

ESTUDIOS SOBRE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

¿Son adecuados los depósitos de garantía exigidos por MEFF?

**José Maria Calderón Pardo
Ángel Pardo Tornero**

EEE 212

September 2005



ISSN 1696-6384

Las opiniones contenidas en los Documentos de la Serie EEE, reflejan exclusivamente las de los autores y no necesariamente las de FEDEA.
The opinions in the EEE Series are the responsibility of the authors and therefore, do not necessarily coincide with those of the FEDEA.

¿Son adecuados los depósitos de garantía exigidos por MEFF? (*)

José Maria Calderón Pardo y Ángel Pardo Tornero

Departamento de Economía Financiera

Universidad de Valencia.

Autor de contacto: Ángel Pardo Tornero, Facultad de Economía, Avda. de los Naranjos s/n, 46022 Valencia, Universidad de Valencia. Tel.: 963828369, Fax: 963828370, E-mail: angel.pardo@uv.es

(*) Los autores desean agradecer los valiosos comentarios realizados por Santiago Carrillo de la Universidad Autónoma de Madrid, Vicente Meneu y Amado Peiró de la Universidad de Valencia, Juanjo Traid de *Fibanc*, Manuel Moreno de la Universidad Pompeu Fabra, y por los asistentes al III *Workshop en Finanzas Cuantitativas* celebrado en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad del País Vasco. Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de Investigación BEC2003-09067-C04-04 y GV04A-153. Los posibles errores que subsistan son únicamente de nuestra responsabilidad.

¿Son adecuados los depósitos de garantía exigidos por MEFF?

Resumen

Las cámaras de compensación de los mercados de futuros, como garantes del buen fin de las operaciones, se encuentran expuestas al riesgo de contrapartida. Para cubrirse del posible incumplimiento del contrato por alguna de las partes, las cámaras exigen un depósito de garantía a todas las posiciones abiertas. Este depósito debe mantener un equilibrio entre unos costes de oportunidad bajos, para el usuario de los contratos de futuro, y una elevada protección de la cámara ante movimientos adversos de los precios. Este trabajo intenta dilucidar si los depósitos fijados por MEFF son adecuados en cuanto a su magnitud y en cuanto a la no discriminación entre posiciones compradoras y vendedoras. Los diferentes análisis realizados no han podido rechazar la ausencia de asimetría en los depósitos de garantía. Además, el estudio de la magnitud de los casos extremos mediante el uso de la medida CVaR, bajo el supuesto de una distribución asintótica basada en la *Teoría del Valor Extremo*, muestra que los, a priori, elevados porcentajes exigidos por MEFF no se pueden considerar excesivos en ninguna de las series excepto en el caso de Endesa. Estos resultados no se ven modificados al tener en cuenta el riesgo *overnight*.

Palabras clave: depósitos de garantía, asimetría, rendimientos extremos, CVaR.

Clasificación JEL: G13, G14.

Abstract

Central Clearing Houses in futures markets, by interposing in transactions, are exposed to counterparty risk. To protect themselves, both long and short positions are required to set a minimum margin requirement. These margins must maintain a balance between imposing low opportunity costs on clients and offering high protection against extreme market movements. This study tries to explain whether margin requirements set by MEFF are appropriate with regard to both their size and their non-discrimination between long and short positions. The absence of asymmetry in futures margins has not been rejected. As well, the analysis of the size of the most extreme market movements using CVaR measures, under asymptotic distribution based on the *Extreme Value Theory*, shows that, a priori, the high percentages demanded by MEFF can not be considered as excessive in any series except for in the case of Endesa. Additional tests have proved that these results are not affected by overnight risk.

Keywords: margin requirements, asymmetry, extreme returns, CVaR.

JEL Classification: G13, G14.

I. Introducción

Los mercados organizados de activos derivados se caracterizan por la existencia de una cámara de compensación y liquidación (CCL) que realiza un seguimiento de todas las operaciones cruzadas a lo largo del día, y garantiza el buen fin de las mismas. En concreto, cuando se negocia un contrato de futuro, la CCL se interpone entre la posición larga y la corta, de forma que actúa como comprador del vendedor y como vendedor del comprador. Este hecho provoca un elevado riesgo de contrapartida, ya que el incumplimiento del contrato, ya sea a través de la liquidación diaria de pérdidas y ganancias o al vencimiento del contrato, obligaría a la CCL a subrogarse en la posición perdedora.

Con el fin de mitigar los riesgos de un posible incumplimiento del contrato, las CCL exigen a los compradores/vendedores de contratos de futuro un depósito de garantía por cada posición abierta. La fijación de dicho depósito tiene que mantener un equilibrio entre un nivel de cobertura razonable para la CCL y el coste de oportunidad, que la inmovilización del depósito supone para todos aquellos que mantienen posiciones abiertas en el mercado de futuro. De hecho, Figlewski (1984), Hardouvelis y Kim (1995), Dutt y Wein (2003), entre otros, han documentado una relación negativa y significativa entre el tamaño de los depósitos de garantía y diferentes variables representativas de la actividad de mercado, tales como el volumen negociado o el *open interest*.

La determinación y el cálculo del importe del depósito de garantía ha sido objeto de numerosos estudios. Knott y Mills (2002) hacen una revisión de los

diferentes modelos que intentan cuantificar la exposición potencial a la que se enfrenta la CCL, entre los que destacan los modelos estadísticos. Estos modelos asumen que el depósito de garantía inicial debe ser el valor que fije la probabilidad de no poderse cubrir frente a un cambio en el precio del activo a un horizonte temporal dado y que, por tanto, el valor de dicho depósito debe fijarse teniendo en cuenta un nivel de cobertura razonable.¹

Las aproximaciones de cobertura estadística asumen generalmente un modelo de valoración de activos dinámico. Dicho modelo es utilizado para calcular la probabilidad de que el depósito inicial se agote para un determinado horizonte temporal, reflejando dicha probabilidad la exposición potencial sufrida por la CCL.²

La Figura 1 muestra de forma esquemática la determinación del valor del depósito de garantía D , en función de un nivel de cobertura $1-2q$ (donde q sería el nivel de pérdida), frente a cambios extremos en el precio del contrato de futuro. El riesgo de impago del cliente que tiene la posición larga (corta) en el contrato de futuro, se dará ante cambios extremos en la cola negativa (positiva) de la distribución. Si la distribución fuese simétrica el depósito exigido a las partes sería el mismo. Ahora bien, los cambios en los precios no tienen porqué

¹ La mayoría de los estudios se centran en modelos basados en aproximaciones estadísticas. No obstante, existen otros modelos que también pueden ser utilizados para el cálculo de la cobertura de la CCL. Estos serían los *modelos de optimización* y los *modelos basados en una aproximación a la valoración de opciones*. Los primeros tratan de realizar un balance prudente entre los costes de liquidación diarios de pérdidas y ganancias, los costes de oportunidad por parte de los clientes y los costes debidos a una posible pérdida potencial, apareciendo el nivel de depósito óptimo como resultado de dicho balance. Por su parte, la *aproximación a la valoración de opciones*, se basa en que el perfil de la exposición al cual se enfrentan las CCLs es equivalente a los pagos de una posición creada por la combinación de una opción de compra y una opción de venta.

² La mayoría de los modelos, estadísticos o no, parten del supuesto de que los rendimientos siguen una distribución normal.

ser simétricos, lo que implicaría fijar un depósitos de garantía en la posición larga diferente del establecido en la posición corta.

[Figura 1]

Tal y como señalan Knott y Mills (2002), independientemente del modelo seguido para el cálculo del depósito de garantía, ninguno de ellos ha profundizado lo suficiente en la forma que sigue la distribución de los cambios en los precios. Por un lado, la presencia de asimetría significativa en la serie de rendimientos implicaría la necesidad de exigir depósitos de garantía distintos a comprador y vendedor del contrato de futuro. Por otro lado, la presencia de series leptocúrticas alertaría a la CCL de un incremento de la probabilidad de que se den movimientos extremos en los precios que lleven a un agotamiento de los depósitos exigidos.

En este trabajo se estudia si los depósitos de garantía exigidos por el Mercado Español de Futuros Financieros (MEFF) en los contratos de futuro sobre acciones son o no excesivos. Para ello se ha tenido en cuenta tanto la simetría de las series como la magnitud de los casos extremos. En concreto, el trabajo se ha organizado de la siguiente forma. La sección II detalla la metodología utilizada en el análisis de simetría de las series, mientras que la sección III describe las especificaciones teóricas utilizadas para el estudio de los casos extremos. La sección IV comenta los datos utilizados en el trabajo. La sección V presenta los resultados empíricos. Por ultimo, la sección VI finaliza con las principales conclusiones obtenidas en el trabajo.

II. Análisis de la simetría

La mayoría de las CCLs exigen el mismo depósito de garantía diario a la parte compradora y a la parte vendedora. Esto quiere decir que las CCLs parten del supuesto de que las series de rendimientos diarios siguen una distribución simétrica con media cero, que puede ser o no normal. Aunque la normalidad en la distribución de los rendimientos es un supuesto de partida de infinidad de modelos, gran cantidad de trabajos muestra que dicha distribución no representa adecuadamente los rendimientos a corto plazo (véase Campbell et al., 1997, pp.15-17). Así, en la última década, numerosos investigadores se han dado cuenta de la importancia de la asimetría y han tratado de incorporarla en diferentes modelos financieros. De esta forma, la asimetría en los rendimientos de las acciones se ha estudiado en el contexto de la selección de carteras, en modelos de valoración como el CAPM, e incluso se atribuye a la asimetría y curtosis el fenómeno conocido como “sonrisas de volatilidad” en el campo de la valoración de opciones.³

Aunque es un hecho establecido que la distribución empírica de los rendimientos es más picuda y con un mayor peso en las colas con respecto a la normal, según Peiró (1999,2002,2004) la asimetría de dicha distribución empírica no está tan clara. Siguiendo a dicho autor, existe un problema con la medida de la asimetría. Convencionalmente, se ha utilizado como medida de la asimetría muestral, el tercer momento central dividido por el cubo de la desviación estándar. Hay que tener en cuenta que la distribución asintótica de

³ Véase Peiró (1999) para un mayor detalle sobre los diferentes trabajos que se han centrado en la asimetría de los rendimientos.

dicho estadístico está definida bajo normalidad, pero puede ser diferente bajo distribuciones alternativas. Así pues, si utilizamos la distribución asintótica normal, el rechazo de la simetría debería ser entendido como un rechazo de la normalidad, que puede darse por una elevada curtosis, aunque la distribución sea perfectamente simétrica. Para evitar este problema, en el análisis de la simetría se utilizarán los métodos de distribución libre propuestos por Peiró (2004).⁴

En primer lugar, se ha obtenido la distribución de los excesos de rendimiento positivos y la distribución de los excesos de rendimiento negativos en valor absoluto que se han calculado, respectivamente, como:

$$R_t^- = \{R_t - \bar{R} | R_t < \bar{R}\} \quad (1)$$

$$\text{y } R_t^+ = \{R_t - \bar{R} | R_t > \bar{R}\} \quad (2)$$

donde R_t es el rendimiento observado el día t , $\bar{R}$ es el rendimiento medio, y R_t^- y R_t^+ representan el exceso de rendimiento negativo y positivo en el día t , respectivamente. Si la distribución de los rendimientos fuese simétrica ambas submuestras tendrían la misma distribución.

A continuación, mediante tests no paramétricos, se han comparado las funciones de distribución entre los excesos de rendimientos positivos y

⁴ En los métodos de distribución libre, la distribución de probabilidad del estadístico utilizado no depende de la distribución de probabilidad de la población de la cual se ha extraído la muestra que proporciona información a dicho estadístico. Así, en este tipo de contrastes no suele utilizarse directamente la información muestral sobre los valores de la variable objeto de estudio, sino más bien la frecuencia con la que aparecen dichos valores en la muestra, la posición de los mismos en una muestra ordenada, etc..

negativos. Los contrastes no paramétricos utilizados han sido el test de *Wilcoxon* (W), el test de *Siegel-Tukey* (ST) y el test de *Kolmogorov-Smirnov* (KS), con el fin de comparar la mediana, la varianza y la función de distribución empírica de las series de excesos positivos y negativos, respectivamente.⁵

Con los contrastes anteriores, se estudia la asimetría de toda la distribución de los excesos de rendimientos positivos y negativos. Ahora bien, hay que tener en cuenta que los depósitos de garantía se suelen fijar para niveles de protección altos, que implican niveles de confianza del 90%, 95% ó 99%. Por este motivo es importante estudiar la (a)simetría de los rendimientos extremos positivos y de los negativos.

En concreto, si existe simetría en las colas de la distribución, entonces los excesos de rendimientos extremos positivos y negativos seguirán una distribución binomial de parámetros n y p (Peiró, 2004), donde n representa la suma de las realizaciones entre los excesos de rendimiento negativos (n^-) y los excesos de rendimiento positivos (n^+) y p representa la probabilidad de ocurrencia.

La distribución binomial de parámetros n y p ($B(n,p)$), se puede aproximar a una distribución normal de parámetros np y $np(1-p)$ con una corrección por continuidad igual a 0.5. La hipótesis nula contrasta la igualdad de probabilidades de ocurrencia de los excesos de rendimientos extremos

⁵ Véase Ruiz-Maya y Martín (1995) para un mayor detalle sobre estos tres contrastes.

positivos y negativos ($H_0: p=0.5$), siendo el nivel de significación crítico (NSC) del contraste

$$NSC = 2 \left[1 - \Phi \left(\frac{\text{Max}(n^+, n^-) + 0.5 - np}{\sqrt{np(1-p)}} \right) \right] \quad (3)$$

donde Φ representa la función de densidad acumulada de una normal estándar y $p=0.5$. Dado que la hipótesis nula contrasta la igualdad de la probabilidad de ocurrencia de los casos más extremos, su rechazo nos permitirá afirmar la existencia de asimetría en las colas de las series.

III. Análisis de los casos más extremos.

a) VaR y CVaR.

Con el análisis de (a) simetría planteado en la sección anterior, se podrá evaluar si las diferencias en el número de realizaciones de los casos más extremos son o no significativas. Si se obtuviera una diferencia significativa, la probabilidad de ocurrencia sería distinta y, por tanto, las colas serían asimétricas. Ahora bien, podría darse el caso de tener una diferencia no significativa en cuanto al número de realizaciones en los movimientos extremos positivos y negativos y, al mismo tiempo, que la magnitud de dichos movimientos sea distinta. En este caso, no sería posible afirmar la existencia de simetría. Por este motivo, además de estudiar la frecuencia de rendimientos extremos, se hace necesario conocer su magnitud. Para ello, se han utilizado las medidas Var y CVar.

VaR es una medida de la máxima pérdida esperada en una cartera, durante un periodo de tiempo específico y dado un nivel de confianza. Venegas (2005), de manera mas formal, define el valor en riesgo ($-VaR_{1-q}^X$) de la distribución de los rendimientos (X) a un nivel de cobertura $1-q$, como el peor valor de la cartera para dicho nivel de confianza y a un horizonte temporal dado $[t, T]$, es decir:

$$P[-VaR_{1-q}^X \leq X] = 1-q \quad \text{ó alternativamente} \quad P[X \leq -VaR_{1-q}^X] = q$$

Por tanto, una definición genérica de la medida de VaR que se puede aplicar a la gestión del riesgo de contratos de futuro en las CCLs sería exigir

$$VaR_{1-q}^X = -\inf\{x \in \mathbb{R} \mid P[X \leq x] \geq q\} \quad (4)$$

a las posiciones compradoras, mientras que si nos fijamos en la cola superior, a los vendedores de contratos de futuro se les pediría

$$VaR_{1-q}^X = \inf\{x \in \mathbb{R} \mid P[X \geq x] \geq q\}. \quad (5)$$

A pesar de su importante difusión y aplicación, la medida de VaR tiene sus limitaciones. En este punto, es relevante el trabajo de Artzner et al. (1999), en el que se exponen una serie de propiedades teóricas deseables a cualquier medida de riesgo coherente a través de un conjunto de axiomas.⁶ De todas estas propiedades, el VaR no cumple la propiedad de *Subaditividad*. Esto es,

⁶ Estas propiedades son *Invarianza traslacional*, *Subaditividad*, *Homogeneidad positiva*, *Monotonidad* y *Relevancia*.

no tiene en cuenta la reducción del riesgo a través de la diversificación de la cartera. Este aspecto, en principio, no nos afectaría, ya que en este trabajo estamos interesados en la gestión del riesgo de un activo y no de una cartera.

Conviene recordar que el cálculo del VaR implica un horizonte temporal y un nivel confianza, lo que significa que estamos cubiertos en el $(1-q)100\%$ de los casos, pero existirá un $(q)100\%$ de las ocasiones en las que nuestra medida de VaR puede ser superada por realizaciones extremas. El problema que tiene el VaR es que no aporta ninguna información sobre la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de esos casos extremos. Para solucionar este inconveniente, se ha calculado otra medida adicional de riesgo que, cumpliendo con las propiedades de una medida coherente de riesgo, tenga en cuenta la magnitud de los casos extremos. Esta medida es conocida con el nombre de *Expected Shortfall* o *Conditional VaR* (CVaR).

Acerbi et al. (2001) define el CVaR como el valor de la pérdida esperada de una cartera en el $q100\%$ de los peores casos dado un horizonte temporal $[t,T]$. Así pues, dado un umbral mínimo de pérdidas u , la medida de CVaR se define como:

$$CVaR_u = E[x|x < u] \quad (6)$$

La Figura 2 ilustra el concepto de las medidas de VaR y CVaR, representando la exposición al riesgo sufrida por las CCLs ante una posición larga en un contrato de futuro. La medida de CVaR es simplemente un promedio de las pérdidas por debajo de un cierto umbral “ u ”. La relación con el VaR es la

siguiente, si la probabilidad de obtener un valor “u” o más pequeño es q, entonces, el valor del umbral será la medida de VaR para un nivel de confianza (1-q), mientras que el CVaR aporta el valor esperado de todos los rendimientos que en valor absoluto, superan el valor del VaR, y por tanto, proporciona información sobre la magnitud de los casos más extremos.

[Figura 2]

b) Teoría del Valor Extremo

Aunque la mayoría de los modelos estadísticos asumen un movimiento Browniano geométrico para la evolución del subyacente, diferentes trabajos [McNeil (1999), Longin (2000) y Cotter (2001,2005), entre otros], han tratado de encontrar una distribución asintótica para dicha evolución sin asumir normalidad. Para ello, han aplicado un modelo de aproximación estadística basado en la teoría del valor extremo (TVE). Esta teoría, en lugar de considerar toda la distribución se centra sólo en las colas, por ser éstas las que proporcionan la información relevante sobre el comportamiento de los valores más extremos.

La distribución de valor extremo generalizada tiene la siguiente forma:

$$F_y(y) = e^{[-(1-y)^{\frac{1}{\tau}}]} \begin{cases} \text{para } y > \tau^{-1} & \text{si } \tau < 0 \\ \text{para } y < \tau^{-1} & \text{si } \tau > 0 \end{cases} \quad (7)$$

El parámetro τ recibe el nombre de *índice de cola* y en función de su valor se definen tres tipos de distribuciones. Si $\tau = 0$ se obtiene la distribución *Gumbel* (tipo I), que se caracteriza por tener colas que decaen exponencialmente; un valor de $\tau < 0$ se correspondería con la distribución *Fréchet* (tipo II), que se caracteriza por tener colas anchas; por último, un valor con $\tau > 0$ se asociaría a la distribución *Weibull* (tipo III), que se caracteriza por tener colas cortas.

Por tanto, el primer paso a seguir sería estimar el valor del *índice de cola* para comprobar cual de éstas tres distribuciones se ajusta más a nuestras series de datos. Dicha estimación se puede llevar a cabo mediante aproximaciones paramétricas o no paramétricas. La diferencia entre ambas radica en el supuesto de que los casos extremos sigan exactamente o no el comportamiento de la distribución asintótica. Bajo esta situación los estimadores no paramétricos pueden ser más eficientes que los estimadores por máxima verosimilitud (véase Longin, 1996). Así pues, se ha optado por el estimador no paramétrico $\tau_{Pickands}$, siendo su expresión:

$$\tau_{Pickands} = -\frac{1}{\ln 2} \ln \left(\frac{X'_{Nobs-k+1} - X'_{Nobs-2k+1}}{X'_{Nobs-2k+1} - X'_{Nobs-4k+1}} \right) \quad (8)$$

donde, *Nobs* representa el número total de observaciones (tamaño de la muestra de los rendimientos), (X'_m) , representa el valor que el rendimiento *X* tiene en la posición *m* de la serie de rendimientos diarios colocados en orden creciente y *k* el número de observaciones de la cola a considerar. El estadístico

de *Pickands* $(\tau_{Pickands} - \tau)\sqrt{q}$ se distribuye asintóticamente como una normal con media cero y varianza $\tau^2(2^{-2\tau+1} + 1)/[2(2^{-\tau} - 1)\ln 2]^2$.

La obtención de la distribución óptima con la TVE permitirá plantear de nuevo el cálculo del VaR y el CVaR, dando mayor peso e importancia al comportamiento de los casos negativos y positivos más extremos. Se espera por tanto, que los valores obtenidos a partir de estas medidas arrojen depósitos de garantía más elevados y, en consecuencia, más conservadores que los que se puedan obtener con las medidas más usuales.

IV. Series de rendimientos

El 11 de enero de 2001, MEFF introdujo la negociación de contratos de futuro sobre acciones individuales. En concreto, MEFF comenzó a negociar futuros sobre las cinco acciones mas negociadas en el Sistema de Interconexión Bursátil Español (SIBE): BBVA, BSCH, Endesa, Repsol y Telefónica. Aunque al principio de la negociación los futuros sobre Telefónica presentaban un nominal del contrato distinto al resto, en estos momentos todos los contratos de futuro sobre acciones tienen un nominal de 100 acciones y los vencimientos se encuentran situados en los terceros viernes del mes de vencimiento del ciclo trimestral de marzo-junio-septiembre-diciembre.

Desde enero de 2001, MEFF ha ido ampliando el número de subyacentes hasta llegar a un total de 12 acciones que, en el mercado de contado, representan más del 80% de la capitalización del IBEX-35. En la Tabla 1, se

recogen todos los contratos de futuro sobre acción que se negocian actualmente en MEFF, indicando, para cada uno de ellos, la fecha de comienzo de la negociación, el depósito de garantía exigido, así como el volumen negociado.

[Tabla 1]

En primer lugar, conviene destacar que el depósito de garantía exigido a las posiciones compradoras y vendedoras es el mismo (el 15% o el 25%, en función del activo subyacente). Esto no siempre ha sido así en MEFF. Desde el 14 de enero de 1992 hasta el 10 de enero de 1997, MEFF solicitó depósitos de garantía distintos para el comprador y el vendedor en los contratos de futuro sobre el índice IBEX-35. En concreto, al comprador y al vendedor se les exigía un 15 y un 10 por ciento del valor nominal de la posición tomada, respectivamente. Desde enero de 1997, la garantía exigida para ambas partes pasó a ser la misma.

En segundo lugar, tal y como se observa en la Tabla 1, los futuros mas negociados con diferencia, son los cinco que se emitieron en enero de 2001. Este motivo, y la necesidad de disponer de series largas a la hora de realizar los análisis empíricos de las secciones posteriores, nos ha llevado a utilizar las series de precios de BBVA, BSCH, Endesa, Repsol y Telefónica.

Resulta de interés destacar que en la literatura referente al cálculo de los depósitos de garantía no hemos encontrado un único criterio a la hora de

escoger los datos con los que obtener dicho depósito. Por un lado, algunos autores, calculan los depósitos de garantía a partir de las series de precios de los contratos de futuro. La elaboración de dichas series implica adoptar un criterio que permita enlazar los precios de los distintos vencimientos. Así, Gay et al. (1986) utilizan datos del vencimiento más cercano; Lam et al. (2002) siguen el mismo criterio pero, con el fin de evitar posibles efectos derivados del vencimiento del contrato, cambian al siguiente contrato un día antes del vencimiento; Brooks et al. (2005) utilizan el vencimiento más cercano, a menos que el siguiente se negocie mas, en cuyo caso cambian al siguiente vencimiento.

Por otro lado, otros autores utilizan las series de contado para el establecimiento de los depósitos de garantía. Este es el caso de Dutt y Wein (2003) que suponen tipos de interés constantes y, en consecuencia, correlación perfecta entre contado y futuro. Figlewski (1984), tras comprobar que las series de contado y futuro analizadas en su trabajo presentan varianzas similares, también utiliza las series de contado.

En nuestro caso, hemos escogido las series del contado en lugar de las del futuro por varios motivos: (i) la elaboración de las series de futuro supone adoptar un criterio arbitrario; (ii) la utilización de series de futuro implicaría la eliminación de tantas observaciones como vencimientos considerados, con el fin de evitar solapamientos de precios de contratos de futuro de distinto vencimiento; (iii) los algoritmos usados por las propias CCLs para calcular los depósitos de garantía cuando se posee más de una posición en derivados

sobre el mismo activo (SPAN y MEFFCOM2, por ejemplo,), se sirven del precio del activo subyacente para generar los distintos estados de la naturaleza posibles.⁷

Las series de precios de contado se han obtenido de la base de datos *Intertell* y hacen referencia a las cotizaciones de apertura y de cierre diarias para el periodo comprendido entre el 11/01/2001 y el 31/01/2005, en total 1014 observaciones. Los rendimientos diarios se han obtenido por diferencias logarítmicas, $R_{t-1,t} = \log(P_t / P_{t-1})$ siendo, $R_{t-1,t}$ el rendimiento entre el día $t-1$ y t , y P_t la cotización al cierre para el día t .

Antes de exponer los resultados obtenidos, conviene realizar dos matizaciones. En primer lugar, el 11 de enero de 2001, fecha de comienzo de la negociación de los futuros sobre acciones, se ha escogido como fecha de inicio de las series a estudiar. El motivo de tal elección se debe a que existen numerosos trabajos que indican cambios en la volatilidad del activo subyacente tras la puesta en funcionamiento del mercado de activos derivados.⁸ En segundo lugar, las series de contado no se han corregido por ningún acontecimiento, ya

⁷ De forma adicional, hemos seleccionado aleatoriamente 10 (=2 vencimientos x 5 contratos) de los 60 (=12 vencimientos x 5 contratos) vencimientos completos que abarca el periodo estudiado. Se ha comprobado que los coeficientes de correlación toman valores por término medio del 99.97% y, en ningún caso, se ha podido rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Estos resultados no se incluyen en el trabajo, pero se encuentra disponibles a petición del interesado.

⁸ En Farinós (1999) se realiza una completa revisión de los diferentes trabajos que, a nivel nacional e internacional, han estudiado el efecto de los mercados de activos derivados sobre los respectivos mercados de activos subyacentes. Con respecto al mercado español, Pardo (1998) detecta una disminución en la volatilidad histórica a corto plazo del IBEX-35 a partir de la entrada en funcionamiento del mercado de derivados sobre IBEX-35. Corredor y Santamaría (1999), por su parte, observan una disminución de la volatilidad condicional y un incremento en el volumen negociado, concluyendo que la introducción de los derivados sobre el IBEX-35 supuso un efecto beneficioso para el mercado de contado.

que interesa que las series recojan todos los sucesos extremos que se han dado, independientemente de su origen y signo.

V. Resultados empíricos

a) Análisis de Simetría

Se ha realizado un análisis gráfico con el objetivo de observar, de manera intuitiva, la posible existencia de asimetría en las series de rendimientos. Si las distribuciones de rendimientos fueran simétricas, la mediana debería coincidir con el eje de simetría y a su vez con la media. Para realizar el análisis, a cada serie de rendimientos se le ha restado su media. De esta forma, el eje de simetría se desplaza en torno al cero.

En la Figura 3 se presentan los histogramas de las cinco series analizadas. Todos los histogramas han sido contruidos a partir de intervalos (de tamaño 1%) simétricos con respecto al origen. Los histogramas más simétricos parecen ser los de las series BBVA, Endesa y Repsol; mientras que las series BSCH y Telefónica parecen las más asimétricas.

[Figura 3]

La Tabla 2 presenta los estadísticos básicos de las series. Destaca el hecho de que los máximos y los mínimos de las series se encuentran muy por debajo de los depósitos de garantía exigidos por MEFF (15%). Además, no son simétricos

con respecto a la media y en todas las series, excepto en BSCH, el máximo es mayor que el mínimo en valor absoluto. En segundo lugar, destacan las diferencias en cuanto a volatilidad diaria que presentan las series. De hecho, la igualdad de varianzas entre las distintas acciones se rechaza al 1% tanto para el test de Levene (valor de 24.36) como para el test de Brown-Forsythe (valor de 24.32).

[Tabla 2]

En tercer lugar, todas las series son leptocúrticas y tres de ellas (BBVA, Endesa y Telefónica) rechazan la hipótesis nula de simetría bajo una distribución asintótica normal. Por último, tal y como era de esperar, se obtiene un claro rechazo de la normalidad con el contraste de Bera-Jarque (BJ).

Dado que la hipótesis nula de simetría se ha calculado bajo una distribución asintótica normal, tal y como se ha detallado en la sección II, el rechazo de la simetría detectado puede responder al hecho de tener series leptocúrticas. Por este motivo, a continuación, se han calculado los excesos de rendimientos positivos y negativos, aplicando las expresiones (1) y (2).

La Figura 4 muestra la frecuencia relativa de los excesos de rendimientos positivos y negativos, en valor absoluto, para cada una de las cinco series. Los resultados de esta figura contrastan con los obtenidos en la Tabla 2. Por un lado tenemos que, en el caso de Endesa y BBVA, donde la simetría había sido rechazada, las distribuciones de los excesos de rendimientos positivos y

negativos se muestran prácticamente iguales. Por otro lado, las mayores diferencias entre las distribuciones se detectan en las series de Telefónica y BSCH. Este resultado contrasta con el obtenido en la Tabla 2, ya que en el caso de BSCH, la hipótesis nula de simetría no se pudo rechazar.

A partir de las series de excesos de rendimientos positivos y negativos, se ha realizado el análisis de simetría utilizando los métodos de distribución libre propuestos por Peiró (2004). Los resultados se presentan en la Tabla 3. Tal y como nos indicaba la Figura 3, las series Endesa y Repsol son las más simétricas pues para estas series no se puede rechazar la hipótesis nula con ninguno de los tres tests. Mientras que el test de Siegel-Tukey no rechaza la hipótesis nula con ninguna de las series, el test de Wilcoxon rechaza la igualdad entre las funciones de distribución al 1% de significación para BSCH y al 5% para la series BBVA y Telefónica. El test de Kolmogorov-Smirnov rechaza la hipótesis nula en dos ocasiones, al 1% para Telefónica y al 5% para BSCH. Tal y como habíamos intuido, éstas dos series parecen ser las más asimétricas, pues sufren rechazos de la hipótesis nula con dos de los tres contrastes.

[Tabla 3]

Con los contrastes anteriores, hemos comparado toda la función de distribución de los excesos de rendimientos positivos y negativos. Ahora bien, es posible que existan asimetrías en determinados intervalos que no hayan sido detectadas. Dado que las garantías se fijan para niveles de protección altos

(95% ó 99%), se hace necesario estudiar la probabilidad de ocurrencia de los casos más extremos.

A tal fin, para cada serie, los excesos de rendimientos más extremos, positivos o negativos, se han ordenado de mayor a menor valor absoluto. En primer lugar, se han considerado los 10, 20, 30, 40 y 50 rendimientos más extremos, después, se han clasificado según sean rendimientos extremos positivos o negativos y, por último, se ha realizado el contraste de igualdad de probabilidades (véase expresión 3), con el objetivo de analizar la significatividad de las diferencias existentes entre el número de rendimientos extremos positivos y negativos.

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos. Las series BBVA, BSCH y Telefónica tienen mayor frecuencia de rendimientos extremos positivos; la serie Endesa, al contrario, presenta una mayor frecuencia en los movimientos extremos negativos; la serie Repsol, por su parte, alterna la frecuencia de rendimientos a medida que se considera un mayor número de casos extremos. Sea como fuere, las diferencias no son significativas en ningún caso.⁹

[Tabla 4]

La hipótesis nula de igualdad de probabilidad de ocurrencia de los excesos de rendimientos positivos y negativos también se ha comprobado en intervalos simétricos en torno al origen superiores al 4%. Los resultados, no incorporados

⁹ La hipótesis nula de igual probabilidad de ocurrencia es rechazada al 5% para la serie BSCH, tan sólo cuando se analizan los 10 casos más extremos.

en este trabajo, muestran que la hipótesis nula no ha podido ser rechazada en ninguno de los casos estudiados.

b) Análisis de los casos extremos.

En líneas generales, los resultados anteriores no muestran la presencia de asimetrías, al menos en los extremos de la distribución. Ahora bien, además de estudiar la frecuencia de los rendimientos, también es importante conocer su magnitud. Para ello, se han utilizado las medidas de riesgo VaR y CVaR para distintos niveles de confianza. Ambas se han calculado para tres distribuciones. En primer lugar, se han utilizado los datos de la distribución histórica de rendimientos; en segundo lugar se ha trabajado bajo el supuesto de normalidad, muy habitual en el cálculo de depósitos de las CCLs. Por último, con el fin de profundizar en el estudio de los movimientos extremos que puedan agotar los depósitos de garantía exigidos por MEFF, se ha supuesto que los rendimientos diarios siguen una distribución asintótica basada en la *Teoría del Valor Extremo*. En concreto, tras estimar el estadístico de Pickands (expresión 8), se ha contrastado la hipótesis nula $H_0: \tau=0$. Dicha hipótesis, no se ha podido rechazar en ninguna de las series, con lo que la distribución que más se ajusta a nuestros datos ha resultado ser la distribución Gumbel (tipo I). Conviene aclarar que existen dos formas para esta distribución, una basada en los valores extremos más pequeños (*Gumbel mínimos*) y otra basada en los valores extremos más grandes (*Gumbel máximos*). Obviamente, sus funciones

de densidad y distribución son distintas, siendo estas últimas $F(x)=1-e^{-e^x}$ y $F(x)=e^{-e^{-x}}$, respectivamente.¹⁰

La Tabla 5 presenta los resultados del VaR para las tres distribuciones: histórica, normal y la basada en la *Teoría del Valor Extremo* (TVE). En los tres casos, se ha hecho distinción entre el riesgo que supone para la CCL la posición compradora y la posición vendedora. En ambas posiciones, se han calculado las medidas de VaR a un día dados cuatro niveles de cobertura (90%, 95%, 97% y 99%). En niveles de cobertura bajos, el VaR, en valor absoluto, bajo la distribución normal es mayor que para la distribución histórica. Lo contrario ocurre si nos fijamos en niveles de cobertura más rigurosos. Se pone de manifiesto que bajo un nivel de cobertura exigente, la distribución normal subestima el riesgo, como consecuencia del exceso de curtosis de la distribución de los datos históricos (véase Tabla 2).

[Tabla 5]

Centrándonos en los valores del VaR bajo el supuesto de una distribución TVE, se observa que dichos valores son siempre muy superiores a los obtenidos bajo la distribución de los datos históricos y bajo la distribución normal. Esto se cumple para todas las series y para todos los niveles de confianza. Esta diferencia se acentúa cuanto mayor es el nivel de cobertura exigido.

¹⁰ La distribución *Gumbel mínimos* se ha utilizado para calcular el VaR y el CVaR en la cola izquierda de la distribución, mientras que la distribución *Gumbel máximos* se ha utilizado en los casos positivos más extremos. Para abreviar, las estimaciones de los parámetros de ajuste a ambas distribuciones, al igual que los del ajuste a una distribución normal, no se presentan en este trabajo. No obstante, dichos resultados pueden solicitarse a los autores.

El VaR muestra un umbral (máximo o mínimo) de pérdidas, mientras que el CVaR nos informa de la pérdida esperada. La Tabla 6 recoge los valores del CVaR siguiendo el mismo esquema que en la Tabla 5. Tal y como era de esperar, las medidas del CVaR superan a las del VaR para cada distribución y para cada nivel de confianza. Independientemente del nivel de confianza exigido, los valores obtenidos en la distribución histórica quedan siempre por encima de los obtenidos bajo el supuesto de normalidad. Esto está provocado por el exceso de curtosis de la distribución histórica, que lleva a promediar, dado un nivel de confianza, valores superiores en la distribución histórica que en la normal. Con respecto a la distribución TVE, señalar que al igual que en VaR, las diferencias con respecto a las otras distribuciones son muy notables.

[Tabla 6]

c) Depósitos de Garantía y CVaR.

Los resultados obtenidos en la Tabla 6 permiten completar el análisis de simetría realizado en el primer apartado de esta sección. Para ello, se ha comparado el promedio de los casos más extremos (CVaR) a un lado y al otro de la distribución histórica y de la distribución de valor extremo.¹¹ En concreto, en ambos casos, nos hemos centrado en el valor del CVaR obtenido con un nivel de cobertura del 99%, pues es el más conservador y es en ese caso

¹¹ Los valores del CVaR de la distribución normal no se han tenido en cuenta puesto que acabamos de comprobar que subestiman, de forma muy significativa, el riesgo de la distribución histórica.

donde aparecen las mayores diferencias entre los depósitos de garantía que se tendrían que exigir a la posición larga y a la corta.

Si nos fijamos tan sólo en los valores de la distribución histórica de la Tabla 6, apenas se observan diferencias entre los promedios. Este resultado, coincide con el análisis de simetría realizado en términos de frecuencia. Además, si escogemos como significativa una desigualdad entre depósitos del 5%, las diferencias encontradas entre los valores del CVaR para comprador y vendedor no se podrían considerar como significativas, ya que la mayor diferencia se obtiene en la serie BBVA con tan sólo un 1%.¹² Por tanto, teniendo en cuenta la distribución de datos históricos, no se puede rechazar que los depósitos deban ser simétricos para ambas partes, coincidiendo este resultado con la simetría en los depósitos que actualmente exige MEFF.

Ahora bien, si por el contrario nos fijamos en la magnitud de los depósitos con respecto al $\pm 15\%$, exigido por MEFF, las diferencias sí parecen ser significativas. Los resultados obtenidos con el CVaR de la distribución histórica llevarían a unos depósitos muy inferiores a los exigidos por MEFF. La *sobrecarga* media (la diferencia media entre el depósito exigido por MEFF y el depósito que se exigiría a partir de la distribución histórica) ascendería a un 8.2% en las posiciones compradoras y a un 7.8% en las vendedoras. Por tanto, unas garantías del 15% no estarían justificadas por las medidas del CVaR de la distribución histórica.

¹² Se ha escogido como significativa una discrepancia del 5% dado que esa era la magnitud que separaba los depósitos exigidos al comprador (15%) y al vendedor (10%) en los futuros sobre IBEX-35 desde el 14/1/1992 hasta el 10/1/1997.

A continuación, se realiza la misma comparación bajo el supuesto de la distribución asintótica de valor extremo, se puede observar en la Tabla 6 que los depósitos bajo la distribución de TVE son más elevados que los que se obtienen a partir de la distribución histórica y están más próximos a los depósitos exigidos por MEFF. La mayor diferencia encontrada entre la posición compradora y vendedora se observa en la serie de Telefónica (2.8%). Esta diferencia puede parecer considerable, aunque si de nuevo tenemos en cuenta el criterio que tuvo MEFF (a la hora de separar los depósitos de garantía sobre el IBEX-35), no se puede considerar una diferencia significativa, con lo que, de nuevo, no se puede afirmar que los depósitos exigidos tanto al comprador como al vendedor deban ser asimétricos.

Por último, nos hemos centrado en las diferencias con respecto al $\pm 15\%$, exigido por MEFF. La *sobrecarga* media en este caso disminuye de forma importante ya que tan solo suponen una diferencia del 2% y del 3.2%, para las posiciones compradoras y vendedoras, respectivamente. Destaca, no obstante, el caso de Endesa en el que se dan importantes excesos en la posición larga (4.8%) y en la posición corta (4.6%). Por tanto, para esta serie, un depósito de garantía de $\pm 15\%$ es excesivo y supone un coste de oportunidad para aquellos usuarios de contratos de futuro sobre Endesa.¹³

¹³ Obsérvese, que si no se tuviera en cuenta el criterio de MEFF para considerar los depósitos simétricos, también habría una diferencia significativa para aquellos que vendiesen futuros sobre Repsol ya que la diferencia con respecto al 15% exigido por MEFF es 4.2%.

d) Depósitos de Garantía y riesgo overnight.

Los rendimientos con los que se ha trabajado, se han calculado teniendo en cuenta las diferencias logarítmicas en el precio de cierre, entre dos días consecutivos. Ahora bien, la cámara de compensación de MEFF permite que los depósitos de garantía se repongan hasta unos minutos antes de la apertura del mercado. Por tanto, desde el cierre del día t y hasta la apertura del día $t+1$, la CCL está expuesta al denominado riesgo *overnight*. Para verificar el control de este posible riesgo, se han construido nuevas series de rendimiento que comprenden desde el cierre en la sesión $t-1$ hasta la apertura en $t+1$. Con estas series se han realizado los mismos cálculos que en los 3 primeros apartados de esta sección. Los resultados obtenidos no difieren de forma significativa con respecto a los resultados de las Tablas 5 y 6, motivo por el cual no se presentan en el trabajo.

VI.- Conclusiones

Las cámaras de compensación y liquidación de los mercados de futuros, al subrogarse en las posiciones compradoras y vendedoras, se ven expuestas a un elevado riesgo de contrapartida. Con el fin de mitigar los riesgos de un posible incumplimiento del contrato por alguna de las partes, las cámaras han establecido una serie de mecanismos de protección entre los que destaca la solicitud de un depósito de garantía a todas las posiciones abiertas en el mercado de futuros. El cálculo de dichos depósitos ha sido objeto de muchos estudios, aunque según Knott y Mills (2002), ninguno de ellos ha profundizado

lo suficiente en dos aspectos: la asimetría de la distribución subyacente y la posibilidad de agotar las garantías ante cambios extremos en los precios.

En este trabajo se han tenido en cuenta los dos aspectos arriba mencionados a la hora de calcular los depósitos de garantía que MEFF tendría que exigir en los contratos de futuro sobre acción. El objetivo es dilucidar si las garantías exigidas por MEFF en estos momentos (15%) son adecuadas en cuanto a su magnitud y en cuanto a su no discriminación entre posiciones compradoras y vendedoras.

El análisis de asimetría de las frecuencias de los rendimientos positivos y negativos no ha detectado diferencias significativas. Por lo que, sobre todo para niveles de cobertura elevados, no se puede rechazar la ausencia de asimetría en los depósitos de garantía. El análisis de frecuencias se ha completado con el estudio de la magnitud de los casos extremos mediante el uso de medidas VaR y CVaR. Tras confirmar la escasa idoneidad de la distribución normal a la hora de establecer las garantías, se ha comprobado que los promedios de los casos mas extremos no se pueden considerar asimétricos ni en el caso de la distribución histórica ni bajo el supuesto de una distribución asintótica basada en la *Teoría del Valor Extremo*.

Además, se ha analizado si la magnitud del depósito exigido por MEFF es o no adecuada en cuanto a su importe. En este caso, si partimos de los datos de la distribución histórica, los depósitos exigidos por MEFF no estarían justificados y se podrían considerar excesivos. Ahora bien, si partimos de la distribución

asintótica del valor extremo, los valores obtenidos para los depósitos se acercan a las cuantías solicitadas por MEFF. Por tanto, bajo esta distribución, las garantías exigidas por MEFF no se podrían considerar excesivas en ninguna de las series excepto en el caso de Endesa, en el que sí se observa una sobrecarga en el depósito de garantía de, aproximadamente, un 5%.

Referencias Bibliográficas

- Acerbi, C., Nardio, C., y Sirtori, C. 2001. "Expected Shortfall as a Tool for Financial Risk Management". *Working Paper*.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.M., Heath, D. 1999. "Coherent Measures of Risk". *Mathematical Finance* 9, 203-208.
- Brooks, C.; Clare, A.D. ; Dalle Molle, J.W. y Persaud, G. 2005, "A comparison of extreme value theory approaches for determining value at risk", *Journal of Empirical Finance*, 12, 339– 352.
- Campbell, J.Y; Lo, A.W. y MacKinlay (1987). *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Cotter, J. 2001. "Margin exceedences for European stock index futures using extreme value theory". *Journal of Banking & Finance* 25, 1475-1502.
- Cotter, J. 2005. "Extreme risks in futures contracts". *Applied Economics Letters*, 12, 489–492.
- Corredor, P y Santamaría, R. 2001. "El efecto de la introducción de los derivados en la estabilidad del subyacente el caso español". *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*. 3: 123-134.
- Dutt, H. R. y Wein, I.L. 2003. "On the adequacy of single-stock futures margining requirements", *Journal of Futures Markets*, Vol. 23, No. 10, 989–1002.
- Farinós, J.E. 1999. "El efecto de los mercados de activos derivados sobre los respectivos mercados de activos subyacentes". *Esic-Market. Revista Internacional de Economía y Empresa*. 104, 33-56.
- Figlewski, S. 1984. "Margins and market integrity: Margin setting for stock index futures and options". *Journal of Futures Markets*, 4, 385–416.
- Gay, G. D., Hunter, W. C., y Kolb, R. W. 1986. A comparative analysis of futures contract margins. *The Journal of Futures Markets*, 6, 307–324.
- Hardouvelis, G. A. y D. Kim, 1995. "Margin requirements, price fluctuations, and market participation in metal futures". *Journal of Money, Credit, and Banking*; vol. 27, nº 3, 651-670.
- Knott, R. y Mills, A. 2002. "Modelling risk in central counterparty clearing houses: a review". *Financial Stability Review*.
- Lam, K., Sin, C., y Leung, R. 2002. "A theoretical Framework to Evaluate Different Margin-Setting Methodologies". *Working Paper*.
- Longin, F.M. 1996. "The Asymptotic Distribution of Extreme Stock Market Returns". *Journal of Business*, vol. 69, nº3, 383-408.
- Longin, F.M. 2000. "From value at risk to stress testing: The extreme value approach". *Journal of Banking and Finance* vol. 24, nº 7, 1097-1130.
- McNeil, A. J. 1999. "Extreme value Theory for Risk Managers". *Internal Modelling and CAD II, Risk Books*, pp. 93-113.
- Pardo, A. 1998. "Efectos de los mercados derivados sobre IBEX-35 en el activo subyacente". *Revista Española de Financiación y Contabilidad*. 27, 94, 99-128.
- Peiró, A. 1999. "Skewness in financial returns". *Journal of Banking & Finance* 23, 847-862.
- Peiró, A. 2002. "Skewness in individual stocks at different investment horizons". *Quantitative Finance* 2, 1-8.
- Peiró, A. 2004. "Asymmetries and tails in stock index returns: are their distributions really". *Quantitative Finance* 4, 37-44.
- Ruiz-Maya, L. y Martín Pliego, F. J. 1995. *Estadística II: Inferencia*. AC.
- Venegas, F. 2005. "Administración coherente de riesgos con futuros del MexDer". *Working Paper*.

Tabla 1.- Contratos de futuro sobre acción

En esta tabla se relacionan todos los contratos de futuro sobre acción que se negocian en MEFF. La primera columna indica el subyacente, la segunda la fecha de comienzo de la negociación de cada contrato. La tercera el depósito de garantía vigente (julio 2005) y las cuatro últimas columnas muestran los volúmenes negociados, expresado en número de contratos, durante los años 2001, 2002, 2003 y 2004. En negrita se ha señalado el subyacente de los cinco contratos de futuro mas negociados. Esta tabla se ha elaborado a partir de la información recogida en la Circular 07/04 de MEFF y en las *Estadísticas anuales de MEFF* (véase www.meff.com).

Activo Subyacente	Fecha de Comienzo	Depósito de Garantía	Volumen Negociado			
			2001	2002	2003	2004
ALTADIS	1 Marzo 2004	15%	-	-	-	43416
BBVA	11 Enero 2001	15%	2198531	2066029	2079511	1946847
ENDESA	11 Enero 2001	15%	218839	749100	740592	464010
GAS NATURAL	1 Marzo 2004	15%	-	-	-	16450
IBERDROLA	6 Mayo 2002	15%	-	409396	534209	415792
INDITEX	6 Mayo 2002	25%	-	21018	48878	51751
POPULAR	1 Marzo 2004	15%	-	-	-	42762
REPSOL	11 Enero 2001	15%	377567	539206	652611	887386
SANTANDER	11 Enero 2001	15%	2023508	3336803	3523206	3465847
TEL.MOVILES	6 Mayo 2002	15%	-	20578	42407	59018
TELEFONICA	11 Enero 2001	15%	3947920	5406975	4781676	4612936
TERRA	6 Mayo 2002	25%	-	96081	89478	48584
			8766365	12645186	12492568	12054799

Tabla 2.- Estadísticos descriptivos de las series de rendimientos diarios

La muestra total comprende 1013 rendimientos calculados a partir de las series de precios de cierre (enero 2001-enero 2005). La primera fila muestra el subyacente estudiado. μ indica la media de las series expresada en porcentaje. t-est representa el estadístico que contrasta la hipótesis nula de $\mu=0$. Max (Min) indican el máximo (mínimo) de las series de rendimientos diarios. σ muestra la desviación típica de las series. S muestra el coeficiente de asimetría calculado como el momento central de orden 3 dividido por el cubo de la desviación típica. K el coeficiente de curtosis calculado como el momento central de orden 4 dividido por la potencia cuarta de la desviación típica. BJ recoge el estadístico de Bera-Jarque que contrasta la hipótesis de normalidad. El asterisco indica significatividad al 5% y el doble asterisco significatividad al 1%.

	BBVA	BSCH	ENDESA	REPSOL	TELEFÓNICA
μ	-0.011	-0.012	0.007	0.016	-0.015
t-est	-0.156	-0.174	0.137	0.287	-0.219
Max	10.483	9.623	8.307	11.250	13.263
Min	-8.011	-11.169	-7.473	-8.176	-8.737
σ	2.241	2.353	1.693	1.791	2.166
S	0.244**	0.085	-0.167*	0.097	0.290**
K	5.092**	5.224**	6.020**	6.802**	5.779**
BJ	194.786**	209.895**	389.564**	611.711**	340.181**

Tabla 3.- Contrastes no paramétricos

Test W indica el valor del estadístico de Wilcoxon que contrasta la hipótesis nula de que la distribución de los excesos de rendimientos positivos y negativos provengan de poblaciones diferentes con una característica común, que en este caso es la mediana. Test ST recoge el valor del estadístico de Siegel-Tukey que contrasta la hipótesis nula de que los excesos de rendimiento positivos y negativos provengan de poblaciones diferentes con el mismo parámetro de escala. Test KS muestra el estadístico del test de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras que tiene como hipótesis nula la igualdad entre las funciones de distribución empíricas de cada una de las muestras, frente a la hipótesis alternativa de que tengan diferente función de distribución. NSC indica el nivel de significación crítico de cada contraste.

	Test W	NSC	Test ST	NSC	Test KS	NSC
BBVA	2.006	0.045	2.698	0.101	0.082	0.061
BSCH	2.889	0.004	1.884	0.170	0.098	0.015
ENDESA	0.044	0.965	1.833	0.176	0.051	0.528
REPSOL	0.142	0.887	1.175	0.279	0.052	0.498
TELEFÓNICA	2.275	0.023	1.069	0.301	0.117	0.002

Tabla 4.- Test de igualdad de probabilidad

En la primera columna se indica el número de observaciones extremas consideradas, independientemente de su signo. La columna -/+ separa el número de realizaciones de excesos de rendimientos negativos de los rendimientos positivos. NSC muestra el nivel de significación crítico correspondiente al test de igualdad de probabilidad de los excesos de rendimiento positivos y negativos.

	BBVA		BSCH		ENDESA		REPSOL		TELEFONICA	
Ranking	-/+	NSC	-/+	NSC	-/+	NSC	-/+	NSC	-/+	NSC
10	4/6	0.343	2/8	0.027	7/3	0.114	6/4	0.343	3/7	0.114
20	9/11	0.502	8/12	0.264	12/8	0.264	13/7	0.118	10/10	0.823
30	13/17	0.361	11/19	0.100	18/12	0.201	15/15	0.855	14/16	0.584
40	17/23	0.268	18/22	0.429	22/18	0.429	19/21	0.635	16/24	0.155
50	24/26	0.671	23/27	0.480	28/22	0.322	23/27	0.480	22/28	0.322

Tabla 5.- Resultados de las estimaciones del VaR

Resultados de las estimaciones del VaR. Histórica recoge los resultados para los datos de la distribución histórica. Normal indica la medida de VaR bajo el supuesto de normalidad. TVE muestra la medida de riesgo VaR bajo el supuesto de que los rendimientos diarios siguen una distribución asintótica basada en la teoría del valor extremo. Las estimaciones se presentan para las dos posiciones de riesgo a las que se enfrenta la cámara de compensación y para cuatro niveles de confianza (90%, 95%, 97% y 99%).

Cobertura frente al comprador					Cobertura frente al vendedor			
BBVA	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-6.0	-4.4	-3.4	-2.6	2.5	3.8	4.6	6.3
Normal	-5.2	-4.2	-3.7	-2.9	2.9	3.7	4.2	5.2
TVE	-11.1	-8.1	-6.8	-4.8	4.2	5.9	7.2	9.8
BSCH	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-5.8	-4.8	-3.9	-3.0	2.6	3.7	5.0	6.7
Normal	-5.5	-4.4	-3.9	-3.0	3.0	3.9	4.4	5.5
TVE	-11.2	-8.2	-6.8	-4.9	4.8	6.7	8.1	11.1
ENDESA	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-5.3	-3.3	-2.8	-1.9	1.8	2.5	3.2	4.7
Normal	-3.9	-3.2	-2.8	-2.2	2.2	2.8	3.2	4.0
TVE	-8.2	-6.1	-5.0	-3.6	3.7	5.1	6.2	8.4
REPSOL	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-5.3	-3.5	-2.9	-2.0	1.9	3.1	3.7	4.6
Normal	-4.2	-3.4	-2.9	-2.3	2.3	3.0	3.4	4.2
TVE	-9.9	-7.3	-6.1	-4.4	3.8	5.3	6.4	8.7
TEF	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-5.8	-4.1	-3.4	-2.6	2.3	3.6	4.4	5.9
Normal	-5.1	-4.1	-3.6	-2.8	2.8	3.6	4.1	5.0
TVE	-11.8	-8.7	-7.3	-5.2	4.1	5.8	7.0	9.6

Tabla 6- Resultados de las estimaciones del CVaR

Resultados de las estimaciones del CVaR. Histórica recoge los resultados para los datos de la distribución histórica. Normal indica la medida de CVaR bajo el supuesto de normalidad. TVE muestra la medida de riesgo CVaR bajo el supuesto de que los rendimientos diarios siguen una distribución asintótica basada en la teoría del valor extremo. Las estimaciones se presentan para las dos posiciones de riesgo a las que se enfrenta la cámara de compensación y para cuatro niveles de confianza (90%, 95%, 97% y 99%).

Cobertura frente al comprador					Cobertura frente al vendedor			
BBVA	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-7.0	-5.7	-5.0	-4.0	4.2	5.4	6.3	8.0
Normal	-6.0	-5.1	-4.6	-3.9	3.9	4.6	5.1	6.0
TVE	-13.8	-10.8	-9.4	-7.6	6.6	8.3	9.5	12.2
BSCH	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-7.5	-6.0	-5.3	-4.3	4.4	5.6	6.5	8.2
Normal	-6.3	-5.4	-4.9	-4.1	4.1	4.8	5.3	6.3
TVE	-13.9	-10.9	-9.5	-7.6	7.6	9.4	10.8	13.8
ENDESA	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-6.2	-4.9	-4.1	-3.2	3.0	3.8	4.6	5.9
Normal	-4.5	-3.8	-3.5	-3.0	3.0	3.5	3.9	4.5
TVE	-10.2	-8.0	-7.0	-5.6	5.7	7.1	8.2	10.4
REPSOL	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-6.4	-4.9	-4.2	-3.2	3.4	4.3	4.9	6.3
Normal	-4.8	-4.1	-3.7	-3.1	3.2	3.7	4.1	4.8
TVE	-12.3	-9.7	-8.4	-6.8	6.0	7.4	8.5	10.8
TEF	99%	97%	95%	90%	90%	95%	97%	99%
Histórica	-6.8	-5.4	-4.7	-3.9	4.0	5.1	6.0	7.7
Normal	-5.8	-4.9	-4.5	-3.8	3.8	4.5	4.9	5.8
TVE	-14.7	-11.6	-10.1	-8.1	6.5	8.1	9.3	11.9

Figura 1. Función de densidad y riesgo de incumplimiento

Función de densidad del rendimiento del contrato de futuro a un día. $(1-2q)$ indica el nivel de cobertura exigido por la CCL al comprador y vendedor. D representa el depósito de garantía exigido a las partes a partir del nivel de cobertura exigido. En este ejemplo, se ha supuesto que a ambas partes se les exige el mismo depósito de garantía

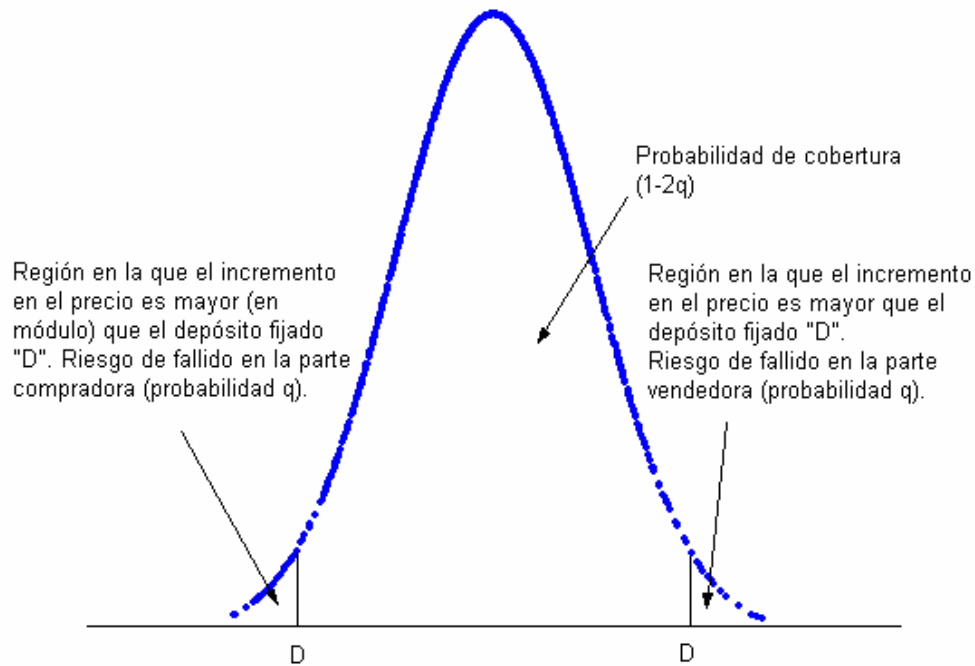


Figura 2.- Función densidad, VaR y CVaR.

Función de densidad del rendimiento del contrato de futuro a un día en la que se han señalado las medidas de riesgo VaR y CVaR. En este caso, se representa la exposición al riesgo sufrida por parte de la CCL ante una posición larga en un contrato de futuro partiendo de un nivel de cobertura $(1-q)$.

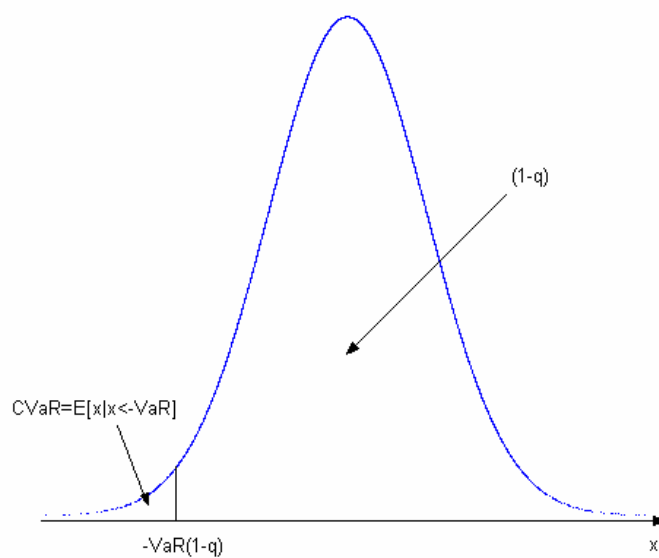


Figura 3.-Histogramas de los excesos de rendimientos diarios.

Histogramas de las series de excesos de rendimientos diarios de las cinco series estudiadas. Los histogramas se han construido a partir de los siguientes intervalos $(-\infty, -0.05)$, $(-0.05, -0.04)$... $(-0.01, 0.0)$, $(0.0, 0.01)$... $(0.04, 0.05)$, $(0.05, +\infty)$.

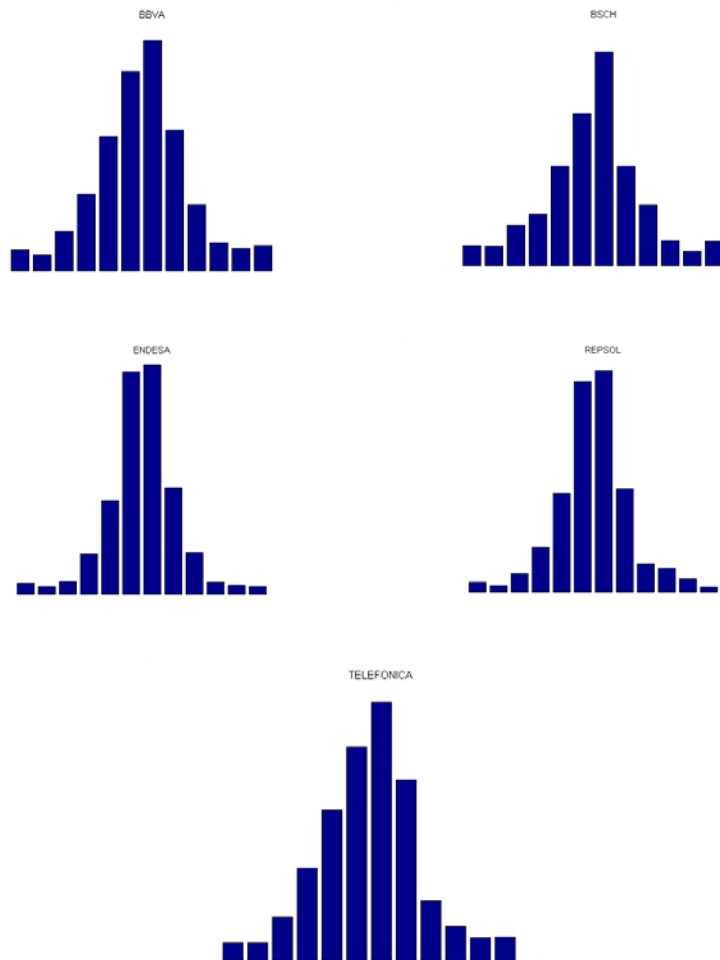


Figura 4.- Frecuencia relativa de los excesos de rendimiento diarios.

Frecuencia relativa de los excesos de rendimientos positivos y negativos en valor absoluto para cada una las cinco series. En cada gráfica se representa, en las ordenadas, la frecuencia relativa y en las abscisas, los excesos de rendimientos diarios en valor absoluto calculados en intervalos de 1%.

