

## **EFFECTOS MACROECONÓMICOS EN LA VOLATILIDAD DEL IBEX 35**

### *Resumen*

*En este trabajo se intentará establecer una relación entre la volatilidad diaria de un índice, el IBEX 35 español, y posibles anuncios macroeconómicos. Para ello se desarrollarán tres métodos, dos de ellos derivados del primero, el método ARCH creado por Robert Engle en 1982, los otros dos métodos aplicados son el modelo GARCH Bollerslev (1986) y el modelo EGARCH Nelson (1991). Con el uso del programa Eviews y por el método de mínimo AIC y SIC se elige el modelo EGARCH como más óptimo para nuestra estimación. Con la estimación hecha se realiza una búsqueda por varias hemerotecas para definir si los picos de volatilidad son consecuencia de hechos macroeconómicos concretos o no. Con el estudio se ve reflejado otro concepto, la aversión al riesgo de los inversores para explicar periodos volátiles largos.*

*Palabras Clave: IBEX 35, volatilidad, ARCH, GARCH, EGARCH.*

**Oscar Alemany Ribes**

**Trabajo fin de máster**

## *1 INTRODUCCIÓN*

La correlación negativa entre rentabilidad y la volatilidad es un hecho bien establecido en las finanzas empíricas (Bekaert y Wu, 2000; Engle y Ng, 1993; Nelson, 1991 y sus referencias). Una explicación de este hecho empírico es el llamado efecto apalancamiento, según el cual una caída en el valor de un activo (rentabilidad negativa) aumenta el apalancamiento financiero; esto hace que haya mayor riesgo y por lo tanto aumenta su volatilidad.

Figlewski, en su artículo "Forecasting Volatility" (1997) define la volatilidad, "como el término se utiliza en la práctica, no se refiere a un solo parámetro, sino a un conjunto de conceptos relacionados. En un modelo de valoración de opciones, la volatilidad es la raíz cuadrada de la media varianza de la rentabilidad del activo subyacente en cada instante de la vida de las opciones. Un creador de mercado de opciones, por otro lado, puede utilizar el término para referirse a la variabilidad de retorno en el corto plazo inmediato. Pero la mayor parte del tiempo, cuando el creador de mercado utiliza el término volatilidad, en realidad se refiere a la volatilidad implícita. Por el contrario, un gestor de riesgos para una institución financiera puede calcular la volatilidad con el fin de estimar la distribución de probabilidad para el valor de la garantía de un prestatario al vencimiento de un préstamo, y de eso, la exposición de su empresa al riesgo de incumplimiento... "

Este trabajo pretende relacionar la volatilidad del IBEX35 con hechos macroeconómicos. Para ello se han cogido datos a cierre diario, del periodo enero 2000 a diciembre de 2012. Para el cálculo y representación de la volatilidad se utilizará el que más se ajuste entre tres modelos de la familia ARCH: el modelo ARCH Engle (1982), el modelo GARCH Bollerslev (1986) y el modelo EGARCH Nelson (1991). Para la elección del modelo se seguirá el criterio de mínimo AIC y SIC. Con los datos se realizará el cálculo de la volatilidad y se representará gráficamente, una vez realizado el gráfico se va a proceder a realizar una búsqueda por diversas hemerotecas para concretar si ha habido algún hecho macroeconómico que haya provocado los picos de volatilidad.

Respecto a los modelos utilizados, el modelo ARCH fue creado por Robert Engle (1982) para comprobar la hipótesis de Milton Friedman (1977) según la cual el carácter impredecible de la inflación era una de las principales causas de los ciclos económicos. La hipótesis de Friedman decía que el problema no era el nivel de inflación por sí mismo, sino que la incertidumbre sobre los costes y los precios futuros era lo que desanimaba a los inversores y llevaba a una recesión, eso solo era posible si la incertidumbre cambiaba con el tiempo y Engle lo comprobó con un nuevo modelo que llamó ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). El primer programa ARCH se publicó en Engle (1982) y se refería a la inflación en el Reino Unido en su artículo “Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation”. Posteriormente, en 1986, Tim Bollerslev con su estudio “Generalized autorregressive conditional heteroscedasticity” generaliza el modelo para lograr un modelo auto regresivo de medias móviles, GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). La segunda gran generalización del modelo es el EGARCH o GARCH Exponencial de Daniel B. Nelson (1991) quien descubrió que los rendimientos negativos de los activos parecían más importantes que los positivos en la predicción de la volatilidad. Después de estas dos grandes generalizaciones otros investigadores han propuesto muchas generalizaciones adicionales como por ejemplo, AARCH, TARCH, SWARCH...

Este trabajo contará con varias secciones, en la siguiente sección, sección 2, aparece una revisión bibliográfica, en la sección 3 se desarrollara la formulación de los modelos para en la sección 4 realizar un análisis de resultados, posteriormente en la sección 5 aparecen las conclusiones y finalmente, en la última sección. la bibliografía.

## **2 REVISIÓN BIBLIGRÁFICA**

Existe una gran cantidad de estudios que relacionan los modelos de la familia ARCH para analizar la volatilidad en los distintos mercados financieros. Así, numerosos autores con modelos de la familia GARCH intentan modelar la volatilidad en el tiempo con el fin de poder realizar predicciones. Goyal (2000) centró su trabajo en un solo aspecto de los modelos GARCH, su capacidad para entregar un período por delante las previsiones de volatilidad, utilizando datos mensuales del CRSP (Center for Research in Security Prices) de julio de 1962 a diciembre de 1998, encontró que la serie volatilidad obtenida de los modelos GARCH es demasiado leve para capturar toda la variación de la volatilidad real. Liu y Morley (2009) en su trabajo investigan la adecuación de la modelización y previsión de una variedad de modelos de series temporales del índice bursátil Hang Seng (HSI), periodo 1988-2000, motivada por la creciente demanda de las predicciones de volatilidad precisas y la limitada disponibilidad del trabajo empírico hasta la fecha para Hong Kong, para ello utilizan el modelo GARCH. Sus resultados no están en consonancia con los resultados anteriores de McMillan et al. (2000), donde los modelos de volatilidad histórica siempre han sido muy superiores a las previsiones en relación con los modelos de clase GARCH. Gökbulut y Pekkaya (2014) aplican modelos de volatilidad asimétrica y varios de simétrica como una medida para la especificación de volatilidad condicional de los rendimientos del mercado de valores, tipos de cambio y tasas de interés en el periodo de 2002 a 2014. Usando los modelos GARCH, TARCH, EGARCH, modelos Parch AGARCH, concluyendo que el uso de los modelos GARCH asimétricos al estimar y pronosticar series de tiempo financieras con alta frecuencia puede mejorar los resultados de los modelos. Los resultados del estudio mostraron que modelos GARCH asimétricos tuvieron un mejor desempeño en la predicción de la volatilidad de los activos financieros que el modelo clásico.

Otros autores comparan diferentes modelos de la familia ARCH para discutir cuál es el más óptimo para modelar la volatilidad. Berument y Kiyamaz (2001) investigan el efecto día de la semana del S&P500. Aplican varios métodos (OLS, GARCH y GARCH-M) para medir el efecto día y sacar sus resultados en base al método que más se ajuste, concluyendo que el método GARCH-M mejora en especificaciones a los otros aunque los resultados son similares. Sus resultados empíricos hablan sobre posibles razones de

las diferencias en la volatilidad diaria, por ejemplo dicen que alta incertidumbre el viernes puede ser por la tendencia a malas noticias durante el fin de semana y por otro lado, la menor volatilidad el miércoles puede deberse a que a mitad de la semana los inversores tienen el conjunto de información de los últimos dos días y pronostican para los próximos dos y tiene más tiempo para reaccionar a la información del mercado. Awartani y Corradi (2005) evalúan la relación de capacidad predictiva de la muestra de diferentes modelos GARCH, en varios horizontes. Prestando especial atención con el contenido predictivo del componente asimétrico, utilizando datos del S&P 500 de enero de 1990 a septiembre de 2001. Demuestran que el uso del cuadrado en la volatilidad asegura una clasificación correcta de los modelos en términos de una función de pérdida cuadrática. Y Srinivasan, (2011) realiza un intento de modelar y predecir la volatilidad del índice S&P 500, utilizando datos diarios del período de 01 de enero 1996 al 29 de enero de 2010. Los modelos de predicción que se consideran en este estudio son GARCH (1, 1) y GARCH más complejos (incluyendo EGARCH y TARARCH). En base a los pronósticos los resultados muestran que el modelo GARCH simétrico no es el mejor en la predicción de la volatilidad del S&P 500 que los modelos GARCH asimétricos.

Existen trabajos donde, con modelos GARCH, los autores realizan comparaciones entre distintos mercados e índices. El trabajo de Dajcman y Festic (2012) tiene como objetivo responder a las preguntas: ¿Hay correlación entre los mercados de valores europeos y el esloveno en el tiempo?; ¿Hay efectos de rentabilidad y volatilidad indirectos entre los mercados bursátiles europeos y esloveno?; ¿Qué efecto tuvieron las crisis financieras en el período comprendido entre abril 1997 hasta 05 2010 en el movimiento conjunto entre el mercado esloveno y los mercados de valores europeos? Estas preguntas se responden mediante la aplicación de un modelo DCC-GARCH de Engle y Sheppard (2001). Comparando el mercado esloveno con los índices de seis mercados europeos (Reino Unido, Alemania, Francia, el austríaco, el húngaro y el mercado de valores Checo) Como resultados se extrae que las correlaciones condicionales entre LJSEX y los índices bursátiles europeos fueron muy volátiles en el período observado; los co-movimientos entre el mercado esloveno y los mercados europeos en el período de tiempo observado, en general, ha aumentado, mientras que los movimientos conjuntos con los mercados de valores de Europa Central y Oriental no lo hicieron. Las crisis financieras, especialmente la crisis financiera mundial de 2007 a 2008, tuvieron un

importante impacto en el aumento de los movimientos conjuntos entre el mercado de valores esloveno y los mercados de valores europeos.

### **3 METODOLOGÍA**

En este apartado se desarrollarán, matemáticamente, los modelos ARCH, GARCH y EGARCH.

#### **Modelo ARCH(p)**

Si la variable aleatoria  $\{y_t\}_{t \in I}$  (donde  $I$ =conjunto discreto de índices), es muestreada de la función de densidad condicional  $f(y_t | \psi_{t-1})$ , el pronóstico del valor actual de la variable condicionado a la información pasada  $\psi_{t-1}$  es  $\mu_t = E(y_t | \psi_{t-1})$ . La media puede modelarse  $\mu_t = x_t\beta$ , donde:

- $x_t = (1, x_{t-1}, \dots, x_{t-k})$  es el vector de observaciones de las variables independientes
- $\beta' = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)$  es un vector de parámetros desconocidos.

La varianza condicional,  $\text{Var}(y_t | \psi_{t-1})$ , depende de la información pasada y esta dependencia puede modelarse mediante una función  $h_t = h(e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-p}, \alpha)$ , la cual se tiene en cuenta que la varianza es positiva y donde  $\alpha' = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_p)$  es un vector de parámetros desconocidos. Un proceso  $\{y_t\}_{t \in I}$  obedece al modelo en regresión autorregresivo condicionalmente heterocedástico de orden p, ARCH(p) (Engle 1982), si:

$$y_t | \psi_{t-1} \sim N(\mu_t, h_t)$$

$$\mu_t = x_t\beta$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1\epsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p\epsilon_{t-p}^2$$

$$\epsilon_t = y_t - x_t\beta$$

con  $\alpha_0 > \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, p$

Se deduce que  $e_t | \psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$  y si el proceso  $y_t | \psi_{t-1}$  tiene media  $\mu_t = 0, e_t = y_t$ .  
En este caso, el modelo puede expresarse como:

$$\epsilon_t | \psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \epsilon_{t-p}^2$$

El cual es el modelo ARCH(p) inicialmente propuesto por Engle.

### Modelo GARCH(p, q)

Sea  $\{y_t\}_{t \in T}$  un proceso estocástico donde  $T$  es un conjunto discreto de índices.

Sean

$$\beta' = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k) \quad y \quad \omega' = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_q, \gamma_1, \dots, \gamma_p)$$

vectores de parámetros para modelar la media y la varianza respectivamente,

- $z_t = (1, e^2_{t-1}, \dots, e^2_{t-q}, h_{t-1}, \dots, h_{t-p})$  el vector de variables para la varianza.
- $x_t = (1, x_{t1}, \dots, x_{tk})$  el vector de variables explicativas observadas en el tiempo  $t$ .

En este modelo,  $e_t = y_t - x_t \beta$  y  $\psi_{t-1}$  es la información disponible hasta el tiempo  $t - 1$ . El modelo GARCH(p, q) en regresión Bollerslev (1991) está dado por:

$$y_t | \psi_{t-1} \sim N(\mu_t, h_t)$$

$$\mu_t = x_t \beta$$

$$h_t = z_t \omega = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \gamma_i h_{t-i} \quad +$$

$$\epsilon_t = y_t - x_t\beta$$

donde  $p \geq 0$ ,  $q \geq 0$ ,  $\alpha_0 \geq 0$ ,  $\alpha_i \geq 0$ ,  $i = 1, \dots, q$  y  $\gamma_i \geq 0$   $i = 1, \dots, p$ .

Ahora la varianza condicional depende del cuadrado de los errores y de las varianzas condicionales retrasadas  $p$  períodos. Si  $p = 0$ , se tiene el proceso ARCH(q) en regresión.

### **Modelo EGARCH(p, q)**

Nelson (1991) propone el modelo EGARCH, para incluir el efecto asimétrico que tiene el cambio de los precios de un activo en su volatilidad. Modela el efecto de asimetría al considerar una función  $g$  de las innovaciones  $z_t$ . En términos matemáticos:

$$g(z_t) = \theta z_t + \lambda[|z_t| - E(|z_t|)]$$

donde  $\theta$  y  $\lambda$  son números reales. El efecto de asimetría puede verse claramente al expresar la función  $g$  por casos,

$$g(z_t) = \begin{cases} (\theta + \lambda)z_t - \lambda E(|z_t|) & \text{si } z_t \geq 0 \\ (\theta - \lambda)z_t - \lambda E(|z_t|) & \text{si } z_t < 0 \end{cases}$$

Esta definición de  $g$ , obedece un modelo en regresión exponencial generalizado condicionalmente heterocedástico de órdenes  $p$  y  $q$ , EGARCH(p, q), si satisface:



$$y_t | \psi_{t-1} \sim N(\mu_t, h_t)$$

$$\mu_t = x_t \beta$$

$$\ln(h_t) = \xi + \sum_{k=1}^{\infty} \psi_k g(\epsilon_{t-k})$$

$$\epsilon_t = y_t - x_t \beta$$

Donde:

- $x_t = (1, x_{t1}, \dots, x_{tk})$  es el vector de observaciones de las variables explicativas.
- $\beta' = (\beta_0, \dots, \beta_k)$  es un vector de parámetros desconocidos.
- $\xi$  es una constante
- los parámetros  $\psi_k$  para la varianza satisfacen la condición  $\sum_{k=1}^{\infty} |\psi_k| < \infty$ .

si la media es cero no se tiene el supuesto de normalidad y los errores se definen como  $e_t = z_t h_t^{1/2}$ , se tiene el modelo EGARCH propuesto inicialmente por Nelson (1991).

## **4 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DATOS**

En este apartado del trabajo se van a analizar los tres modelos propuestos, para la elección del más óptimo. Para elegir uno nos basaremos en los criterios de mínimo AIC (Akaike infi criterion) y mínimo SIC (Schwarz criterion) ya que son dos estadísticos que sirven para analizar la capacidad explicativa de un modelo. Además decir que los datos utilizados en este estudio son los del índice IBEX 35 desde enero de 2000 a diciembre de 2012, datos tomados al cierre diario.

Previamente a la valoración de los criterios se va a mostrar una serie de estadísticos para comprobar si los modelos utilizados son óptimos para la realización de este estudio o no. Los estadísticos son, los coeficientes de asimetría, kurtosis y Jarque-Bera, de los tres modelos con el fin de demostrar que la estimación cumple el requisito de no normalidad. Estos estadísticos se pueden observar en la siguiente tabla (tabla 1):

Tabla 1

	<b>ARCH (1)</b>	<b>GARCH (1,1)</b>	<b>EGARCH (1,1,1)</b>
<b>Asimetría</b>	-0,0657	-0,2574	-0,2238
<b>Kurtosis</b>	6,393	4,1848	3,734
<b>Jarque-Bera</b>	1582,699	228,988	101,469

Valores de los coeficientes. \*elaboración propia

La ausencia de Normalidad se puede demostrar a través de los estadísticos anteriores: la kurtosis es superior a la que corresponde a una distribución normal estándar de 3. El valor de la asimetría es levemente inferior al correspondiente valor de la distribución normal estándar de 0, indicando una cola izquierda mayor a lo normal. El estadístico Jarque-Bera alcanza unos valores muy altos, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis de normalidad.

Una vez demostrado que los tres modelos son óptimos para el estudio se va a proceder a comprobar cuál es el mejor para este trabajo. A continuación, se puede observar una tabla con los distintos modelos y sus valores de AIC y SIC:

Tabla 2

	<b>AIC</b>	<b>SIC</b>
<b>ARCH (1)</b>	-5,5287610	-5,5232040
<b>GARCH (1,1)</b>	-5,8118840	-5,8044750
<b>EGARCH (1,1,1)</b>	-5,855636	-5,846375

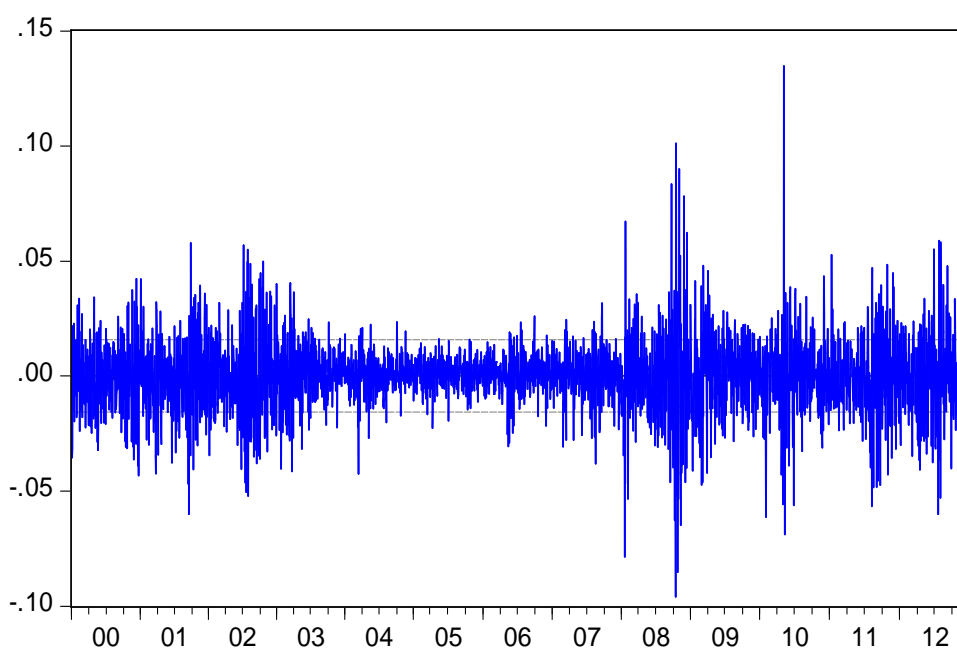
Valores AIC y SIC. \*elaboración propia

En la tabla anterior se observa que el modelo EGARCH (1,1,1) con unos valores de AIC y SIC de -5.855 y -5.463 es, siguiendo el criterio de elección establecido, el mejor modelo para realizar los cálculos de volatilidad. De los tres se observa que el que menos se ajustaría a nuestro criterio es al modelo ARCH.

Una vez elegido el modelo EGARCH (1,1,1) para continuar con este trabajo se va a elaborar con el programa Eviews un gráfico de la volatilidad del IBEX 35 del periodo enero del 2000 a diciembre del 2012. Y así poder observar los picos de volatilidad y buscando en hemerotecas ver si existe relación con hechos macroeconómicos, y en caso de ser así saber que hechos son los que afectaron al índice bursátil.

En el siguiente gráfico, gráfico 1, se observan todos los picos de volatilidad del periodo de estudio (2000-2012). Se observa un periodo de relativa tranquilidad entre principios de 2003 y mediados de 2007, este periodo se obviará del análisis. Siguiendo con el análisis del gráfico vemos un periodo donde en índice presentaba una gran volatilidad entre mediados de 2008 y principio de 2009. También se observan unos picos importantes a mediados de 2010.

Gráfico 1



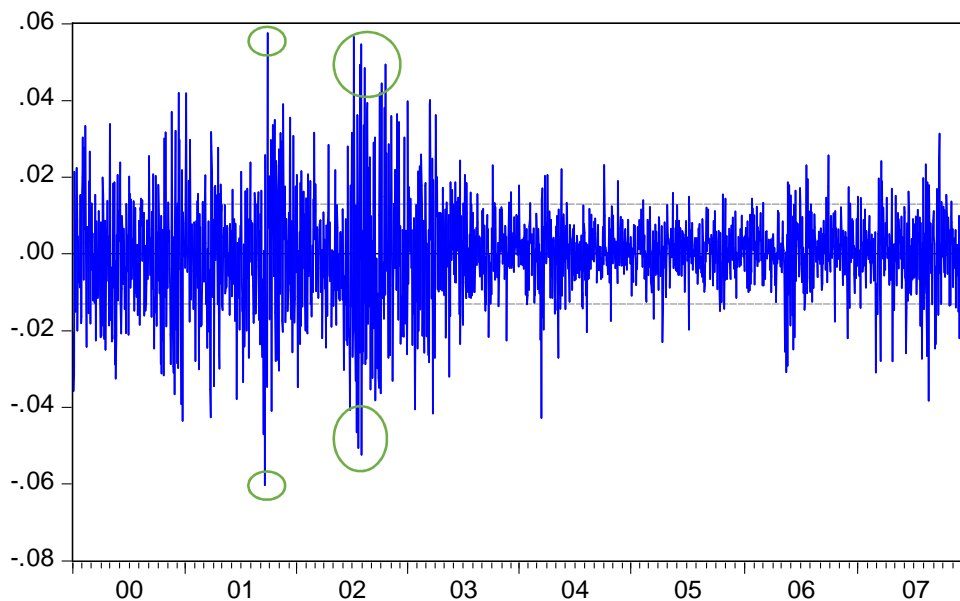
Volatilidad IBEX 35, periodo enero 2000 a diciembre 2012. Modelo EGRACH \*elaboración propia

Para poder observar mejor el gráfico lo dividiremos en dos partes uno anterior al 2008 y otro del periodo 2008 a 2012 para poder ver mejor el comportamiento del índice en la actual crisis.

El primer periodo que se va a nombrar es la etapa de 2000 a finales de 2002. Esta fue la época de los atentados del 11 de septiembre en Nueva York y en el Pentágono y de la crisis de Argentina (donde había grandes empresas del IBEX 35 con intereses en aquel país, BBVA, Repsol, Endesa, Santander y Telefónica, entre otras). Sobre la crisis del 11 de septiembre, y habiendo leído varios artículos y trabajos sobre esa época, solo se van mencionar solo situaciones económicas. Durante las dos semanas siguientes al atentado todas las bolsas sufrieron grandes caídas, sobre todo las americanas (por ejemplo el Dow Jones neoyorquino perdió más de un 14% en una semana), el IBEX35 sufrió caídas importantes de casi un 6%.

En el siguiente gráfico, gráfico 2, se observa la volatilidad del IBEX 35 en el periodo enero del 2000 a diciembre de 2007.

## Gráfico 2

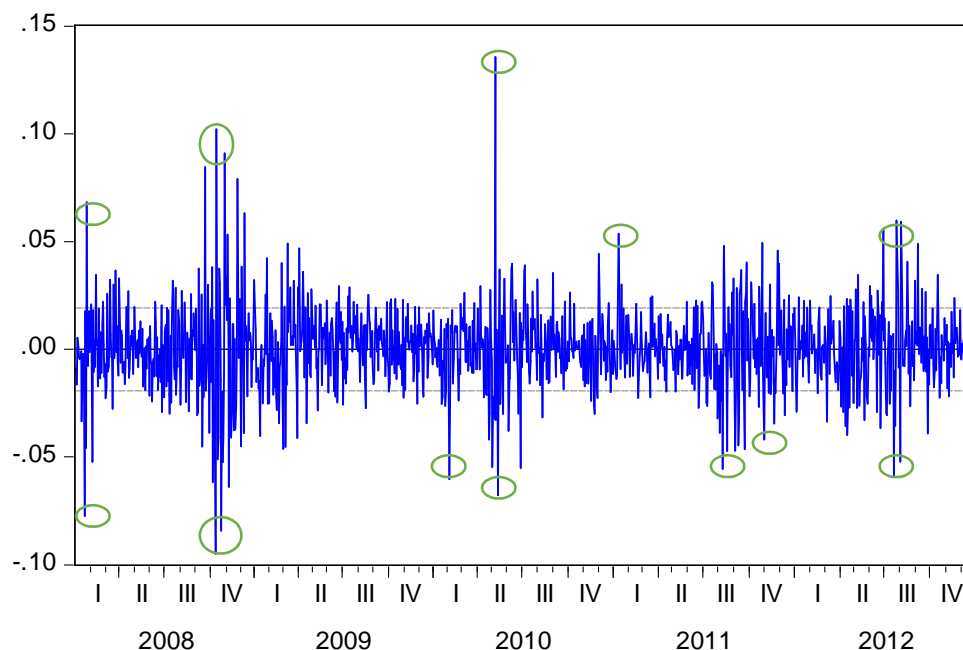


Volatilidad IBEX 35, periodo enero 2000 a diciembre 2007. Modelo EGRACH \*elaboración propia

De esta época se destacarán dos picos. El primer pico, más pronunciado, es el del día 11 de septiembre y este fue causado por los atentados. El otro pico importante fue el 24 de septiembre en este caso la bolsa no se hundió fue al contrario, en el caso que nos ocupa, el IBEX 35 subió más de un 5 % y recuperó gran parte de las caídas provocadas por los atentados, esto se pudo deber a la gran incertidumbre en la que vivían los mercados en esos tiempos, debido al temor de una guerra o de una gran recesión mundial, pero para el IBEX 35 fue un punto de inflexión donde la volatilidad se redujo hasta el siguiente año.

La volatilidad en el IBEX 35 a principios de siglo también se puede apreciar en la segunda mitad de 2002 y los primeros meses de 2003. Esto se produjo por la crisis argentina, el llamado “corralito” y los efectos de la guerra de Irak. La guerra de Irak tuvo un efecto negativo en las industrias por las subidas del petróleo esto afectó al IBEX 35 por medio de las empresas industriales y energéticas que componían el índice en ese momento. Por otro lado la crisis de Argentina afectó mucho a España en general, ya que hay estudios que calculan el efecto de esta crisis en un crecimiento del PIB de un 0.8% menor al que podría haber sido de no haber ocurrido la crisis financiera argentina.

### Gráfico 3



Volatilidad IBEX 35, periodo enero 2008 a diciembre 2012. Modelo EGRACH \*elaboración propia

Centrándonos en la época de la actual crisis, gráfico 3, primero se comentará la semana del 21 al 25 de enero donde se observan unos grandes picos de volatilidad. El año 2008 en general se puede decir que fue uno de los más volátiles del estudio, con picos más altos, esa semana en particular se caracterizó por la alta volatilidad, el día 21 el IBEX 35 se derrumbó más de un 7.5% siguiendo la tendencia de Wall Street tras el anuncio del presidente Bush para relanzar la primera economía mundial a través de recortes fiscales, posteriormente el día 23 el Banco Central Europeo anunció que no iba a bajar los tipos y provocó caídas de más del 4.5% en el IBEX 35 el día siguiente el 24 las bolsas se recuperaron del shock provocado por el BCE y subieron, en el caso del IBEX un 6.95%.

El segundo punto a destacar en 2008, y el más importante ya que fue el desencadenante de la actual crisis, es a partir de la segunda quincena de 2008 en estos días sucedió, por orden cronológico lo siguiente:

- El 15 de septiembre se produce la quiebra de Lehman Brothers, el cuarto banco de inversión americano, al fracasar su venta al Banco de América y al Barclays.
- El 18 de septiembre Estados Unidos anuncia el mayor plan de rescate de la historia lo que hizo que las bolsas de todo el mundo se dispararan al alza. Situación que no afectó al IBEX35 que se dejó 0.28%
- El 22 de septiembre la Reserva Federal aprueba la conversión de los dos bancos de inversión Goldman Sachs y Morgan Stanley a bancos comerciales.
- El 29 de septiembre se presenta al Senado de los Estados Unidos un ambicioso plan de rescate que es rechazado ese mismo día por inaceptable, lo que provoca una gran caída de las bolsas americanas.

En fechas posteriores el índice siguió marcado por una gran tendencia volátil. El primer día a destacar es el 10 de octubre, ese día el IBEX sufrió una de las peores caídas de su historia se dejó un 9.14%, es toda esa semana se dejó más de un 20%. Estas caídas se produjeron en medio de las dudas sobre una posible recesión mundial, también se

desató la crisis islandesa y por otro lado la nacionalización de Dexia y Fortis, por parte de Francia, Bélgica y los Países Bajos.

El 22 de octubre el IBEX sufrió la segunda mayor caída del año, perdiendo un 8.16% esto se debió al incremento del temor a una recesión con noticias como los resultados negativos de varias empresas y en el índice español también influyó el hecho de que el gobierno argentino nacionalizase el sistema de pensiones, ya que creó temor entre los inversores por futuras nacionalizaciones en otros sectores. Ese día todos los valores con intereses en Argentina cayeron más de un 8%, el valor que más sufrió fue Repsol, en esa época Repsol YPF, que cayó más de un 15%.

Pasando al mes de noviembre destacar el día 24. Día en el cual las bolsas subieron considerablemente, en el caso de IBEX 35 subió más de un 8%, esta subida se debió a que el gobierno americano decidió rescatar a Citigroup con una inyección de capital de 20.000 millones de dólares y esto animó a los mercados.

Con estas líneas podemos concluir que en 2008 las noticias económicas tuvieron un fuerte impacto en los mercados bursátiles e influyeron en la volatilidad que se puede observar en el gráfico 3 para el año 2008.

Se va a proseguir el análisis centrándose en el año 2010. Se quiere matizar que no se realizan comentarios de 2009 porque se prefiere comentar los picos de 2010.

En 2010 la primera gran variación la observamos el 4 de febrero, ese día el IBEX 35 cayó un 2.27%, más del doble que el resto de plazas europeas, esto se debió a la gran desconfianza que había en la posibilidad de recuperación económica y la duda que habían en nuestro sector financiero. Todo esto provocó este pico significativo en la volatilidad del índice. Ahora hablaremos del mes más volátil del 2010, mayo, un mes marcado por el rescate a Grecia. Después del anunciado rescate a Grecia, el día 10 de mayo (el pico más alto que se observa en el gráfico), el IBEX subió un 14.43%, la mayor subida de su historia hasta el momento. Esta subida se debió a que en esa madrugada la UE acordó mecanismos especiales para mantener la estabilidad del euro y a que el Banco Central Europeo tomó la decisión de comprar bonos de países, cosa que no había hecho hasta la época. Otros

picos importantes del año 2010 se pueden achacar más a las dudas de los inversores en los activos españoles que a noticias concretas.

Hablando ya de 2011 se destacan algunos días que sí que están influidos por noticias macroeconómica. Primero el 12 de enero, día en el cual el IBEX subió un 5.42% esta subida se debió a que desde la Unión Europea aprobó reforzar sus mecanismos contra la crisis y a que Portugal tuvo éxito en una emisión de deuda a largo plazo. Otras fechas destacables son: 22 de julio, el Banco de España intervino la Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM) y el 21 de noviembre cuando el Banco de España anunció la intervención del Banco de Valencia, en el que el Estado inyectaría 3.000 millones de euros.

Ya para finalizar, el 2012. Destacando las fechas más importantes del año que tuvieron algún efecto en el IBEX: 13 de enero. S&P rebajó en dos escalones la deuda de España, el 18 de abril el IBEX perdió un 3,99%, su mayor caída del año, y acumulaba un retroceso del 17,36 % desde enero. El 9 de mayo cuando el Gobierno nacionalizó el Banco Financiero y de Ahorros, matriz de Bankia y cuarta entidad del país. El 25 de junio, el Gobierno remitió a Bruselas la petición formal de ayuda a la banca, en una carta en la que no concretaba los mecanismos europeos que gestionarían el préstamo, pero el gobierno sugirió la posibilidad de constituir nuevos instrumentos para materializar la ayuda. El 20 de julio la prima de riesgo de España alcanzó un récord histórico al superar los 610 puntos y el IBEX 35 cerró con una caída del 5,82%. Además Valencia pidió el rescate. La última fecha a destacar es 26 de julio cuando el IBEX 35 rebotó un 6% y la prima bajó de los 600 después de que el BCE insinuase que iba a comprar deuda española. La última parte del año estuvo marcada por la incertidumbre sobre el posible rescate del país entero y no solo del sistema financiero eso provocó la volatilidad que se observa en la segunda mitad del 2012.



## **5 CONCLUSIONES**

Este trabajo ha pretendido relacionar la volatilidad del IBEX35 con hechos macroeconómicos. Para ello se han cogido datos de cierre diarios del periodo enero 2000 a diciembre de 2012. Para el cálculo y representación de la volatilidad se utilizará el que más se ajuste entre tres modelos de la familia ARCH: el modelo ARCH Engle (1982), el modelo GARCH Bollerslev (1986) y el modelo EGARCH Nelson (1991). Para la elección del modelo se ha seguido el criterio de mínimo AIC y SIC. Con los datos se ha realizado el cálculo de la volatilidad y se representado gráficamente, una vez realizado el gráfico se ha procedido a realizar una búsqueda por diversas hemerotecas para concretar si ha habido algún hecho macroeconómico que haya provocado los picos de volatilidad.

Con este estudio he llegado a la conclusión de que si bien muchos picos de volatilidad se pueden explicar por el efecto macroeconómico, normalmente los más altos, muchas épocas de volatilidad alta se producen por incertidumbre y por el temor (o aversión al riesgo) de los inversores. Como es el caso del segundo semestre de 2011 donde la alta y continua volatilidad se debió en su mayoría al temor de los inversores a un posible recate del país y no tanto a hechos concretos. Caso semejante ocurrió entre 2002 y 2003 donde la volatilidad se debió a la crisis argentina y al temor por el posible contagio que infundió miedo entre los inversores.

Como se puede ver la volatilidad se produce por una unión entre noticias, tanto positivas como negativas, macroeconómicas y la aversión al riesgo de los inversores provocada por la incertidumbre.

Futuros estudios podrían tratar de separar los efectos de las noticias macroeconómicas de lo que se ha considerado como aversión al riesgo de los inversores o relacionar los picos más destacados con la incertidumbre posterior y ver si existe relación.

## **6 BIBLIOGRAFÍA**

- Engle, R. F. (1982) “Autorregresive Conditional Heterocedasticity with estimates of the Variance of the U. K. Inflation”. *Econometrica*, vol 50, 987-1008
- Bollerslev, T. (1986) “Generalized autorregresive conditional heterocedasticity”. *Journal of Econometrics*, vol. 31, No 3, 307-327.
- Engle, R. F., Lilien, D. V., & Robins, R. P. (1987). “Estimating time varying risk premia in the term structure: The ARCH-M model”. *Econometrica*, 55, 391 – 407
- Chang, E. C., y Kim, C. (1988) “Day of the Week Effect and Commodity Price Changes”. *The Journal of Futures Markets*. Vol. 8, No. 2 229-241.
- Pagan, A. R., & Schwert, G. W. (1990). “Alternative models for conditional stock volatility”. *Journal of Econometrics*, 45(1–2), 267 – 290.
- Nelson, D.B. (1991) “Conditional Heteroskedasticity in Assets Returns: A new approach” *Econometrica*, Vol 59, No 2, 347-370.
- Novales, A y Gracia-Diez, M. (1993) “Guía para la estimación de modelos ARCH” *Estadística Española*. Vol. 35, No. 132, 5-38.
- Engle, R. F., & Ng, V. (1993). “Measuring and testing the impact of news on volatility”. *Journal of Finance*, No. 48, 1749 – 1778.
- R. Escuder Valles y J. Santiago Murgui (1995). “Estadística Aplicada. Economía y Ciencias Sociales” Ed Tirant lo Blanch.
- De Arce, R. (1998) “Introducción a los modelos autoregresivos con heterocedasticidad condicional (ARCH). Instituto LR Klein.
- Goyal, A. (2000) “Predictability of stock return volatility from GARCH models” Anderson Graduate School of Management.
- Bluhm, H. H. W., & Yu, J. (2000). “Forecasting volatility: Evidence from the German stock market”. Working Paper, University of Auckland.
- Loudon, G. F., Watt, W. H., & Yadav, P. K. (2000).” An empirical analysis of alternative parametric ARCH models”. *Journal of Applied Econometrics*, 2, 117-136
- García, A. (2001) “Prima de Riesgo y Volatilidad con un model GARCH-M”. *Resta Asturiana de Economía* No 122, 143-152.

- Peters, J. P. (2001). "Estimating and forecasting volatility of stock indices using asymmetric GARCH models and (Skewed) Student-t densities". University of Leige Working Paper.
- Wu, G. (2001). The determinants of asymmetric volatility. *Review of Financial*, 837-859.
- Aggarwal, R., Mehdián, S. M. y Perry, M. J. (2003) "Day of the week regularities and their higher moments in the future market". *American Business Review*, No. 21, 47-53.
- Poon, S. H., & Granger, C. W. J. (2003). "Forecasting volatility in financial markets: A review". *Journal of Economic Literature*, No. 41, 478 – 539.
- Awartani, B. y Corradi, V. (2005) "Predicting the volatility of the S&P 500 stock index via GARCH models: the role of asymmetries" *International Journal of Forecasting* No. 21, 167-183.
- Casas, M. y Cepeda E. (2008) "Modelos ARCH, GARCH y EGARCH: aplicaciones a series financieras" *Cuadernos de economía*. Vol. 27, No 48, 287-319.
- Cho, J.H., Parhizgari, A.M. (2008). "East Asian financial contagion under DCC-GARCH". *International Journal of Banking and Finance*, Vol. 6, 16-30.
- Kristjanpoller, W. (2009) "Análisis del efecto día de semana en los mercados accionarios latinoamericanos". *Lecturas Economía*, No 71, 189-208.
- Ospina, F. y Giraldo D. A. (2009) "Aplicación de los modelos GARCH a la estimación del VaR de acciones colombianas". *Revista Soluciones de Postgrado EIA*. No 3, 11-24.
- Liu, W. y Morley, B. (2009) "Volatility forecasting in the Hang Seng Index using the GARCH approach" *Asian-Pacific Finan Markets* No. 16, 51-63.
- Ullah, S., Ullah, O. y Usman, A. (2010) "Market Efficiency Anomalies: A Study of Day the Week effect in Pakistani stock market". *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, Vol. 2, No 6, 272-288.
- Basdas, U. (2011) "The day of the week effect for Istanbul stock exchange: a stochastic dominance approach" *Journal of Applied Finance & Banking*, Vol. 1, No. 4, 223-238.

- Srinivasan, P. (2011) “Modeling and forecasting the stock market volatility of S&P 500 index using GARCH models” IUP Journal of Behavioral Finance No. 8, 51-69.
- Muñoz, R. E. y Kristjanpoller, W. (2012) “Análisis del efecto día de semana en los principales mercados accionarios latinoamericanos: una aproximación mediante el criterio de dominancia estocástica” Estudios de Economía, Vol. 39, No 1, 5-26.
- Dajcman, S. y Festic, M. (2012) “Interdependence between the slovenian and european stock markets- a DCC-GARCH analysis” Economic Research Vol. 25, No. 2, 379-396.
- Gharaibeh, A. y Ismail, F. (2013) “The day of the week anomaly in Bahrain’s stock market”. International Management Review, Vol 9, No 2, 60-69.
- Kalidas, S., Mbululu, D. y Chipeta, C. (2013) “Changing patterns in the day of the week effects in african stock markets” International Business & Economics Research Journal. Vol. 12, No 10, 1157-1174.
- Gökbulut, I. y Pekkaya, M. (2014) “Estimating and forecasting volatility of financial markets using asymmetric GARCH models; An application on Turkish financial markets” International Journal of Economics and Finance Vol. 6, No. 4

Otras fuentes:

Hemerotecas de: El País, ABC, el Economista, el Confidencial, Expansión