, multifactor model, IBEX 35, asset pricing, stock expected returns.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	EL MODELO DE TRES FACTORES DE FAMA Y FRENCH.....	7
2.1.	Construcción de carteras para la aplicación del procedimiento de valoración	9
2.2.	Variables explicativas.....	12
2.2.1.	Tamaño	12
2.2.2.	Ratio <i>book-to-market</i>	13
2.2.3.	Exceso de rendimiento de la cartera de mercado.....	13
2.3.	Los rendimientos a explicar.....	13
2.4.	Modelo	14
3.	APLICACIÓN DEL MODELO DE TRES FACTORES DE FAMA Y FRENCH A LAS ACCIONES DEL IBEX 35.....	15
3.1.	Muestra	15
3.2.	Datos.....	15
3.2.1.	Tamaño.....	15
3.2.2.	Ratio <i>book-to-market</i>	16
3.2.3.	Rentabilidad de mercado	16
3.2.4.	Rentabilidad del activo sin riesgo.....	17
3.2.5.	Rentabilidad de las acciones	17
3.3.	Construcción de las carteras basadas en el factor tamaño y en el ratio <i>book-to-market</i>	18
3.4.	Cálculo de las variables explicativas.....	20
3.5.	Cálculo de la variable dependiente	22
4.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	23
4.1.	Estimaciones de los rendimientos de los 32 activos individuales	23
4.2.	Las estimaciones de los rendimientos de las seis carteras.....	29
5.	CONCLUSIONES	31

6. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXO I. Empresas que se han utilizado en el estudio	35
ANEXO II. Clasificación de las empresas según su capitalización de mercado y su ratio book-to-market.....	36
ANEXO III. Tabla resumen de los resultados de las 32 regresiones	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Número de empresas de cada cartera	18
Tabla 3.2. Media y desviación típica de las carteras formadas	19
Tabla 3.3. Tamaño y ratio <i>book-to-market</i> medio de las carteras formadas	20
Tabla 3.4. Media y desviación típica de las variables	21
Tabla 3.5. Correlaciones entre las variables explicativas	22
Tabla 4.1. Resultado de las regresiones con R^2 ajustado mayor que 0,5	24
Tabla 4.2. Resultado de las regresiones donde RM-RF es el único factor significativo	25
Tabla 4.3. Resultado de las regresiones donde RM-RF y SML son factores significativos	26
Tabla 4.4. Resultado de las regresiones con el factor HML significativo	28
Tabla 4.5. Resumen de los resultados de las regresiones de cada cartera	29

1. INTRODUCCIÓN

Tras un estudio sobre el tema, se ha querido centrar este trabajo en explicar un modelo de valoración de activos distinto del CAPM (*Capital Asset Pricing Model*). El CAPM es un modelo de valoración de activos paradigmático dentro de las Finanzas que permite estimar la rentabilidad esperada de los activos en función de su riesgo sistemático, medido por el coeficiente β . Por tanto, este modelo concluye que el precio de equilibrio de los activos es únicamente función de su riesgo sistemático y no de su riesgo propio.

A pesar de ser el modelo más utilizado, durante el siglo XX algunos trabajos empíricos demostraron que el modelo no explica adecuadamente la variación en las rentabilidades de los activos. Por lo tanto, algunos economistas propusieron distintos modelos que trataban de dar una mejor explicación a dichos rendimientos. Entre ellos encontramos a Fama y French, que en 1992 llevaron a cabo un estudio empírico de posibles variables relevantes a la hora de explicar los rendimientos esperados de los activos.

Tras realizar varias pruebas combinando factores, en 1993 propusieron el Modelo de Tres Factores de Fama y French. En él, además de la β , que mide el riesgo sistemático, se añaden los factores tamaño y ratio *book-to-market* para explicar los rendimientos de los activos.

El objetivo de este trabajo fin de grado se basa en trasladar el análisis del mercado de acciones norteamericano que llevaron a cabo estos dos economistas al mercado de acciones español, concretamente a las empresas del IBEX 35. De esta forma, se tomará el IBEX 35 como cartera de mercado y las Letras del Tesoro español como activo libre de riesgo.

Por lo tanto, en primer lugar se explicará el análisis que llevaron a cabo Fama y French y a continuación se expondrá de forma detallada cómo se ha adaptado este modelo para aplicarlo a las acciones de las empresas del IBEX 35. En la última parte del trabajo, se realizará un análisis de los resultados obtenidos para discutir la capacidad explicativa del modelo ajustado.

2. EL MODELO DE TRES FACTORES DE FAMA Y FRENCH

Cuando Fama y French en 1993 decidieron llevar a cabo un estudio relativo a la estimación de los rendimientos esperados de las empresas, el modelo más utilizado era el CAPM. Este modelo de valoración de activos financieros fue desarrollado por William Sharpe y permite estimar la rentabilidad esperada de los activos financieros en función lineal creciente del riesgo sistemático.

La tasa de rentabilidad esperada de un activo vendría explicada por la rentabilidad del activo sin riesgo, más una prima por el riesgo de mercado que se obtiene multiplicando la β del activo financiero por el exceso de rentabilidad del mercado sobre el activo libre de riesgo.

La beta mide la sensibilidad de la rentabilidad del activo respecto a su mercado de referencia. Y constituye, por tanto, una medida del que mide el riesgo sistemático del activo.

El análisis que se va a realizar se basa en el Modelo Multifactorial de Fama y French (1993). Los autores llevaron a cabo un estudio para la valoración de activos entre los años 1963 y 1990 donde se combinaban nuevos factores además del coeficiente β . Estos factores son el tamaño de la empresa y la relación entre el valor de mercado y el valor en libros. (Fama y French, 1993:4)

Fama y French (1992), recogen contradicciones empíricas del CAPM contenidas en la literatura financiera de los años 80. El estudio se basaba en conjugar los papeles de la β del activo, el tamaño de la empresa, el ratio PER, el endeudamiento y el ratio *book-to-market* en relación con los rendimientos esperados de las acciones.

Tras realizar todas las combinaciones posibles entre las variables, incluso utilizándolas solas, Fama y French (1992) concluyeron que las variables que mejor explicaban los rendimientos esperados de las empresas eran la β del activo, el factor tamaño y el factor ratio *book-to-market* de la empresa.

A partir de estas conclusiones, Fama y French (1993) extienden su estudio en tres líneas diferentes:

- Se amplía el conjunto de activos cuyos rendimientos pueden ser explicados. En Fama y French (1992), únicamente se contemplaban las acciones ordinarias, mientras que en Fama y French (1993) se podrían incluir también los bonos del Tesoro y bonos corporativos.

- Se amplía también el número de variables utilizadas puesto que incorporan aquellas que permiten explicar los rendimientos de los bonos.
- El enfoque utilizado para valorar los activos financieros es diferente. Se utilizan las regresiones de corte transversal de Fama y Macbeth (1973) teniendo como base las regresiones de Black, Jensen y Scholes (1972) para recoger los rendimientos de los bonos. Las regresiones se aplican sobre los datos mensuales de los rendimientos de acciones y bonos sobre una cartera de mercado de acciones y simulaciones de carteras para el tamaño y el ratio *book-to-market*.

En este trabajo fin de grado se va a aplicar el modelo de Fama y French (1993) únicamente a los rendimientos de las acciones de las empresas del IBEX 35, puesto que se escapa del objetivo este trabajo la aplicación del mismo a los bonos y al resto de acciones del mercado continuo español.

Por tanto, en este modelo, el exceso de rendimiento de las acciones sobre el rendimiento del activo libre de riesgo viene explicado por el exceso de rendimiento de mercado sobre el rendimiento del activo libre de riesgo, por el exceso de rendimiento de las empresas pequeñas sobre las empresas grandes (factor tamaño) y el exceso de rendimiento de las empresas con alto ratio *book-to-market* sobre las empresas con bajo ratio *book-to-market* (factor ratio *book-to-market*).

Como estos dos últimos factores no son negociables, Fama y French (1993) construyeron carteras de réplica (*mimicking portfolios*), cuyos rendimientos actúan como factores y las pendientes como recargo por cada factor.

Aunque el tamaño y el ratio *book-to-market* pueden parecer variables *ad hoc* para explicar el rendimiento esperado de las acciones, existen razones para creer que realmente explican dichos rendimientos. Se ha comprobado de forma empírica que aquellas empresas que tienen un alto ratio *book-to-market* (empresas valor), es decir, bajo precio de las acciones en comparación con el valor en libros, tienden a tener bajos beneficios sobre los activos (*earning on assets*). El valor en libros se considera indicador de un valor pasado, por lo que nada asegura que el valor de mercado vuelva a acercarse al valor en libros.

De forma contraria, aquellas empresas con bajo ratio *book-to-market* (empresas de crecimiento), es decir, alto precio de las acciones en

comparación con el valor en libros, tienden a tener altos beneficios sobre los activos. Además, esta tendencia se mantiene durante cinco años antes y después de medir el ratio *book-to-market*.

Por otro lado, el tamaño también se encuentra relacionado con la rentabilidad de las acciones. Para un mismo ratio *book-to-market*, las empresas pequeñas tienden a tener rentabilidades más bajas que las empresas grandes. Este efecto tamaño tuvo un punto de inflexión en la década de los 80. Así, hasta 1981, las empresas pequeñas eran ligeramente menos rentables que las empresas grandes. No obstante, a partir de la recesión de 1980-1982, los rendimientos de las empresas pequeñas decrecieron de una forma muy considerable. A finales de los años 80, las empresas grandes comenzaron a verse beneficiadas por una recuperación económica de la que no formaron parte las empresas pequeñas.

Se podrá ver que las empresas pequeñas sufren o pueden llegar a sufrir períodos más largos de crisis que las empresas grandes evitan. Este hecho, siguiendo a Fama y French (1993), invita a pensar que el factor tamaño se encuentra asociado con un factor de riesgo que puede explicar la relación negativa entre el tamaño y el rendimiento medio.

Además, Fama y French (1993) hacen una serie de hipótesis sobre el funcionamiento de los mercados:

1. Los mercados de capitales se encuentran en competencia perfecta
2. Los inversores son racionales
3. El mercado de valores es eficiente

2.1. Construcción de carteras para la aplicación del procedimiento de valoración

Para medir el exceso de rendimiento de las empresas en función del tamaño y del ratio *book-to-market*, Fama y French (1993) utilizaron seis carteras formadas por acciones de empresas, diferenciadas atendiendo a su tamaño y *book-to-market*.

En junio de cada año desde 1963 hasta 1991 se analizaron todas las acciones de NYSE (*New York Stock Exchange*), NASDAQ (*National Association of*

Securities Dealers Automated Quotation) y AMEX (*American Stock Exchange*) y se divide el mercado en seis grupos en función de su tamaño y *book-to-market*. En primer lugar, estas acciones fueron clasificadas según su tamaño que Fama y French (1993) miden a través de su capitalización bursátil en el mes de junio de cada año. La capitalización bursátil se define como el valor total de mercado de una compañía, y se obtiene multiplicando la cotización de una acción por el número de acciones (ver fórmula 2.1.). Según la literatura, existe una relación inversa entre el tamaño y la rentabilidad esperada de las acciones. Una vez determinada la capitalización bursátil de todas las empresas, la muestra se dividió en dos grupos de igual tamaño: pequeño (*small, S*) y grande (*big, B*).

$$\text{Capitalización bursátil} = \text{Valor de Cotización} \times \text{número de acciones} \quad (2.1)$$

En segundo lugar, se dividieron las acciones en tres grupos según el ratio *book-to-market*, medido al cierre del ejercicio anterior. Se puede apreciar que el valor contable tiene un desfase de al menos 6 meses con respecto al valor de mercado.¹

Fama y French (1992, 1993) decidieron poner sus puntos de corte en el percentil 30 y el percentil 70 para formar los grupos bajo (*low, L*), medio (*medium, M*) y alto (*high, H*). Los autores indican que los rendimientos no son sensibles a los puntos de corte, por lo que su elección es arbitraria.

El ratio *book-to-market* se utiliza para averiguar el valor de una empresa mediante la comparación de su valor en libros, es decir, su valor contable, con el “valor de mercado” de la empresa.

$$\text{Ratio Book - to - Market} = \frac{\text{Valor de los libros}}{\text{Valor de mercado}} \quad (2.2)$$

Por un lado, el valor de los libros se calcula atendiendo al valor contable de la empresa. Es decir, se utilizará el valor de los fondos propios de la empresa, dado que lo que se va a analizar es el rendimiento de las acciones.

$$\text{Fondos Propios} = \text{ATN} - \text{PT} - \text{ACV} - \text{S} \quad (2.3)$$

¹ Fama y French (1993) argumentan que dicho desfase de al menos 6 meses es una medida conservadora para asegurarse que los rendimientos de las acciones, que se pretenden explicar, ya consideren los valores contables, que generalmente tardan entre tres y seis meses después del cierre de año para hacerse información pública.

Donde:

- ATN: Activo Total Neto
- PT: Pasivo Total
- ACV: Ajustes por Cambio de Valor
- S: Subvenciones

Por otro lado, el valor de mercado se encuentra determinado por las bolsas de valores a través de su capitalización bursátil (ver expresión 2.4). Esta expresión se valorará a fecha de cierre del ejercicio anterior al mes de junio en el que se hace la clasificación.

$$\text{Capitalización bursátil} = \text{Valor de Cotización} \times \text{número de acciones} \quad (2.4)$$

El ratio *book-to-market* se interpreta como un indicador de las expectativas del mercado respecto al futuro de la empresa. Además, según Laínez Gadea y Cuéllar Fernández (2002: 361-394), discrimina entre empresas para las que se espera una rentabilidad relativamente superior o inferior de sus inversiones en el futuro, y, por tanto, diferenciar entre empresas con un mayor o menor potencial de crecimiento.

Fama y French (1993) entienden, al igual que Rubio (2004), que se trata de una variable relevante dado que aquellas empresas que tienen un mayor ratio tienden a tener menores beneficios sobre los activos y viceversa.

Además, no se utilizaron en este análisis empresas con *book-to-market* negativo, por lo que no se incluirían en los grupos. Asimismo, se excluyeron también los ADR², los REIT³ y las entidades no lucrativas.

Como se puede observar, el factor tamaño divide a las empresas en dos grupos, mientras que el factor *book-to-market* divide a las empresas en tres grupos. Este hecho se debe a que Fama y French (1992) demostraron que el ratio *book-to-market* tiene un papel más importante que el tamaño a la hora de explicar los rendimientos medios de las acciones.

² **ADR** (sigla en inglés de American Depositary Receipt) es un título físico que respalda el depósito en un banco estadounidense de acciones de compañías cuyas sociedades fueron constituidas fuera de aquel país, de manera de poder transar las acciones de la compañía como si fueran cualquiera otra de ese mercado.

³ Las sociedades REIT (Real Estate Investment Trust) son empresas que se dedican a invertir en el mercado inmobiliario y que, al mismo tiempo, cotizan en Bolsa.

Con todo ello, en junio de cada año, de la combinación de los grupos anteriores, surgen 6 carteras que estarían compuestas por las siguientes acciones en proporción a su capitalización bursátil:

- S/L: acciones de tamaño pequeño y ratio book-to-market bajo.
- S/M: acciones de tamaño pequeño y ratio book-to-market medio.
- S/H: acciones de tamaño pequeño y ratio book-to-market alto.
- B/L: acciones de tamaño grande y ratio book-to-market bajo.
- B/M: acciones de tamaño grande y ratio book-to-market medio.
- B/H: acciones de tamaño grande y ratio book-to-market alto.

Es necesario destacar que cada año en el mes de junio cambia la composición de las carteras y sólo se mantiene hasta junio del año siguiente. Una vez definidas las carteras en junio de cada año, se calculan sus rendimientos mensuales desde julio de cada año hasta junio del año siguiente como suma ponderada de los rendimientos de los activos que la forman.

$$R_{pt} = \sum_{i=1}^n w_{ij} \times R_{it} \quad (2.5)$$

Donde:

- R_{pt} : rentabilidad del activo i en el mes m
- w_{ij} : peso del activo i en la cartera p durante el año j
- R_{it} : rentabilidad de la cartera p en el mes m

2.2. Variables explicativas

2.2.1. Tamaño

El factor tamaño se muestra representado en el análisis de Fama y French (1993) en la cartera SMB. Estas siglas se corresponden a las palabras *Small Minus Big* (Pequeño Menos Grande). Su rentabilidad mensual se calcula como la diferencia entre la rentabilidad mensual media de las tres carteras de acciones de tamaño pequeño (esto es, S/L, S/M y S/H) y la rentabilidad mensual media de las tres carteras de acciones de tamaño grande (esto es, B/L, B/M y B/H).

$$SMB = \frac{1}{3}(SL + SM + SH) - \frac{1}{3}(BL + BM + BH) \quad (2.6)$$

2.2.2. Ratio *book-to-market*

El factor referido al ratio *book-to-market* se muestra representado en el análisis de Fama y French (1993) en la cartera HML. Estas siglas se corresponden con las palabras *High Minus Low* (Alto Menos Bajo). Su rentabilidad mensual es la diferencia mensual entre la media de las rentabilidades mensuales de las carteras de alto ratio *book-to-market* (es decir, S/H y B/H) y la media de las rentabilidades mensuales de bajo ratio *book-to-market* (es decir, S/L y B/L).

$$HML = \frac{1}{2}(SH + BH) - \frac{1}{2}(SL + BL) \quad (2.7)$$

Por otro lado, la correlación entre las variables independientes entre 1963 y 1991, años en los que se basó el estudio de Fama y French (1993), para los factores tamaño y ratio *book-to-market* es solamente de 0,08. Al no haber correlación entre las variables explicativas, no existiría multicolinealidad.

2.2.3. Exceso de rendimiento de la cartera de mercado

Fama y French (1993) consideran como tercer factor explicativo de los rendimientos de las acciones el exceso de rendimiento de mercado sobre el activo libre de riesgo, es decir RM-RF, siendo RM el rendimiento mensual de la cartera que contiene todas las acciones del mercado en proporción a su capitalización bursátil, incluyendo aquellas acciones que habíamos descartado anteriormente, y RF, la rentabilidad mensual de las Letras del Tesoro (Fama y French, 1993:10).

2.3. Los rendimientos a explicar

Para aplicar el modelo sobre el exceso de rendimiento de las acciones en relación al activo libre de riesgo, Fama y French (1993) utilizan 25 carteras desde julio de 1963 a diciembre de 1991 formadas según el tamaño y el ratio *book-to-market* de las acciones de la muestra. Las carteras se formaron con este criterio para comprobar si las carteras de réplica SMB y HML recogían adecuadamente el efecto del factor tamaño y ratio *book-to-market*, respectivamente, sobre el valor de las acciones.

Estas 25 carteras se forman con un procedimiento muy similar al seguido con las seis carteras tratadas previamente. En junio de cada año se clasifican las

acciones de NYSE en 25 carteras utilizando quintiles para el tamaño y el ratio *book-to-market*. Para el factor tamaño, se utiliza el valor de mercado de finales de junio del año, mientras que, para el ratio *book-to-market*, se utiliza el valor de mercado y el valor en libros a fecha de cierre del ejercicio anterior. De las 25 carteras resultantes, se calculan los rendimientos mensuales desde julio de ese año hasta junio del año siguiente.

2.4. Modelo

El exceso de rentabilidad de las 25 carteras se representa mediante un modelo lineal donde intervienen 3 factores comunes. De forma que la regresión sería:

$$R_{pt} - RF_t = \alpha_p + \beta_p \times (RM_t - RF_t) + b_{S_p} \times (SMB_t) + b_{V_p} \times (HML)_t + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

Donde:

- R_{pt} : rendimiento de la cartera p en el mes t .
- RF_t : rentabilidad del activo libre de riesgo en el mes t .
- α_p : exceso de rendimiento de la cartera p .
- β_p : sensibilidad de la rentabilidad de la cartera p a cambios en el exceso de rentabilidad de la prima de mercado.
- b_{S_p} : sensibilidad de la rentabilidad de la cartera p a cambios en la prima por tamaño.
- b_{V_p} : sensibilidad de la rentabilidad de la cartera p a cambios en la prima por ratio book-to-market.
- ε_t : ruido aleatorio de la cartera p en el mes t .

El modelo de Fama y French para la estimación de carteras que los autores aplicaron al mercado norteamericano se ha venido aplicando en la literatura también a la estimación de rentabilidades de carteras en otros mercados, como por ejemplo al mercado peruano (López Vera, 2015). Aparte de su aplicación a los mercados, este modelo no se ha limitado a la estimación de rendimientos esperados de carteras, sino también se ha aplicado a la estimación de activos individuales (Miralles Marcelo, 2003).

3. APLICACIÓN DEL MODELO DE TRES FACTORES DE FAMA Y FRENCH A LAS ACCIONES DEL IBEX 35

El objeto de este trabajo es aplicar el Modelo Multifactorial de Fama y French de 1993 a las acciones del IBEX 35 y comprobar que este modelo es capaz de explicar los rendimientos esperados de las acciones de las empresas que componen este índice bursátil. Para ello, se van a seguir los mismos pasos del modelo que se acaba de exponer con anterioridad. Si bien es necesario matizar determinadas cuestiones que esta casuística concreta requiere.

3.1. Muestra

Aunque Fama y French (1993) llevaron a cabo un análisis de 29 años, en el presente trabajo se tomarán datos de la rentabilidad mensual de las acciones de las empresas del IBEX 35 durante los años 2012 a 2017. De esta manera, contamos con 60 observaciones que comienzan en julio de 2012 hasta junio de 2017. Por tanto, al igual que en Fama y French (1993), la periodicidad de las rentabilidades es mensual. Además, es necesario precisar que tres de las 35 empresas que cotizan en el IBEX 35 en el año 2017 han sido excluidas de la muestra ya que su salida a Bolsa fue posterior a 2012 y no existen observaciones de la serie completa. Estas tres empresas son Aena, Cellnex Telecom y Merlin Properties. Así pues, se analizará el exceso de rentabilidad solo de las 32 que forman parte del IBEX 35 durante toda nuestra serie histórica (Anexo I).

3.2. Datos

3.2.1. Tamaño

Como se ha comentado en el epígrafe anterior, Fama y French (1993) miden el tamaño de las empresas a través de su capitalización bursátil. Se debe resaltar aquí que en nuestra muestra los datos de la capitalización bursátil corresponden al mes de junio de los años 2012 a 2016.

Los datos, tanto de la cotización como del número de las acciones, han sido obtenidos de la base de datos *Orbis*⁴.

3.2.2. Ratio *book-to-market*

El ratio *book-to-market* se evalúa igual que lo hacen Fama y French (1993) al final del ejercicio económico anterior a junio del año en que se calcula el tamaño. En España se corresponde con el 31 de diciembre y se aplicarán los datos de los años 2011 hasta 2016. Se puede ver que el período de la muestra difiere de la mencionada previamente. Esto se debe al desfase que Fama y French (1993) aplican para que los rendimientos de las acciones ya consideren los valores contables. Los datos, en este caso, tanto del valor contable como de la capitalización bursátil han sido obtenidos también de la base de datos *Orbis*.

3.2.3. Rentabilidad de mercado

En nuestra aplicación se considerará que el IBEX 35 se corresponde con la cartera de mercado. Como en las bases de datos de las que disponemos no existe información sobre la rentabilidad del IBEX 35 con dividendos, la rentabilidad mensual del IBEX 35 se calculará como la plusvalía de cada período dividido entre la cotización al principio de cada período mensual.

$$R_{Mt} = \frac{P_{Mt} - P_{Mt-1}}{P_{Mt-1}} \quad t = 1, 2 \dots 60 \quad (3.1)$$

Donde:

- R_{Mt} : rentabilidad de la cartera de mercado
- P_{Mt} : cotización del IBEX 35 al final del mes t
- P_{Mt-1} : cotización del IBEX 35 al final del mes t-1

Los datos relativos a las cotizaciones del IBEX 35 se han recogido de Invertia⁵.

⁴ Orbis es una base de datos que contiene información económica y financiera de más de 200 millones de compañías a nivel mundial, combinando la información de fuentes legislativas con otras fuentes.

⁵ Invertia es el portal de finanzas de Terra Networks, S.A. En este portal se puede encontrar información y análisis sobre los principales mercados mundiales.

3.2.4. Rentabilidad del activo sin riesgo

Como activo libre de riesgo utilizamos las Letras del Tesoro español a un año. La elección de las Letras del Tesoro español como activo libre de riesgo se justifica por el hecho de que la gran mayoría de las empresas que operan en el IBEX 35 tienen una presencia fuerte en el mercado español.

Los datos relativos a la rentabilidad del activo sin riesgo se han obtenido del portal del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, concretamente, en el área de “Tesoro Público”⁶.

Como las rentabilidades que se publican en este portal son anuales, se ha obtenido la tasa mensual equivalente, I_{12} , a través de la siguiente relación:

$$(1 + I_1) = (1 + I_{12})^{12} \quad (3.2)$$

3.2.5. Rentabilidad de las acciones

Ante la imposibilidad de incluir los dividendos a la hora de calcular la rentabilidad de la cartera de mercado, como se ha explicado antes, para calcular la rentabilidad de las acciones de las empresas del IBEX 35 tampoco se han incluido. Por lo tanto, se utilizará la siguiente fórmula para calcular la rentabilidad de las acciones:

$$R_{it} = \frac{P_{it} - P_{it-1}}{P_{it-1}} \quad t = 1, 2 \dots 60 \quad (3.3)$$

Donde:

- R_{it} : rentabilidad de las acciones de la empresa i
- P_{it} : cotización de una acción de la empresa i al final del mes t
- P_{it-1} : cotización de una acción de la empresa i al final del mes $t-1$

Los datos relativos a la rentabilidad de mercado se han recogido de Invertia.

⁶ En este portal se puede encontrar información y análisis sobre los valores del Tesoro, descripciones del mercado español de Deuda Pública, los conceptos y tratamientos de los diferentes productos y su tratamiento fiscal, así como los calendarios y resultados de las subastas de Deuda Pública que se llevan a cabo por el Estado español.

3.3. Construcción de las carteras basadas en el factor tamaño y en el ratio *book-to-market*

Las carteras definidas en el apartado 2.1 utilizando el factor tamaño y el factor ratio *book-to-market* de la empresa se construyen en junio de cada año teniendo en cuenta los siguientes factores:

- a) El factor tamaño: atendiendo a la capitalización bursátil de la empresa en el mes de junio se clasifican las 32 empresas seleccionadas del IBEX 35 en dos grupos: empresas pequeñas (S) y empresas grandes (B), utilizando como punto de corte el 50%.
- b) El factor *book-to-market*: atendiendo al valor del ratio *book-to-market* a finales de diciembre del año anterior las 32 empresas de la muestra se clasifican en tres grupos: bajo (L), medio (M) y alto (H), teniendo los puntos de corte en los percentiles 30 y 70.

De resultas de combinar anualmente los dos criterios de clasificación anteriores tenemos 6 carteras: S/L, S/M, S/H, B/L, B/M y B/H.

La tabla 3.1 recoge el número de empresas que forman cada cartera cada año de la muestra, que va desde junio de un año hasta julio del año siguiente y en el Anexo II se recoge la clasificación de empresas de cada año según su capitalización de mercado y su ratio *book-to-market*.

Tabla 3.1. Número de empresas de cada cartera

Año	S/L	S/M	S/H	B/L	B/M	B/H	Total
Jun-2012	6	3	7	4	9	3	32
Jun-2013	7	4	5	3	8	5	32
Jun-2014	7	7	2	3	5	8	32
Jun-2015	6	7	3	4	5	7	32
Jun-2016	6	6	4	4	6	6	32
Media	6,4	5,4	4,2	3,6	6,6	5,8	

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro se puede observar que no todos los años existen en cada cartera el mismo número ni las mismas empresas. Esto se debe a que su capitalización de mercado y ratio *book-to-market* va variando a lo largo del tiempo. Por lo tanto, se puede decir que las carteras solo se mantienen por un año. Cuando finalice el año, se volverán a reasignar las empresas dependiendo de los nuevos puntos de corte.

En la tabla 3.1 se aprecia que las empresas pequeñas tienden a ser en media empresas de crecimiento, dado que existe una diferencia de 2,2 de aquellas que tienen un *book-to-market* bajo con aquellas que lo tienen alto. Por el contrario, en las empresas grandes, existe una diferencia de 2,2 en la media de aquellas que tienen una *book-to-market* alto y las que lo tienen bajo, por lo que parece que tienden a ser empresas valor.

Calculamos las rentabilidades de cada una de estas carteras, aplicando la expresión 2.5, como la suma ponderada de las rentabilidades de los activos que la forman, siendo el coeficiente de ponderación la proporción de la capitalización bursátil del activo sobre la capitalización bursátil de la cartera en el mes de junio de cada año. Los rendimientos se recogen en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Rentabilidad esperada y riesgo (desviación típica) de las carteras formadas

		H	M	L
S	Media (Desviación típica)	1,10% (8,68%)	2,05% (5,11%)	2,03% (3,71%)
B	Media (Desviación típica)	1,33% (7,30%)	1,76% (5,40%)	1,32% (4,15%)

Fuente: elaboración propia

Fama y French (1993) encuentran que las empresas pequeñas son más rentables que las grandes. En nuestra muestra, esto se verifica en todas las carteras excepto en aquellas cuyas empresas tienen el *book-to-market* alto, es decir, la cartera S/H tiene una rentabilidad media menor que la cartera B/H.

Por otro lado, Fama y French (1993) encontraron que las empresas con alto ratio *book-to-market* son más rentables que las que lo tienen bajo. En nuestra muestra lo cumplen aunque con una diferencia muy pequeña, las carteras que contienen empresas grandes. Sin embargo, en las empresas S aquellas con el ratio *book-to-market* bajo tienen más rentabilidad que las que tienen el ratio alto.

En relación al riesgo medido en desviación estándar de la rentabilidad, en la tabla 3.2 también se puede observar que las carteras que tienen un ratio *book-to-market* alto tienen en promedio más riesgo que las carteras con empresas de ratio *book-to-market* bajo.

La tabla 3.3 recoge el tamaño y el ratio *book-to-market* medios de las carteras que se ha formado. En ella se puede observar que:

Dentro de las carteras con empresas pequeñas, las empresas con alto *book-to-market* (S/H) son más grandes que las de ratio *book-to-market* bajo (S/L). Por el contrario, dentro de las carteras con empresas grandes, las empresas con alto *book-to-market* (B/H) son más pequeñas que las de ratio *book-to-market* bajo (B/L).

Por otro lado, tanto en las carteras con empresas de *book-to-market* bajo como alto, las empresas pequeñas (S/L, S/H) tienen un ratio más grande (un 20%) que las empresas grandes (B/L, B/H).

En conclusión, se puede observar que, tanto en el tamaño como en el ratio *book-to-market* no existen diferencias destacables, lo que apunta a una correlación baja entre el factor tamaño y el factor *book-to-market*.

Tabla 3.3. Tamaño y ratio *book-to-market* medio de las carteras formadas

	L	M	H	L	M	H
	TAMAÑO			BOOK-TO-MARKET		
S	4.154.328.549	3.612.754.746	4.964.213.808	0,31058048	0,74977030	1,9778359
B	33.277.027.336	20.361.785.109	28.065.741.595	0,25867232	0,80973048	1,5383614

Fuente: elaboración propia.

3.4. Cálculo de las variables explicativas

Las variables explicativas se obtienen a partir de las definiciones del epígrafe 2 de la siguiente forma:

— SMB_t : la rentabilidad mensual de la cartera *Small Minus Big* se obtiene a partir de las rentabilidades de las carteras obtenidas en el apartado 3.3 con la expresión 2.6.

— HML_t : la de rentabilidad mensual de la cartera *High Minus Low* se obtiene a partir de las rentabilidades de las carteras obtenidas en el apartado 3.3 con la expresión 2.7

— $RM_t - RF_t$: el exceso de rentabilidad mensual de la cartera de mercado sobre el activo libre de riesgo se obtiene a partir de la diferencia de la rentabilidad mensual del IBEX 35 sobre el rendimiento de las Letras del Tesoro español.

En la tabla 3.4 se recogen las medias y desviaciones típicas de las variables explicativas. Se puede apreciar que la media del factor RM-RF es mayor que cero, lo que significa que el mercado ofrece una rentabilidad mayor que el activo libre de riesgo. Por otro lado, según Fama y French (1993), las empresas pequeñas tendrán una mayor rentabilidad que las grandes, lo que se corrobora en la tabla 3.4.

Sin embargo, los autores también consideran que las empresas de alto ratio *book-to-market* son más rentables que las que tienen bajo ratio. En la muestra ocurre lo contrario, dado que el valor que se obtiene en media es negativo. La representatividad de la media viene expresada a través de la desviación típica.

Tabla 3.4. Media y desviación típica de las variables explicativas

	Media	Desviación típica
RM-RF	0,68%	4,58%
SMB	0,26%	2,72%
HML	-0,46%	6,04%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3.5 se puede observar que la correlación existente entre los factores añadidos por Fama y French (HML y SMB) y el exceso de rendimiento del mercado sobre el activo libre de riesgo es significativa. Sin embargo, no ocurre lo mismo con la correlación entre las variables tamaño y ratio *book-to-market*. En nuestra muestra existe el problema de multicolinealidad posiblemente debido al reducido tamaño de nuestra muestra. Este problema econométrico podría solucionarse con un aumento de la muestra.

Tabla 3.5. Correlaciones entre las variables explicativas

		Rm-Rf	SMB	HML
Rm-Rf	Correlación Pearson (Sig. bilateral)	1		
SMB	Correlación de Pearson (Sig.bilateral)	-0,254* (0,050)	1	
HML	Correlación Pearson (Sig. bilateral)	0,519** (0,000)	0,212 (0,103)	1

Fuente: elaboración propia. *: La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral). **: La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

3.5. Cálculo de la variable dependiente

En este trabajo aplicamos el modelo, tanto a la estimación del rendimiento de los 32 activos individuales de nuestra muestra como a las 6 carteras formadas en el apartado 3.3. Por lo tanto, habrá dos variables dependientes:

- La diferencia mensual entre el rendimiento del activo i y la rentabilidad del activo libre de riesgo. De esta forma, habrá 32 regresiones, que corresponden a las rentabilidades esperadas de las acciones de cada una de las empresas del IBEX 35 que se quieren estimar.

$$R_{it} - RF_t = \alpha_i + \beta_i \times (RM_t - RF_t) + bs_i \times (SMB_t) + bv_i \times (HML_t) + \varepsilon_t$$

- La diferencia mensual entre el rendimiento de cada una de las carteras construidas y la rentabilidad del activo libre de riesgo.

$$R_{pt} - RF_t = \alpha_p + \beta_p \times (RM_t - RF_t) + bs_p \times (SMB_t) + bv_p \times (HML)_t + \varepsilon_t$$

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Tras la realización de las regresiones, se va a proceder a analizar las mismas a través de determinados parámetros:

- El coeficiente de determinación ajustado o R cuadrado ajustado mide el porcentaje de variación de la variable dependiente teniendo en cuenta el número de variables incluidas en el modelo (Gorgas García, Cardiel López, y Zamorano Calvo, 2011: 185-195).
- El estadístico F de Snedecor y su probabilidad asociada (p-valor). Este estadístico hace referencia a la significación conjunta de las variables. De tal manera que si el valor crítico de F es menor que el valor del estadístico, las variables serían significativas conjuntamente. Por el contrario, si el valor crítico de F es mayor que el valor del estadístico, las variables no lo serían. Por lo tanto, si el p-valor es menor que el nivel de confianza, significaría que las variables serían conjuntamente significativas, y viceversa.
- El estadístico *t* y la probabilidad asociada (p-valor). El p-valor es una probabilidad de obtener un resultado al menos tan extremo como el que realmente se ha obtenido, suponiendo que la hipótesis nula es cierta. En este caso, si el p-valor es menor que el nivel de confianza, significaría que el factor es significativo para explicar la regresión (Novales, 1993)

4.1. Estimaciones de los rendimientos de los 32 activos individuales

El Anexo III recoge los resultados de cada una de las 32 regresiones que se han realizado.

En primer lugar, se puede apreciar que en un 68,75% de las empresas el R^2 ajustado es inferior a 0,50, lo que quiere decir que se mueve en valores algo bajos. Por tanto, en esos casos, la regresión no explicaría una parte considerable de los rendimientos esperados de las acciones. Este problema puede deberse al pequeño tamaño de la muestra.

La tabla 4.1 recoge las 10 cuya regresión tiene un R^2 ajustado por encima de 0,5.

Tabla. 4.1. Resultado de las regresiones con R² ajustado mayor que 0,5

Empresas	R2 ajustado	F (p-valor)	α (p-valor)	β_i (p-valor)	bs (p-valor)	bv (p-valor)
ACS	0,541901	24,264367*** (0,0000)	2,220113** (0,0304)	6,015535*** (0,0000)	-0,227840 (0,8206)	0,886894 (0,3789)
BBVA	0,767780	66,023099*** (0,0000)	2,670352*** (0,0098)	6,732989*** (0,0000)	-2,454109** (0,0172)	5,320612*** (0,0000)
CAIXABANK	0,652001	37,846860*** (0,0000)	2,690989*** (0,0093)	3,624645*** (0,0006)	0,227365 (0,8209)	5,749313*** (0,0000)
INDITEX	0,506543	21,188215*** (0,0000)	1,267331 (0,2102)	7,286166*** (0,0000)	0,771235 (0,4438)	-5,380119*** (0,0000)
MAPFRE	0,535722	23,692977*** (0,0000)	1,283955 (0,2044)	6,592868*** (0,0000)	0,539900 (0,5914)	-0,014533 (0,9884)
POPULAR	0,563040	26,341248*** (0,0000)	-2,086444** (0,0415)	3,359191*** (0,0014)	3,299478*** (0,0016)	3,811607*** (0,0003)
REPSOL	0,536511	23,765127*** (0,0000)	1,625925 (0,1095)	4,645327*** (0,0000)	-0,864067 (0,3912)	2,598227** (0,0119)
SABADELL	0,611349	31,935776*** (0,0000)	1,318083 (0,1928)	2,815968*** (0,0067)	0,955232 (0,3435)	5,620180*** (0,0000)
SANTANDER	0,846576	109,51863*** (0,0000)	3,550531*** (0,0007)	8,187834*** (0,0000)	-2,554324** (0,0133)	7,573437*** (0,0000)
TELEFONICA	0,559771	26,007028*** (0,0000)	0,940249 (0,3511)	6,149284*** (0,0000)	-0,904132 (0,3697)	0,770395 (0,4443)

Fuente: elaboración propia.

En segundo lugar, el p-valor del estadístico F indica que este es significativo en las 32 regresiones. Por lo tanto, las regresiones son significativas en su conjunto.

A continuación, se analizará la significación individual de las variables explicativas.

- α . Este coeficiente tiene que ser igual a cero, dado que si fuera distinto, significaría que existe una parte de los rendimientos que no están siendo explicados por los regresores. Por lo tanto, se busca que el regresor no sea significativamente distinto de cero. En el análisis, esto solamente ocurre en el 46,88% de las regresiones (con un nivel de significación del 10%), es decir, en 15 de las 32 empresas analizadas. De esas 15, 5 (Inditex, Mapfre, Repsol, Sabadell y Telefónica) aparecen en la tabla 4.1, por lo que el R² ajustado de la regresión de sus rendimientos es superior al 0,5. En el Anexo III, vemos que α tampoco es significativo para Abertis, Acciona, Acerinox, Arcelormittal, Bankia, Día, Grifols, IAG, Indra y Viscofan.

- RM-RF. Este regresor es significativo en el 93,75% de las regresiones que se han obtenido. Únicamente para Arcelormittal y Bankia no es significativo. Su coeficiente de regresión es siempre positivo, por lo que un aumento en la rentabilidad del mercado sobre el activo libre de riesgo genera una mayor rentabilidad esperada de las acciones. En 9 de las 30 regresiones en que es significativo (Tabla 4.2), la rentabilidad del mercado es el único factor que explica los rendimientos de las acciones estando 3 de ellas recogidas en la tabla 4.1, ACS, Mapfre y Telefónica. El resto son Acciona, ACS, Endesa, Gas Natural, Iberdrola, Indra y Meliá Hotels.

Tabla 4.2. Resultado de las regresiones donde RM-RF es el único factor significativo

Empresas	R2 ajustado	F (p-valor)	α_i (p-valor)	β_i (p-valor)	bs (p-valor)	bv (p-valor)
ACCIONA	0,257157	7,808202*** (0,0001)	1,327736 (0,1896)	3,446628*** (0,0010)	0,064591 (0,9487)	0,506766 (0,6143)
ACS	0,541901	24,26436*** (0,0000)	2,220113** (0,0304)	6,015535*** (0,0000)	-0,227840 (0,8206)	0,886894 (0,3789)
ENDESA	0,288153	8,960986*** (0,0000)	3,682320*** (0,0005)	3,902996*** (0,0002)	-0,457560 (0,6490)	-0,079837 (0,9366)
GAS NATURAL	0,317124	10,13310*** (0,0000)	2,562060** (0,0131)	4,003532*** (0,0001)	-0,914769 (0,3642)	-0,089834 (0,9287)
IBERDROLA	0,371022	12,60096*** (0,0000)	2,873537* (0,0057)	4,294273*** (0,0000)	-1,198921 (0,2356)	0,124708 (0,9012)
INDRA	0,163273	4,837603*** (0,0046)	1,088403 (0,2810)	3,040432*** (0,0035)	0,247386 (0,8055)	-0,122720 (0,9027)
MAPFRE	0,535722	23,69297*** (0,0000)	1,283955 (0,2044)	6,592868*** (0,0000)	0,539900 (0,5914)	-0,014533 (0,9884)
MELIA HOTELS INTL	0,355255	11,83633*** (0,0000)	1,874683* (0,0660)	4,880678*** (0,0000)	1,657222 (0,1030)	-0,248911 (0,8043)
TELEFONICA	0,559771	26,00702*** (0,0000)	0,940249 (0,3511)	6,149284*** (0,0000)	-0,904132 (0,3697)	0,770395 (0,4443)

Fuente: elaboración propia.

- SMB. En ningún caso este factor resulta significativo por sí solo para explicar los rendimientos de las acciones y en otros 5 casos –Abertis, Acerinox, Día, Mediaset, REE- lo es junto con el exceso de rentabilidad del

mercado sobre el activo sin riesgo. Ninguna de estas 5 regresiones están recogidas en la tabla 4.1, por lo que tienen un R^2 ajustado inferior a 0,5 (Tabla 4.3). En las regresiones de la tabla 4.3, el coeficiente del factor tamaño es siempre positivo, por lo que las empresas pequeñas tienen rentabilidades esperadas más altas, tal y como apuntaban Fama y French en su análisis.

Tabla 4.3. Resultado de las regresiones donde RM-RF y SML son factores significativos

Empresas	R2 ajustado	F (p-valor)	α_i (p-valor)	β_i (p-valor)	bs (p-valor)	bv (p-valor)
ABERTIS	0,393875	13,7798*** (0,0000)	1,295321 (0,2005)	5,74231*** (0,0000)	1,717681* (0,0913)	-1,195626 (0,2368)
ACERINOX	0,277582	8,55670*** (0,0000)	0,707134 (0,4824)	4,29968*** (0,0000)	2,276098** (0,0266)	-0,630829 (0,5307)
DIA	0,291254	9,08185*** (0,0000)	0,547310 (0,5863)	4,87492*** (0,0000)	2,197810** (0,032)	-1,523217 (0,1333)
MEDIASET	0,279264	8,62025*** (0,0000)	2,79627*** (0,0070)	3,76743*** (0,0003)	1,896442* (0,0630)	0,310940 (0,7570)
REE	0,330444	10,7060*** (0,0000)	3,11951*** (0,0028)	4,94982*** (0,0000)	2,74875*** (0,0080)	-1,030945 (0,3069)

Fuente: elaboración propia.

- HML. Este factor es significativo por sí solo para explicar los rendimientos de Arcelormittal. En el caso de Bankia es significativo junto con el factor tamaño. En todas ellas, los coeficientes de regresión del tamaño y del ratio *book-to-market* son positivos.

Además, en otros 13 casos HML es significativo junto con el exceso de rentabilidad de mercado sobre el activo sin riesgo. De estas 13 regresiones, 6 –BBVA, Caixabank, Inditex, Repsol, Sabadell y Santander- están en la tabla 4.1, por lo que tienen un R^2 ajustado por encima de 0,5. En ellas, el coeficiente correspondiente a este factor es siempre positivo excepto para Inditex. Por tanto, salvo para esta empresa, el factor *book-to-market* afecta positivamente a la rentabilidad de las acciones. En las 5 de las 7 regresiones restantes –Amadeus, Enagas, Ferrovial, IAG y Viscofan- el

coeficiente del factor HML es negativo, mientras que para Bankinter y Técnicas Reunidas toma valores positivos.

Por último, en la tabla 4.4 también se aprecia que el factor tamaño se une a los otros dos factores para explicar los rendimientos de las acciones de 5 títulos. De ellos, 3 están recogidos en la tabla 4.1 y son BBVA, Banco Santander y Banco Popular. En los dos primeros casos el tamaño afecta negativamente a la rentabilidad de las acciones y en el último positivamente. Según Fama y French, las empresas pequeñas tienen rendimientos más altos mientras que las grandes los tienen más bajos, y es por eso que las empresas BBVA y Banco Santander (empresas grandes) tienen un coeficiente negativo y Banco Popular (empresa pequeña) lo tiene positivo.

Por su parte, el factor *book-to-market* siempre tiene influencia positiva en los rendimientos de los títulos. Si bien en estas tres regresiones con R^2 ajustado superior a 0,5, los tres factores son significativos, existe el problema de que el coeficiente α también lo es y en consecuencia, hay parte de los rendimientos de los títulos que no se explican por los 3 factores considerados. En la regresión de los rendimientos de Gamesa nos encontramos con el mismo problema. De hecho, únicamente en una de las 32 empresas analizadas, concretamente, Grifols, el coeficiente α no es significativo y los 3 factores sí lo son pero tienen un R^2 ajustado de 0,21.

Conviene realizar algunas precisiones en relación a las variables explicativas. En la mitad de las regresiones, dos de los tres factores son significativos, y en un 15'63% de las mismas son significativos los tres factores. Es preciso relacionar este hecho con la multicolinealidad. Sucede que conjuntamente las tres variables son significativas pero no lo son de forma independiente, lo que quiere decir que se está recogiendo a través de dos variables distintas el mismo efecto. Como se ha comentado previamente, la solución podría pasar por aumentar la muestra.

Tabla 4.4. Resultado de las regresiones con el factor HML significativo

Empresas	R2 ajustado	F (p-valor)	α_i (p-valor)	β_i (p-valor)	bs (p-valor)	bv (p-valor)
AMADEUS	0,189060	5,585017*** (0,0020)	1,952812* (0,0558)	3,705139*** (0,0004)	1,073828 (0,2875)	-3,413378*** (0,0011)
ARCELORMITTAL	0,224409	6,690351*** (0,0006)	-0,091431 (0,9274)	1,197395 (0,2361)	-1,524477 (0,1330)	2,507090** (0,0151)
BANKIA	0,354172	11,78519*** (0,0000)	-1,057236 (0,2949)	1,341849 (0,1850)	2,054307** (0,0446)	3,227260*** (0,0020)
BANKINTER	0,410240	14,68024*** (0,0000)	3,218674** (0,0021)	3,853438*** (0,0003)	1,440513 (0,1552)	1,898563* (0,0627)
BBVA	0,767780	66,02309*** (0,0000)	2,670352*** (0,0098)	6,732989*** (0,0000)	-2,454109** (0,0172)	5,320612*** (0,0000)
CAIXABANK	0,652001	37,84686*** (0,0000)	2,690989*** (0,0093)	3,624645*** (0,0006)	0,227365 (0,8209)	5,749313*** (0,0000)
ENAGAS	0,169937	5,026316*** (0,0037)	2,151308** (0,0357)	3,819185*** (0,0003)	1,199957 (0,2352)	-1,863181* (0,0676)
FERROVIAL	0,421215	15,31253*** (0,0000)	2,313224** (0,0244)	6,053046*** (0,0000)	-0,100238 (0,9205)	-3,125998** (0,0028)
GAMESA	0,237766	7,134698*** (0,0003)	2,641088** (0,0106)	4,617766*** (0,0000)	2,063011** (0,0437)	-2,594427** (0,0120)
GRIFOLS	0,209533	6,213140*** (0,0010)	0,525125 (0,6015)	3,300771*** (0,0016)	3,450594*** (0,0010)	-3,669258*** (0,0005)
IAG (IBERIA)	0,118566	3,645451*** (0,0179)	1,330863 (0,1886)	3,183513*** (0,0023)	0,859936 (0,3934)	-2,355942** (0,0220)
INDITEX	0,506543	21,18821*** (0,0000)	1,267331 (0,2102)	7,286166*** (0,0000)	0,771235 (0,4438)	-5,380119*** (0,0000)
POPULAR	0,563040	26,34124*** (0,0000)	-2,086444** (0,0415)	3,359191*** (0,0014)	3,299478*** (0,0016)	3,811607*** (0,0003)
REPSOL	0,536511	23,76512*** (0,0000)	1,625925 (0,1095)	4,645327*** (0,0000)	-0,864067 (0,3912)	2,598227** (0,0119)
SABADELL	0,611349	31,93577*** (0,0000)	1,318083 (0,1928)	2,815968*** (0,0067)	0,955232 (0,3435)	5,620180*** (0,0000)
SANTANDER	0,846576	109,5186*** (0,0000)	3,550531*** (0,0007)	8,187834*** (0,0000)	-2,554324** (0,0133)	7,573437*** (0,0000)
TECNICAS REUNIDAS	0,266708	8,153019*** (0,0001)	1,976090* (0,0530)	2,070919** (0,0429)	-0,717270 (0,4761)	2,242796** (0,0288)
VISCOFAN	0,162671	4,820721*** (0,0046)	0,825160 (0,4127)	2,286827** (0,0260)	1,010408 (0,3166)	-3,749954*** (0,0004)

Fuente : elaboración propia.

4.2. Las estimaciones de los rendimientos de las seis carteras

Tras realizar las regresiones sobre las carteras formadas clasificando los 32 títulos de la muestra según su tamaño y su *book-to-market*, se va a analizar su capacidad explicativa a través de los resultados recogidos en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Resumen de los resultados de las regresiones de cada cartera

Carteras	R ² ajustado	F(p-valor)	α (p-valor)	β_i (p-valor)	bs (p-valor)	bv (p-valor)
S/L	0,55586	25,6135*** (0,0000)	3,7566*** (0,0004)	8,3220*** (0,0000)	4,2819*** (0,0000)	-3,1068*** (0,0029)
S/M	0,51980	22,2886*** (0,0000)	2,3604** (0,0217)	7,4992*** (0,0000)	3,1948*** (0,0023)	-2,0045** (0,0498)
S/H	0,85911	120,9199*** (0,0000)	1,1425 (0,2580)	7,3129*** (0,0000)	7,1569*** (0,0000)	8,0428*** (0,0000)
B/L	0,62032	33,1317*** (0,0000)	1,4659 (0,1482)	9,3563*** (0,0000)	1,0006 (0,3213)	-5,3429*** (0,0000)
B/M	0,71605	50,5944*** (0,0000)	2,8880*** (0,0055)	9,1739*** (0,0000)	-0,7714 (0,4436)	0,2068 (0,8368)
B/H	0,86258	124,4428*** (0,0000)	3,4435*** (0,0010)	7,6371*** (0,0000)	-3,7576*** (0,0004)	9,0476*** (0,0000)

Fuente: elaboración propia. *: significativo en el nivel 0,10. **: significativo en el nivel 0,05. ***: significativo en el nivel 0,01

En primer lugar, y al contrario de lo que ocurre en las regresiones que se han realizado sobre los activos individuales, el R² ajustado es superior a 0,5 en todos los casos. En segundo lugar, en relación al estadístico F, se observa que es significativo en todas las regresiones, lo que indica que las variables son significativas en su conjunto.

En cuanto a los resultados de la regresión que se recogen en la tabla 4.5, podemos destacar los siguientes aspectos:

- α . Este coeficiente no sale significativo únicamente en las carteras S/H y B/L. Por lo tanto, en el resto de carteras existe una parte de los rendimientos que no está siendo explicada por los regresores
- RM-RF. Este regresor es significativo para todas de las regresiones que se han realizado. Su coeficiente de regresión es siempre positivo, por lo que un aumento en la rentabilidad del mercado sobre el activo libre de

riesgo genera una mayor rentabilidad esperada de las seis carteras analizadas. Es el único factor significativo que explica la rentabilidad esperada de la cartera B/M. En las demás regresiones resulta explicativo con al menos otro de los dos factores contemplados.

- HML. Este regresor no es significativo por sí solo en ninguna de las regresiones. Sin embargo, junto con el exceso de rentabilidad del mercado sobre el activo sin riesgo, son los únicos factores explicativos de la rentabilidad de la cartera B/L, dado que su α no es significativo. En este caso, el coeficiente de regresión de HML es negativo, lo cual significa que en la rentabilidad de las carteras grandes y de crecimiento, el aumento del *book-to-market* afecta negativamente a la rentabilidad.

En las restantes regresiones, este factor es significativo junto con los otros dos contemplados en nuestro análisis, teniendo un coeficiente negativo en 2 de ellas -S/L y S/M- y positivo en las 2 restantes -S/H y B/H. Por tanto, en las carteras de empresas valor, un aumento de *book-to-market* genera un incremento de rentabilidad esperada.

Estos resultados concuerdan con lo esperado, ya que Fama y French (1993) consideran que las empresas crecimiento tienen un recargo negativo con respecto a este factor, mientras que las empresas valor lo tienen positivo.

- SMB. Este regresor solo es significativo cuando los son los otros dos. En el caso de la cartera de empresas valor y de tamaño grande, su coeficiente de regresión toma un valor negativo. En las tres regresiones restantes, todas de empresas pequeñas, -S/L, S/M y S/H- toma valores positivos. Estos resultados son consistentes con Fama y French (1993) que consideran que las empresas grandes tienen un recargo negativo y las pequeñas positivo con respecto a este factor.

5. CONCLUSIONES

El propósito de este trabajo es realizar una estimación de los rendimientos esperados de las acciones de las empresas del IBEX 35 siguiendo el modelo de Fama y French de 1993 y analizar la capacidad explicativa de este modelo. Una vez expuesta la teoría y realizada la aplicación al mercado español, se pueden extraer las conclusiones que se detallan a continuación.

Fama y French (1993) propusieron un modelo novedoso para explicar los rendimientos esperados de activos financieros, considerando, además del exceso de rendimiento del mercado sobre el activo libre de riesgo, el factor tamaño y el factor *book-to-market* como variables explicativas del modelo. En este trabajo, se ha utilizado para estimar tanto los rendimientos esperados de cada empresa del IBEX 35, como los rendimientos esperados de las seis carteras construidas para la aplicación del modelo.

De la aplicación de este modelo a las acciones de las empresas del IBEX 35, resulta que el exceso de la rentabilidad de mercado sobre el activo sin riesgo es un factor relevante (es significativo en el 93,75% de las regresiones analizadas), al igual que ocurre en el CAPM. Sin embargo, los factores tamaño y ratio *book-to-market* no son tan relevantes. Sin embargo, se observa que en la mayoría de las regresiones, además del factor RM-RF, también son significativos el factor tamaño (en 16,67% de las regresiones), el factor *book-to-market* (en 30% de las regresiones) o ambos (en 16,67% de las regresiones). Por lo tanto, en un 63,33% de las regresiones es necesario añadir al menos un factor más (tamaño o ratio *book-to-market*) al exceso de rendimiento del mercado sobre el activo libre de riesgo para explicar los rendimientos esperados de activos individuales.

Estos resultados podrían haberse visto mejorados mediante un aumento de la muestra, dado que 60 observaciones pueden resultar escasas a la hora de aplicar el modelo y generar problemas de multicolinealidad. No obstante, los resultados evidencian el hecho de que solamente con el exceso de rendimiento del mercado sobre el activo libre de riesgo no puede explicarse la totalidad del rendimiento esperado de las acciones de las empresas del IBEX 35. Además, con un aumento de la muestra también se reducirían, posiblemente, las

correlaciones existentes entre la prima de riesgo de mercado con los dos nuevos factores.

Como resultado del análisis, se puede decir que el modelo no recoge la totalidad de los rendimientos esperados que se pretendían estimar en el mercado español.

Por otro lado, tras la aplicación del Modelo de Fama y French (1993) sobre las carteras construidas, las conclusiones obtenidas difieren de las que resultan de su aplicación a los activos individuales. El R^2 ajustado se encuentra en varias carteras muy por encima del 0,5, a diferencia de lo que ocurre en las regresiones aplicadas a las acciones de las empresas del IBEX 35. Por otro lado, el factor RM-RF, que era significativo en la gran mayoría de las regresiones para los activos individuales, ahora lo es en todas. Y además, en 4 de las 6 carteras son significativos los tres factores y en una lo es el factor RM-RF y el ratio *book-to-market*. Se puede decir, por tanto, que además del exceso de rendimiento del mercado sobre el activo libre de riesgo son necesarios los otros dos factores para explicar el rendimiento esperado de las carteras formadas por empresas del IBEX 35.

Como conclusión, se podría afirmar que la aplicación de este modelo encajaría mejor sobre carteras que sobre activos individuales en el mercado español.

6. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Amihud, Y., Christensen B. y Mendelson H. (1992): *Further Evidence on the Risk-Return Relationship*, 11. Graduate School of Business, Standford University.

Black, F., Jensen, M. C. y Scholes, M. (1972): *The capital asset pricing model: some empirical tests*.

Damodaran, A. (2004): *Applied Corporate Finance*. Editorial John Wiley & Sons.

Fama, E. F.; French, K. R. (1992). "The cross-section of expected stock returns", *Journal of Financial Economics*, 47(2), 427-465.

Fama, E. F.; French, K. R. (1993). "Common risk factors in the returns on stocks and bonds", *Journal of Financial Economics*, 33:3-56.

Gorgas García, J., Cardiel López, N. y Zamorano Calvo, J. (2011): *Estadística básica para estudiantes de ciencias*. Universidad Complutense.

Laínez Gadea, J. A. y Cuellar Fernández, B. (2002): "Factores determinantes del ratio book-to-market". *Revista española de financiación y contabilidad*, 31 (112):361-394.

López Vera, J. G. (2015): "El Modelo de Tres Factores de Fama & French: Aplicación en el Mercado de Valores Peruano". *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 210.

Mateo Carreras, M. y Soto Pacheco, G. M. (2016): "Factores determinantes de las primas de riesgo soberanas", *Tribuna de Economía (ICE)*, 889-890.

Miralles Marcelo, J. L. y Miralles Quirós, M.M. (2003): "Actividad negociadora y esperanza de rentabilidad en la bolsa de valores española". *Revista de Economía Financiera*, 1:15-36.

Miralles Marcelo, J. L., Miralles Quirós, M. M. y Miralles Quirós, J. L. (2007): "Modelos de valoración de activos financieros con riesgo asimétrico" *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 36 (136):791-807.

Novales Cinca, A. (1993): *Econometría*. Editorial McGraw-Hill, Madrid.

Rubio Fernández, F. (2004): *Modelo de tres factores en España*.

Vega Fernández, J. (2001): "Valoración de Empresas de la Nueva Economía", *Información Comercial Española. Nueva Economía y Empresa*, 791:101-113.

ANEXO I. Empresas que se han utilizado en el estudio

ABERTIS	BANKIA	ENDESA	INDITEX	REE
ACCIONA	BANKINTER	FERROVIAL	INDRA	REPSOL
ACERINOX	BBVA	GAMESA	MAPFRE	SABADELL
ACS	CAIXABANK	GAS NATURAL	MEDIASET	SANTANDER
AENA	CELLNEX TELECOM	GRIFOLS	MELIA HOTELS	TECNICAS REUNIDAS
AMADEUS	DIA	IAG (IBERIA)	MERLIN PROPERTIES	TELEFONICA
ARCELORMITTAL	ENAGAS	IBERDROLA	POPULAR	VISCOFAN

	Empresas excluidas (salieron a bolsa más tarde de 2012)
	Empresas incluidas en el análisis

Fuente: elaboración propia.

ANEXO II. Clasificación de las empresas según su capitalización de mercado y su ratio book-to-market

Año 2012

S/L	S/M	S/H	B/L	B/M	B/H
DÍA	ACERINOX	ACCIONA	INDITEX	ACS	CAIXABANK
TECNICAS REUNIDAS	MEDIASET	BANKINTER	AMADEUS	FERROVIAL	SANTANDER
VISCOFAN	GRIFOLS	SABADELL	ABERTIS	MAPFRE	ARCELORMITTAL
REE		MELIA	TELEFONICA	REPSOL	
ENAGAS		POPULAR		GAS NATURAL	
INDRA		GAMESA		ENDESA	
		BANKIA		IBERDROLA	
				BBVA	
				IAG	

Fuente: elaboración propia.

Año 2013

S/L	S/M	S/H	B/L	B/M	B/H
DIA	MEDIASET	SABADELL	INDITEX	ABERTIS	IBERDROLA
TECNICAS REUNIDAS	ACERINOX	ACCIONA	AMADEUS	FERROVIAL	REPSOL
VISCOFAN	IAG	BANKINTER	TELEFONICA	BANKIA	ENDESA
REE	MELIA	POPULAR		ACS	ARCELORMITTAL
ENAGAS		GAMESA		MAPFRE	CAIXABANK
GRIFOLS				GAS NATURAL	
INDRA				BBVA	
				SANTANDER	

Fuente: elaboración propia

Año 2014

S/L	S/M	S/H	B/L	B/M	B/H
DIA	GAMESA	SABADELL	AMADEUS	TELEFONICA	BBVA
TECNICAS REUNIDAS	INDRA	ACCIONA	INDITEX	FERROVIAL	SANTANDER
VISCOFAN	GRIFOLS		ABERTIS	ACS	ENDESA
REE	ACERINOX			GAS NATURAL	REPSOL
MEDIASET	MELIA			BANKIA	IBERDROLA
IAG	BANKINTER				CAIXABANK
ENAGAS	MAPFRE				ARCELORMITTAL
					POPULAR

Fuente: elaboración propia.

Año 2015

S/L	S/M	S/H	B/L	B/M	B/H
DIA	ACS	MAPFRE	AMADEUS	ENDESA	CAIXABANK
TECNICAS REUNIDAS	ACERINOX	ACCIONA	INDITEX	FERROVIAL	IBERDROLA
REE	BANKINTER	POPULAR	IAG	TELEFONICA	SANTANDER
MEDIASET	GAMESA		ABERTIS	GAS NATURAL	BBVA
VISCOFAN	INDRA			BANKIA	SABADELL
ENAGAS	GRIFOLS				REPSOL
	MELIA				ARCELORMITTAL

Fuente: elaboración propia.

Año 2016

S/L	S/M	S/H	B/L	B/M	B/H
DIA	ENAGAS	BANKIA	INDITEX	ABERTIS	IBERDROLA
TECNICAS REUNIDAS	MELIA	MAPFRE	AMADEUS	FERROVIAL	BBVA
INDRA	ACS	SABADELL	REE	ENDESA	CAIXABANK
VISCOFAN	BANKINTER	POPULAR	IAG	TELEFONICA	SANTANDER
MEDIASET	ACERINOX			GRIFOLS	REPSOL
GAMESA	ACCIONA			GAS NATURAL	ARCELORMITTAL

Fuente: elaboración propia.

ANEXO III. Tabla resumen de los resultados de las 32 regresiones

Empresas	R2 ajustado	F (p-valor)	α_i (p-valor)	β_i (p-valor)	bs (p-valor)	bv (p-valor)
ABERTIS	0,393875	13,779862*** (0,0000)	1,295321 (0,2005)	5,742311*** (0,0000)	1,717681* (0,0913)	-1,195626 (0,2368)
ACCIONA	0,257157	7,808202*** (0,0001)	1,327736 (0,1896)	3,446628*** (0,0010)	0,064591 (0,9487)	0,506766 (0,6143)
ACERINOX	0,277582	8,556707*** (0,0000)	0,707134 (0,4824)	4,299681*** (0,0000)	2,276098** (0,0266)	-0,630829 (0,5307)
ACS	0,541901	24,264367*** (0,0000)	2,220113** (0,0304)	6,015535*** (0,0000)	-0,227840 (0,8206)	0,886894 (0,3789)
AMADEUS	0,189060	5,585017*** (0,0020)	1,952812* (0,0558)	3,705139*** (0,0004)	1,073828 (0,2875)	-3,413378*** (0,0011)
ARCELORMITTAL	0,224409	6,690351*** (0,0006)	-0,091431 (0,9274)	1,197395 (0,2361)	-1,524477 (0,1330)	2,507090** (0,0151)
BANKIA	0,354172	11,785198*** (0,0000)	-1,057236 (0,2949)	1,341849 (0,1850)	2,054307** (0,0446)	3,227260*** (0,0020)
BANKINTER	0,410240	14,680242*** (0,0000)	3,218674** (0,0021)	3,853438*** (0,0003)	1,440513 (0,1552)	1,898563* (0,0627)
BBVA	0,767780	66,023099*** (0,0000)	2,670352*** (0,0098)	6,732989*** (0,0000)	-2,454109** (0,0172)	5,320612*** (0,0000)
CAIXABANK	0,652001	37,846860*** (0,0000)	2,690989*** (0,0093)	3,624645*** (0,0006)	0,227365 (0,8209)	5,749313*** (0,0000)
DIA	0,291254	9,081854*** (0,0000)	0,547310 (0,5863)	4,874923*** (0,0000)	2,197810** (0,0321)	-1,523217 (0,1333)
ENAGAS	0,169937	5,026316*** (0,0037)	2,151308** (0,0357)	3,819185*** (0,0003)	1,199957 (0,2352)	-1,863181* (0,0676)
ENDESA	0,288153	8,960986*** (0,0000)	3,682320*** (0,0005)	3,902996*** (0,0002)	-0,457560 (0,6490)	-0,079837 (0,9366)
FERROVIAL	0,421215	15,312537*** (0,0000)	2,313224** (0,0244)	6,053046*** (0,0000)	-0,100238 (0,9205)	-3,125998** (0,0028)
GAMESA	0,237766	7,134698*** (0,0003)	2,641088** (0,0106)	4,617766*** (0,0000)	2,063011** (0,0437)	-2,594427** (0,0120)
GAS NATURAL	0,317124	10,133107*** (0,0000)	2,562060** (0,0131)	4,003532*** (0,0001)	-0,914769 (0,3642)	-0,089834 (0,9287)

GRIFOLS	0,209533	6,213140*** (0,0010)	0,525125 (0,6015)	3,300771*** (0,0016)	3,450594*** (0,0010)	-3,669258*** (0,0005)
IAG (IBERIA)	0,118566	3,645451*** (0,0179)	1,330863 (0,1886)	3,183513*** (0,0023)	0,859936 (0,3934)	-2,355942** (0,0220)
IBERDROLA	0,371022	12,600966*** (0,0000)	2,873537* (0,0057)	4,294273*** (0,0000)	-1,198921 (0,2356)	0,124708 (0,9012)
INDITEX	0,506543	21,188215*** (0,0000)	1,267331 (0,2102)	7,286166*** (0,0000)	0,771235 (0,4438)	-5,380119*** (0,0000)
INDRA	0,163273	4,837603*** (0,0046)	1,088403 (0,2810)	3,040432*** (0,0035)	0,247386 (0,8055)	-0,122720 (0,9027)
MAPFRE	0,535722	23,692977*** (0,0000)	1,283955 (0,2044)	6,592868*** (0,0000)	0,539900 (0,5914)	-0,014533 (0,9884)
MEDIASET	0,279264	8,620259*** (0,0000)	2,796278*** (0,0070)	3,767431*** (0,0003)	1,896442* (0,0630)	0,310940 (0,7570)
MELIA HOTELS INTL	0,355255	11,836335*** (0,0000)	1,874683* (0,0660)	4,880678*** (0,0000)	1,657222 (0,1030)	-0,248911 (0,8043)
POPULAR	0,563040	26,341248*** (0,0000)	-2,086444** (0,0415)	3,359191*** (0,0014)	3,299478*** (0,0016)	3,811607*** (0,0003)
REE	0,330444	10,706024*** (0,0000)	3,119514*** (0,0028)	4,949824*** (0,0000)	2,748750*** (0,0080)	-1,030945 (0,3069)
REPSOL	0,536511	23,765127*** (0,0000)	1,625925 (0,1095)	4,645327*** (0,0000)	-0,864067 (0,3912)	2,598227** (0,0119)
SABADELL	0,611349	31,935776*** (0,0000)	1,318083 (0,1928)	2,815968*** (0,0067)	0,955232 (0,3435)	5,620180*** (0,0000)
SANTANDER	0,846576	109,51863*** (0,0000)	3,550531*** (0,0007)	8,187834*** (0,0000)	-2,554324** (0,0133)	7,573437*** (0,0000)
TECNICAS REUNIDAS	0,266708	8,153019*** (0,0001)	1,976090* (0,0530)	2,070919** (0,0429)	-0,717270 (0,4761)	2,242796** (0,0288)
TELEFONICA	0,559771	26,007028*** (0,0000)	0,940249 (0,3511)	6,149284*** (0,0000)	-0,904132 (0,3697)	0,770395 (0,4443)
VISCOFAN	0,162671	4,820721*** (0,0046)	0,825160 (0,4127)	2,286827** (0,0260)	1,010408 (0,3166)	-3,749954*** (0,0004)

Fuente: elaboración propia. *: significativo en el nivel 0,10. **: significativo en el nivel 0,05. ***: significativo en el nivel 0,01