



Universidad Complutense

**Doctorado en
Finanzas de Empresa**
(ISSN: 1698-8183)

***Documento de Trabajo
0801***



Universidad Autónoma

**ANÁLISIS DE LOS PRECIOS CONTADO Y FUTURO DEL
IBEX-35 EN INTERVALOS DE 1 Y 5 MINUTOS PARA EL
AÑO 2003**

Autor: Mariano MENDEZ SUAREZ

2008

ANÁLISIS DE LOS PRECIOS CONTADO Y FUTURO DEL IBEX-35 EN INTERVALOS DE 1 Y 5 MINUTOS PARA EL AÑO 2.003

Mariano Méndez Suárez

*Departamento de Economía Financiera y Contabilidad III
Universidad Complutense de Madrid, España.*

mariano.mendez@ccee.ucm.es

Resumen

En el presente estudio se analiza la autocorrelación, correlación cruzada, dependencia en volatilidad y ratio de cobertura entre el Índice IBEX 35 y el Futuro sobre el Índice IBEX 35 tomando precios en intervalos de 1, 5 minutos y un día, durante el año completo de 2003.

Abstract

In the present paper we analyze the autocorrelation, cross-correlation (lead lag relation) and volatility dependence of the Spanish IBEX 35 stock index and its Future Index using prices in 1, 5 minutes and one day interval during the whole year of 2003.

Clasificación JEL: G13, G14, G15

INTRODUCCIÓN

Un índice de Bolsa es una media ponderada de precios de acciones que se corresponde con las expectativas actuales de generación de flujos de caja de las empresas que lo componen.

Los índices varían cada vez que entra una nueva información al mercado, ya sea la información que se refiere a un sólo valor o sector de valores o bien información que tendrá efecto sobre el mercado en su conjunto.

Si aplicamos el concepto de "cash&carry", los índices a futuro corresponden a los valores al contado capitalizados a su vencimiento al tipo de interés y tasa de dividendos actuales en el mercado.

Siguiendo esta premisa, las fuentes de variación de los precios a futuro, serán:

1.- El índice al contado. Se espera que el índice a futuro varíe en la misma proporción que el de contado, como cabía esperar, los movimientos del índice al contado son los que dan la mayor fuente de variación.

2.- El número de días para el vencimiento del contrato. Se espera una disminución gradual de la diferencia entre precios al contado y precios a futuro según se agota la vida del contrato.

3.- Variaciones de los tipos de interés o de la tasa de dividendo. Variando el precio a futuro proporcionalmente.

Por lo tanto, siempre que entra una nueva información al mercado hay una variación de los índices tanto al contado como a futuro.

Siguiendo este razonamiento, lo lógico sería pensar que tras la nueva noticia exista una variación en el índice al contado que se traslade al precio a futuro.

Sin embargo, normalmente las variaciones en los niveles de precios suelen tener unos movimientos previos y más drásticos en los precios de los futuros. Estas variaciones son seguidas o no, por el contado, dependiendo de que el precio de la acción asimile la nueva información.

En el presente estudio analizaremos el grado de aleatoriedad de las series de ticks del Futuro sobre el Ibex y minuto a minuto, cada cinco minutos y diaria del Futuro y contado del Ibex. Incluyendo un análisis de la volatilidad de ambos índices y su dependencia temporal a través de modelos GARCH explicados por Diebold y Lopez (1995).

Por otro lado buscaremos el grado de autocorrelación de estos movimientos y el grado de correlación cruzada (*lead-lag relation*) para verificar si el precio a futuro predice los movimientos al contado y en que medida lo hace. Utilizaremos alguna de las metodologías expuestas por Chan (1992), Modest y Sundaresan (1983), Herbst, McCormack y West (1987).

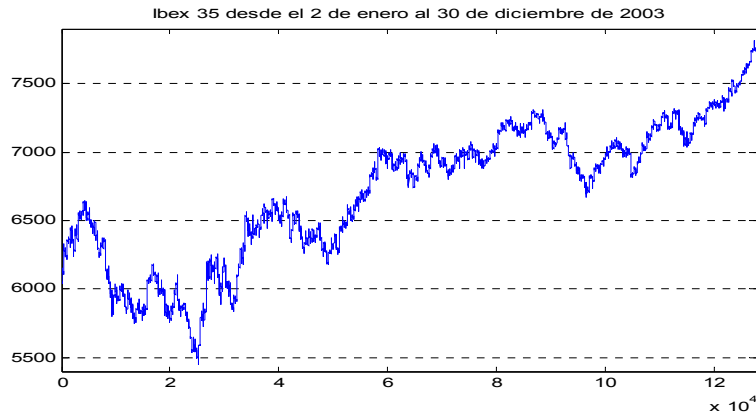
Para terminar analizaremos mediante el método de regresión de mínimos cuadrados la relación entre los precios contado y futuro con el objeto de analizar la variación a lo largo del tiempo y usando distintos intervalos de medición de la β de la cobertura.

LA MUESTRA

Se han utilizado datos del Ibex a contado y del índice a Futuro sobre el Ibex, proporcionados por Meff (Mercado de Futuros español).

Este hecho es importante, ya que al estudiar datos de alta frecuencia nos permite tener la certeza de que las dos series son absolutamente contemporáneas en el tiempo al estar medidas ambas en el servidor de Meff.

Se usan los precios desde el 2 de enero hasta el 30 de diciembre de 2003 lo cual corresponde a 250 días.



Los datos proporcionados por Meff consisten en una serie del minuto a minuto del precio del Ibex y de todos los ticks del Futuro sobre el índice. A partir de ellos, se obtienen cuatro conjuntos distintos de datos que se analizan por separado.

En los tres casos se toma la primera diferencia para desestacionalizar la serie, con lo cual tenemos una serie de variaciones del precio en puntos de índice y de esta forma evitamos el cálculo de rendimientos infinitesimales.

En el caso del futuro siempre se utilizan los precios del contrato más líquido.

Datos minuto a minuto

Para homogeneizar los datos se ha aplicado el mismo criterio usado por Meff para la obtención de la serie del minuto del Ibex en la obtención de los datos del minuto del Futuro a partir de sus ticks.

Se utiliza para ambos índices la primera variación en el índice dentro del minuto que se registra. En el caso de que hubiera algún minuto en el que no hubiera habido negociación se usa el precio del minuto anterior.

En cuanto a la franja horaria sólo tomamos los periodos comprendidos entre las 9:00 y las 17:30 horas.

En total se cuenta con 127.750 datos correspondientes a 250 días de negociación con 511 observaciones por día.

Datos cada 5 minutos

Se obtienen de la serie anterior las variaciones de los índices cada 5 minutos para lo cual se han separado de ambas series los datos correspondientes a valores de observaciones cuya última cifra de minuto acabe en 0 ó en 5.

Tenemos por tanto 25.750 datos correspondientes a 250 días de negociación con 103 observaciones por día.

Datos diarios

Se obtiene de la serie de 1 minuto la cotización de ambos índices a las 17:30 de la tarde, obteniendo 250 observaciones.

Ticks del Índice a Futuro

La serie del índice a futuro en ticks consta de 1.158.777 observaciones correspondientes a todos los ticks ocurridos en el mercado desde su apertura hasta su cierre durante el periodo que va desde el 2 de enero de 2003 hasta el 30 de diciembre de 2003, es decir, 250 días de negociación

DATOS CADA MINUTO

Frecuencias de variación de los Índices en intervalos de 1 minuto

Las dos series muestran un comportamiento distinto en cuanto a las frecuencias de variación como se puede ver en los gráficos 1 y 2.

Gráfico 1

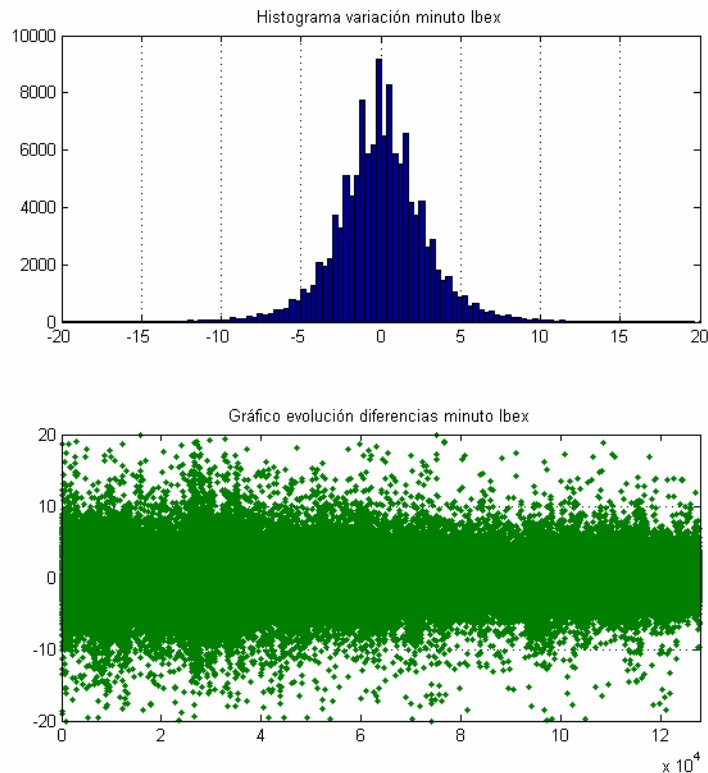
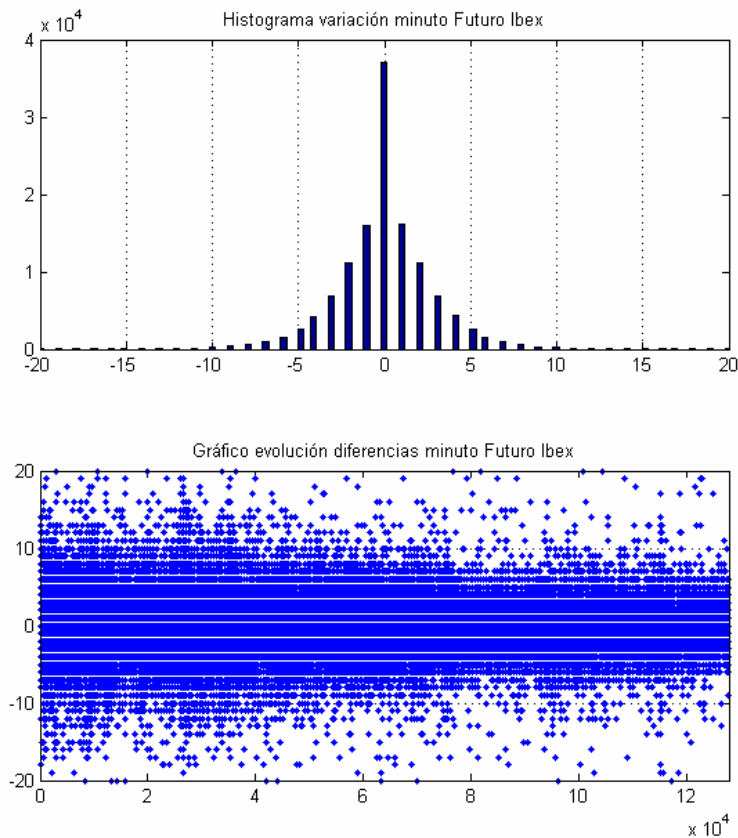


Gráfico 2



En el caso del gráfico 1, correspondiente al Ibex, observamos que las variaciones se distribuyen de una forma relativamente uniforme a lo largo de la muestra.

En el caso del gráfico 2, correspondiente al Futuro sobre el Ibex, se observa el efecto que produce en este índice que se negocie usando números enteros, lo cual provoca que las variaciones sean a saltos. Con lo cual se restan posibilidades de variación de los precios en el ajuste entre contado y futuro.

Para los dos casos observamos unos valores muy elevados de Kurtosis, aunque esta es menor para el Ibex que tiene un valor de 167,61 que para el Ibex Futuro que tiene un valor de 242,59.

También observamos en ambos casos valores bajos de asimetría que corresponden a 0,99 para el Ibex y 0,96 para el Ibex Futuro lo que implica que las variaciones están levemente sesgadas hacia la derecha.

Porcentajes de variación de los Índices en intervalos de 1 minuto.

Tabla 1

Valores	Ibex	Futuro Ibex
≤ -10	0.56%	0.69%
≤ -9 y > -10	0.23%	0.30%
≤ -8 y > -9	0.34%	0.46%
≤ -7 y > -8	0.57%	0.76%
≤ -6 y > -7	0.96%	1.23%
≤ -5 y > -6	1.62%	2.05%
≤ -4 y > -5	2.81%	3.23%
≤ -3 y > -4	5.17%	5.34%
≤ -2 y > -3	8.79%	8.70%
≤ -1 y > -2	13.48%	12.58%
< 0 y > -1	14.72%	0.00%
0	1.87%	29.07%
> 0 y < 1	14.61%	0.00%
≥ 1 y < 2	13.28%	12.66%
≥ 2 y < 3	8.62%	8.72%
≥ 3 y < 4	5.15%	5.41%
≥ 4 y < 5	2.83%	3.37%
≥ 5 y < 6	1.66%	2.05%
≥ 6 y < 7	0.95%	1.21%
≥ 7 y < 8	0.59%	0.78%
≥ 8 y < 9	0.36%	0.43%
≥ 9 y < 10	0.22%	0.28%
≥ 10	0.62%	0.70%

En el caso del Ibex, los mayores porcentajes de variación se dan en los intervalos mayores que 0 y menores que 1 punto tanto en variaciones positivas como negativas.

Y en los intervalos entre 1 y 2 puntos igualmente en variaciones positivas y negativas.

El índice solo mantiene su valor en un 1,87 % de los casos lo cual es lógico dado que se obtiene de una cesta de 35 valores.

Sin embargo en el caso del Futuro, el intervalo de mayor ocurrencia es el de no variaciones del índice que corresponden a un 29,07% de las observaciones.

Este hecho puede sugerir que si hubiera un índice que pudiera variar en intervalos no enteros se introduciría una mayor volatilidad en las zonas de variaciones menores del índice, favoreciendo el ajuste con el contado.

Después del 0 los valores que más se repiten son los que se sitúan entre el 1 y el 2, tanto en variaciones positivas o negativas y que corresponden en conjunto a un total del 25,24% de la muestra.

De la tabla 1 podemos observar que en el caso del contado un total del 57,96 % de las observaciones corresponden a variaciones de entre -2 y 2 puntos, respecto a un total de variaciones del 63 % para el Futuro del Ibex en el mismo intervalo.

Aleatoriedad de las muestras en intervalos de 1 minuto

Para analizar la posible o no aleatoriedad de las muestras en intervalos de 1 minuto se ha usado el Test de Runs (o Test de Rachas).

El Test de Runs es una metodología no paramétrica que mide la aleatoriedad en series temporales sin basarse en la hipótesis de la Distribución Normal de la muestra.

Un "Run" se define como una secuencia de elementos probables. En este caso, los elementos probables se refieren al número de variaciones positivas y negativas.

El Test de Runs se realiza a través de las siguientes formulas:

$$E(R) = \frac{2(N_1 \times N_2)}{N_1 + N_2} + 1; \quad S = \frac{2(N_1 \times N_2)(2 \times N_1 \times N_2 - N_1 - N_2)}{(N_1 + N_2)^2 (N_1 + N_2 - 1)}; \quad Z = \left| \frac{R - E(R)}{\sqrt{S}} \right|$$

Donde N_1 y N_2 son el número de rendimientos positivos y negativos respectivamente.

R es el número total de cambios de signos (de positivo a negativo y de negativo a positivo).

$E(R)$ es el número esperado de cambios de signos.

S es la varianza de R .

Z es el test estadístico utilizado para el contraste. Un valor de Z mayor de 1,96 para cualquier muestra indica la no aleatoriedad de la serie.

Tabla 2

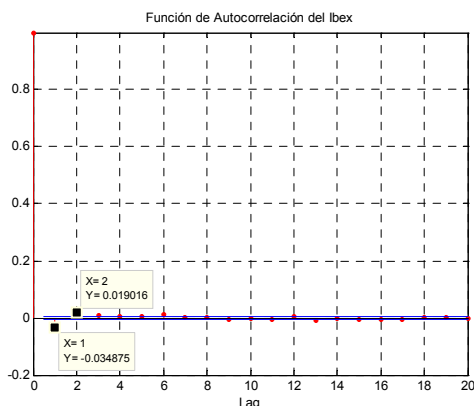
Ibex	Futuro Ibex
35,80	16,36

Los resultados del Test de Runs se pueden observar en la Tabla 2. Podemos ver que en ambos casos el estadístico nos da valores muy por encima del 1,96 y por lo tanto podemos entender que la serie no sigue un proceso aleatorio.

El valor del Futuro sobre el Ibex es inferior al del Ibex lo que podría denotar una mayor aleatoriedad de esta serie.

Autocorrelación

Gráfico 3

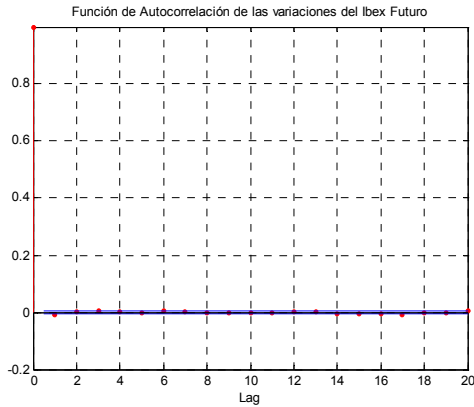


En el gráfico 3 observamos la Función de Autocorrelación del índice Ibex para los 20 primeros retardos, observamos valores significativos dentro de 2 desviaciones típicas para el primer y segundo retardo.

El primer retardo tiene un valor negativo y el segundo positivo.

No obstante, estos valores son muy pequeños y nos pueden hablar de un nivel mínimo de autocorrelación en la serie.

Gráfico 4



En el gráfico 4 observamos para la serie de variaciones del precio a Futuro valores de autocorrelación aún menores que en el caso de la serie al contado.

Excepto el primer retardo que está minimamente por encima del valor de 2 desviaciones típicas, el resto de los valores se encuentran dentro de estos límites.

Y se puede considerar que no existe autocorrelación en la muestra.

Heterocedasticidad

Las Funciones de Autocorrelación de las variaciones al cuadrado pueden indicar una correlación significativa en los momentos de segundo orden.

Para comprobar este hecho, hemos obtenido los gráficos de las variaciones de los precios al cuadrado de ambos índices.

Gráfico 5

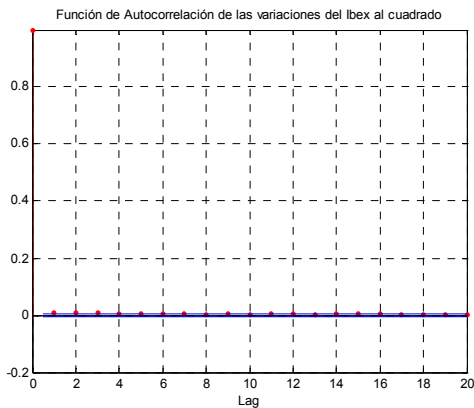
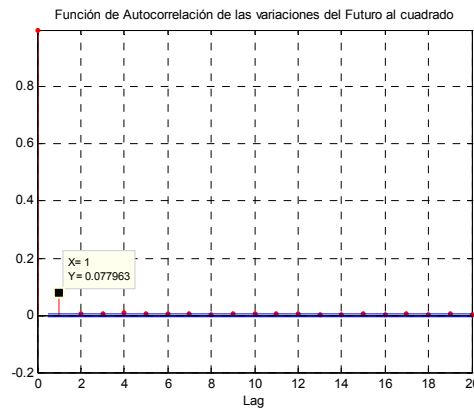


Gráfico 6



Podemos observar en el gráfico 5, que corresponde al valor de las variaciones de precios al cuadrado del Ibox, que hay valores mayores de 2 desviaciones típicas en los tres primeros retardos en la Función de Autocorrelación, lo que puede indicar que la serie no tiene varianza constante.

En el caso del gráfico 6 correspondiente a los valores de las variaciones de los precios del Futuro al cuadrado, el valor del primer retardo es claramente significativo por lo cual también podemos entender que nos encontramos ante una serie que tampoco tiene varianza constante.

Estos hechos nos indican que nos podemos encontrar ante procesos GARCH.

Hemos estimado los valores de estos procesos para ambas series y sus resultados se encuentran en las tablas 3 y 4.

Tabla 3

GARCH(1,1) Variaciones Índice a Contado			
Parámetro	Valor	σ	Estadístico T
K	0,18617	0,00107210	173,65
GARCH(1)	0,91643	0,00023994	3.819,47
ARCH(1)	0,08358	0,00026308	317,68

La serie de variaciones del Ibex puede asociarse a una ecuación del tipo:

$$\sigma_t^2 = 0,18617 + 0,91643 \sigma_{t-1}^2 + 0,08358 \varepsilon_{t-1}^2$$

Tabla 4

GARCH(1,1) Variaciones Índice a Futuro			
Parámetro	Valor	σ	Estadístico T
K	0,08808	0,0003158	278,91
GARCH(1)	0,96837	0,0000584	16.585,20
ARCH(1)	0,02882	0,0000569	506,19

Y la serie de variaciones del Futuro se puede asociar a una ecuación del tipo:

$$\sigma_t^2 = 0,08808 + 0,96837 \sigma_{t-1}^2 + 0,02882 \varepsilon_{t-1}^2$$

Observamos en las tablas 3 y 4 que los valores para la estimación de los modelos GARCH(1) y ARCH(1) tienen un estadístico T elevado con lo cual podemos concluir que estos son significativos y que la varianza de ambas series tiene dependencia respecto al retardo anterior.

DATOS CADA 5 MINUTOS

Frecuencias de variación de los Índices en intervalos de 5 minuto

Gráfico 7

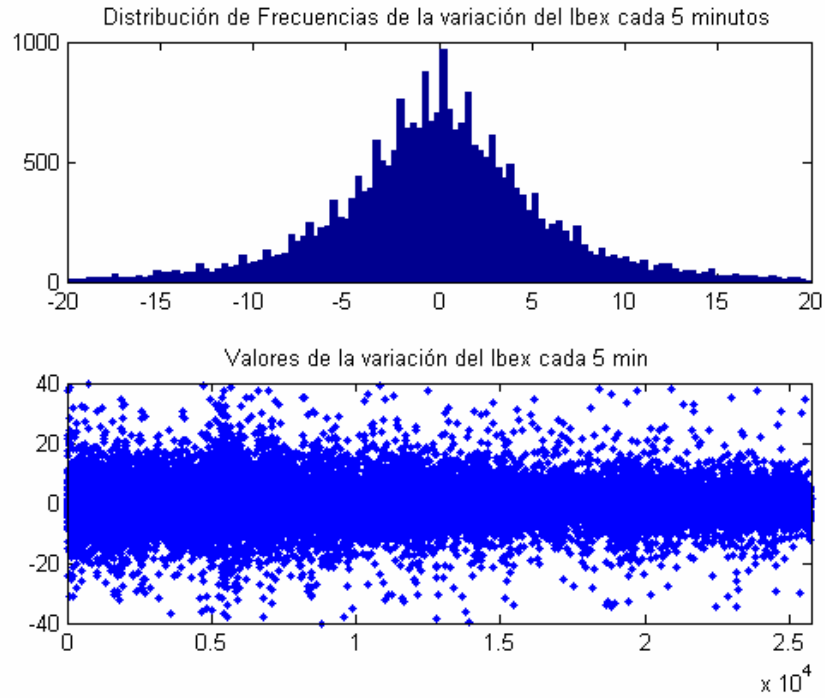
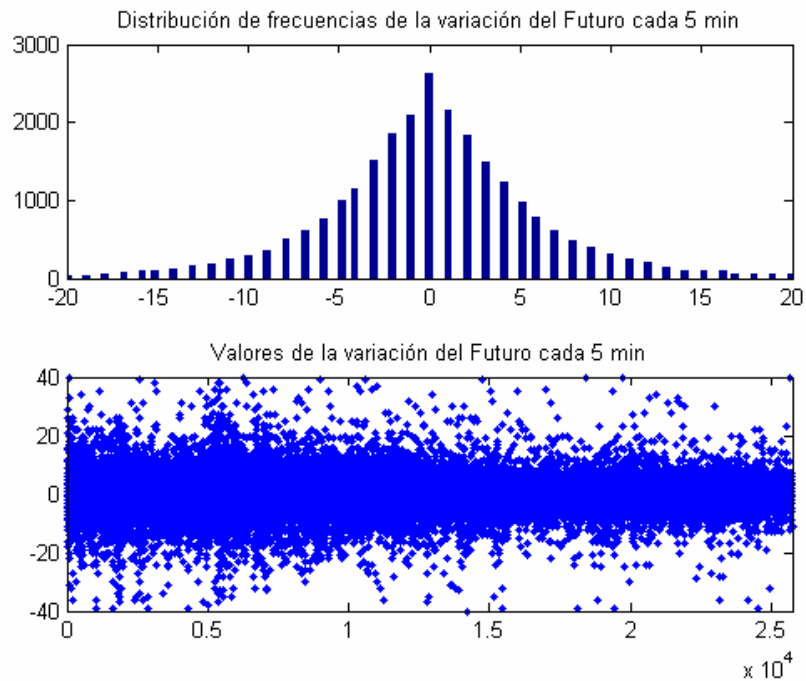


Gráfico 8



Seguimos observando en la serie a futuro una distribución que no es continua debido al hecho comentado anteriormente de los cambios sólo en valores enteros del índice.

Observamos que tanto el valor de la Kurtosis del Ibex como la del Futuro han descendido mucho, situándose en valores de 38,64 y 49,12 respectivamente.

Para el caso de la simetría, estos valores también han descendido y son de 0,59 para el Ibex y 0,34 para el Futuro.

Test de Runs

También observamos que los valores del Test de Runs se sitúan mucho más cercanos a los que nos indican series aleatorias, siendo para el Ibex de 3,03 y de 1,16 para el Futuro. En este último caso estando por debajo del valor crítico de 1,96.

Autocorrelación

Computadas las funciones de Autocorrelación observamos valores minimamente significativos para el Ibex y no significativos para el Futuro.

Heterocedasticidad

Observamos que seguimos teniendo series con varianza no constante. Aunque el coeficiente asociado al valor anterior de la varianza ha disminuido y ha aumentado el término referido a la parte aleatoria. En ambos casos aunque siguen siendo muy significativos han disminuido los valores del estadístico T respecto a la serie de 1 minuto.

Tabla 5

GARCH(1,1)		Variaciones Índice a Contado		
Parámetro	Valor	σ	Estadístico T	
K	1.76170	0.0326020	54.0369	
GARCH(1)	0.84638	0.0014622	578.8414	
ARCH(1)	0.15211	0.0018246	83.3664	

La serie de variaciones del Ibex puede asociarse a una ecuación del tipo:

$$\sigma_t^2 = 1,76170 + 0,84638 \sigma_{t-1}^2 + 0,15211 \varepsilon_{t-1}^2$$

Tabla 6

GARCH(1,1)		Variaciones Índice a Futuro		
Parámetro	Valor	σ	Estadístico T	
K	2.46310	0.0350160	70.3428	
GARCH(1)	0.85689	0.0012153	705.0539	
ARCH(1)	0.12298	0.0011898	103.362	

La serie de variaciones del Ibex Futuro puede asociarse a una ecuación del tipo:

$$\sigma_t^2 = 2,46310 + 0,85689 \sigma_{t-1}^2 + 0,12298 \varepsilon_{t-1}^2$$

DATOS DIARIOS

Frecuencias de variación de los Índices en intervalos diarios

Observamos las frecuencias para el índice a contado y el índice a futuro.

Gráfico 9

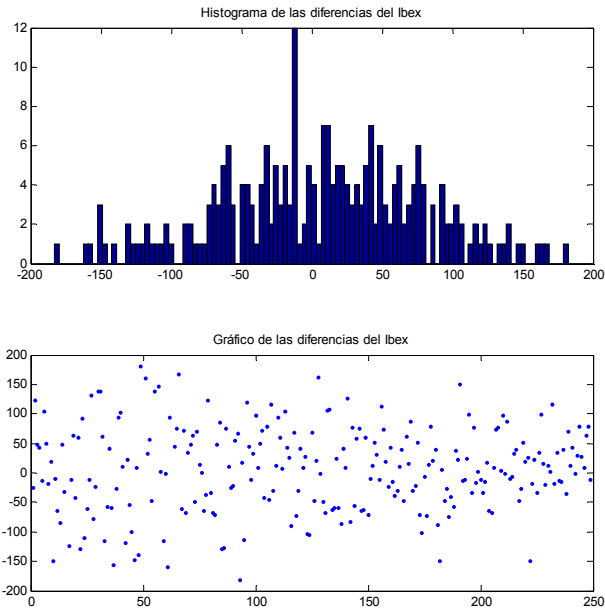
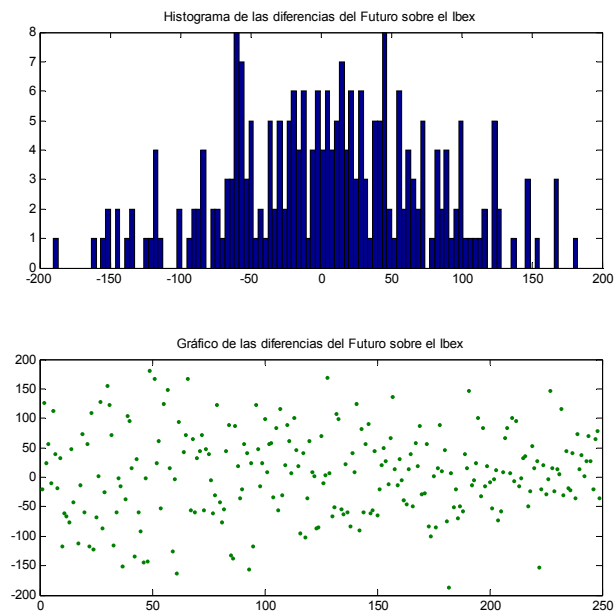


Gráfico 10



Los valores de Kurtosis son para ambos casos de 3.45. Y los valores de simetría son de -0,092 para las diferencias del Ibex y de -0,024 para las diferencias del Índice a Futuro.

Test de Runs

Los valores del Test de Runs nos indican que las dos muestras se sitúan bastante por debajo del valor de 1,96 por lo cual sería un indicador de aleatoriedad. Estos valores son de 0,56 para el Ibex y 0,3 para el futuro.

Autocorrelación

Gráfico 11

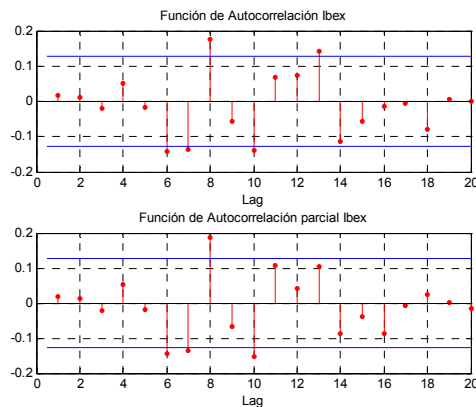
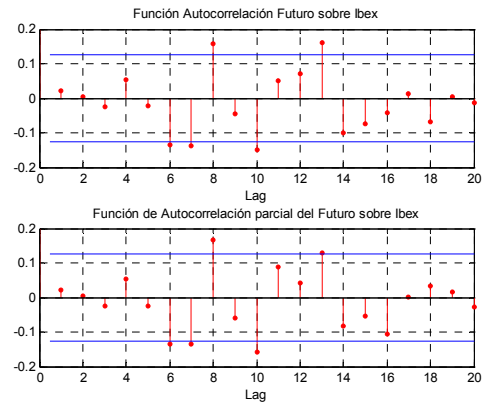


Gráfico 12



En ambos casos son significativas las autocorrelaciones en los retardos 8 y 13 y en menor medida el retardo 10.

Analizados los modelos autorregresivos obtenidos, resulta que en ambos casos corresponden a un modelo ARMA (8,8), para los cuales obtenemos valores de T significativos y en ambos casos con un R^2 del 9%.

Los modelos autorregresivos estimados corresponden a las siguientes ecuaciones:

Para las diferencias del Ibex:

$$Ibex_t = -0,7873 \cdot Ibex_{t-8} + 0,9222\varepsilon_{t-8} + \varepsilon_t$$

Para las diferencias del Futuro:

$$Futuro_t = -0,8065 \cdot Futuro_{t-8} + 0,9221\varepsilon_{t-8} + \varepsilon_t$$

Heterocedasticidad

Analizamos ahora los modelos a los que corresponde la varianza de las desviaciones y obtenemos los siguientes resultados:

Para el Ibex:

$$\sigma_t^2 = 0,95108 \sigma_{t-1}^2 + \varepsilon_t$$

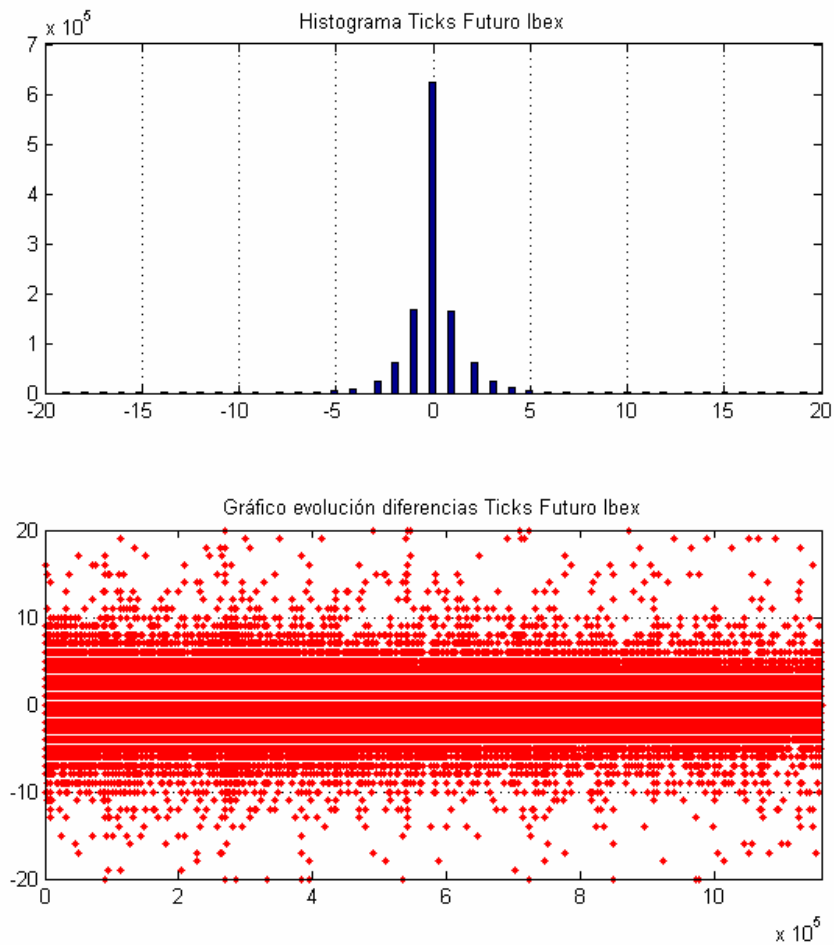
Para el futuro:

$$\sigma_t^2 = 0,94321 \sigma_{t-1}^2 + \varepsilon_t$$

En este caso no sería representativa introducida por el valor aleatorio retardado y sólo se referiría al valor de la varianza en el periodo anterior.

LA SERIE DEL INDICE A FUTURO EN TICKS

Gráfico 13



Observamos en el histograma de las frecuencias de variación que el valor que más se repite es 0, representando aproximadamente un 50% de la muestra.

La Kurtosis ha subido hasta 728,03 como consecuencia de este hecho respecto a la serie minuto a minuto.

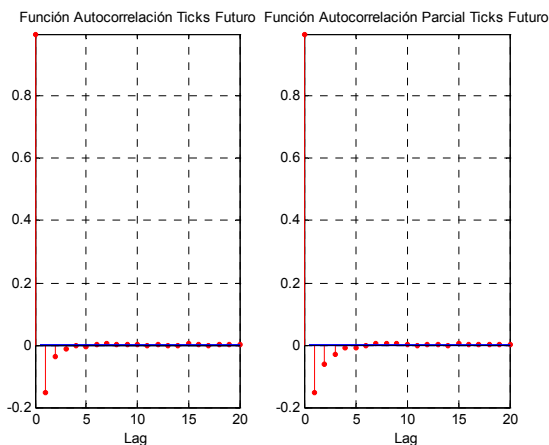
La Simetría en cambio ha bajado y se sitúa en un valor de -0,59 y nos da una ligera asimetría hacia la izquierda.

El Test de Runs da un valor de 36,03 por lo cual hay un pequeño incremento de no aleatoriedad respecto a la serie a 1 minuto, en parte influenciado por la cantidad de valores iguales a cero

Autocorrelación de la serie de Futuro en ticks

La serie muestra una autocorrelación significativa de -0,15 para el primer retardo.

Gráfico 14



Se ha realizado la estimación del modelo ARMA y obtenemos unos resultados que indican que la serie podría corresponder a un modelo ARMA (1,1) de la forma:

$$y_t = 0,2514y_{t-1} - 0,4146\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

Teniendo los dos parámetros unos valores de estadístico T de 50,94 y -89,33 respectivamente.

Sin embargo debemos tener en cuenta que la R^2 del proceso es de 0,027 que es un valor muy bajo y nos indica que este modelo sólo explica un 2,7% de la serie.

Heterocedasticidad en la serie de Ticks del Índice a Futuro

Se ha estimado el modelo de la varianza de la serie y obtenemos la siguiente ecuación.

$$\sigma_t^2 = 0,06663 + 0,91828 \sigma_{t-1}^2 + 0,057933 \varepsilon_{t-1}^2$$

Con valores del Estadístico T significativos tanto para la constante como para los dos coeficientes, siendo estos respectivamente de: 4.694,07; 87.111,36; 3.968,70.

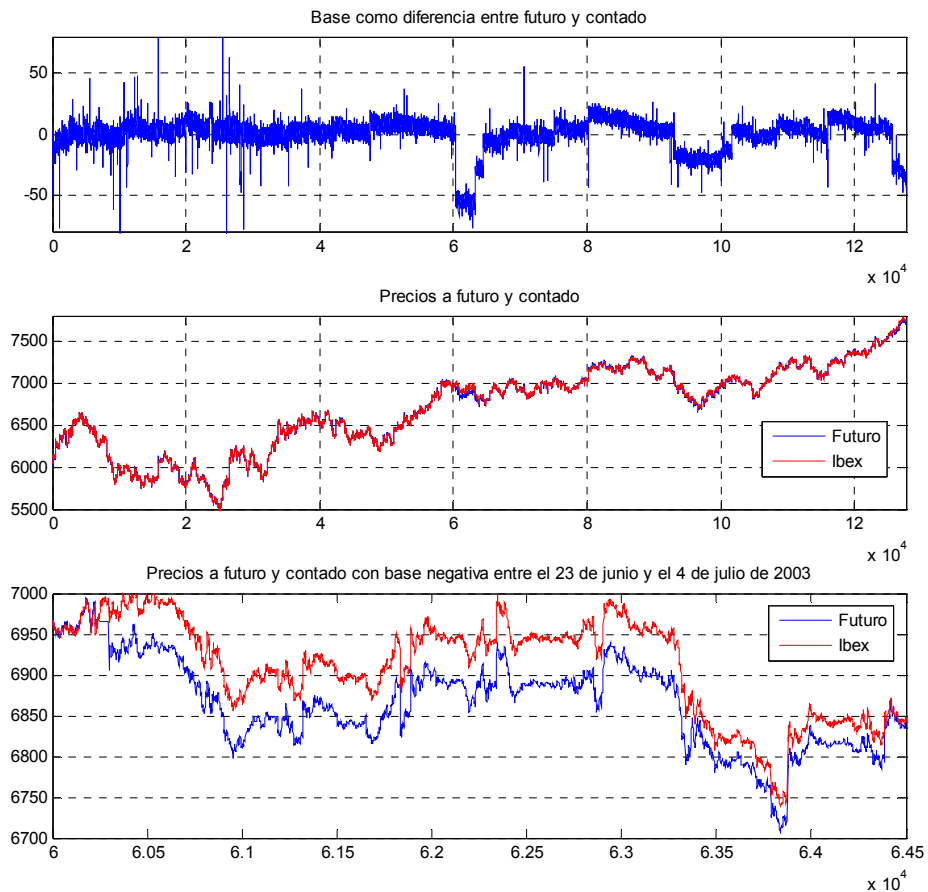
LA BASE

Entendemos la Base como la diferencia entre el valor del índice a futuro menos el valor del índice al contado.

Esta diferencia se puede explicar a través de modelos “Cash&Carry” que en el caso de mercados financieros establecen que la base “normal” sería una función del precio al contado más un coste financiero de oportunidad al tipo libre de riesgo y ajustado por el valor temporal entre momento actual y el vencimiento del contrato.

Teóricamente esta diferencia no puede ser negativa, ni moverse por encima o debajo de ciertos valores, ya que daría oportunidades de arbitraje que ajustarían en poco tiempo los valores entre contado y futuro. Pero si observamos la realidad podemos concluir que la base tiene grandes variaciones y muchas veces estas se dan en niveles distintos de los equilibrios teóricos y son persistentes en el tiempo.

Gráfico 15



Podemos constatar este hecho en el gráfico 15 donde se puede ver como hay diversos momentos donde la base es negativa y destacamos el periodo de 10 días comprendido entre el 23 de junio y el 4 de julio de 2003 justo después del vencimiento de junio.

El riesgo de la base y la cobertura con Futuros

Sean:

S_1 = Precio contado en 1.

S_2 = Precio contado en 2.

F_1 = Precio futuro en 1.

F_2 = Precio futuro en 2.

B_1 = Base en 1.

B_2 = Base en 2.

Si realizamos una cobertura del contado con el futuro, y la correlación entre el contado y el futuro es perfecta, es decir, su correlación es 1, el resultado de la cobertura en 2 sería:

$$S_2 + F_1 - F_2 = F_1 + B_2 \quad (1)$$

El problema que tenemos es que aunque con correlaciones altas, los índices a contado y futuro nunca tienen una correlación perfecta y debemos estimar cual es la correlación entre

ambos mercados. Para ello realizamos la regresión de los valores de variación al contado sobre los valores de variación a futuro y obtenemos una estimación del tipo:

$$S_t = \alpha + \beta \cdot F_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Que también se puede expresar como:

$$\beta = \rho_{SF} \cdot (\sigma_S / \sigma_F) = \sigma_{SF} / \sigma_F \quad (3)$$

Donde ρ_{FS} es la correlación entre los índices a contado y futuro, σ_S y σ_F son las desviaciones típicas de los índices a contado y futuro respectivamente y σ_{SF} es la covarianza entre los índices a contado y futuro.

Comparando las ecuaciones 1 y 2, el término de error de la ecuación 2 representa la suma del riesgo de la base de la ecuación 1. Por lo que, la minimización del riesgo de la base de la ecuación 1 es equivalente a la minimización de la varianza del término de error de la ecuación 3, o la maximización de la R^2 de la regresión.

A continuación vamos a estimar tanto los valores de ρ_{SF} entre las dos series como los valores de β y R^2 de la regresión del contado sobre el futuro.

CORRELACIONES CRUZADAS (LEAD-LAG RELATION)

Se han realizado las correlaciones para las dos muestras tanto de intervalos de 1 minuto como de 5 minutos.

Se quiere comprobar cual de las dos nos muestra un mayor índice de correlación.

Intervalos de 1 minuto

Tabla 7

Minutos de Retardo(k)	$\rho(S_t, F_{t+k})$	
-4	0.010*	Observamos en la tabla adjunta que los coeficientes de correlación mayores corresponden a las variaciones del Ibex en el mismo minuto que en el Futuro y son de un 58,1%, que es un valor bastante alejado de la unidad.
-3	0.009*	
-2	0.021*	
-1	0.065*	
0	0.581*	
1	0.177*	Y el segundo valor mayor corresponde al Ibex con un minuto de retardo respecto al Futuro, que tiene un valor, muy alto para ser una correlación con el minuto anterior, de 17,7% con lo que una parte del movimiento del Ibex contado está relacionado con movimientos anteriores del índice a Futuro.
2	0.068*	
3	0.022*	
4	0.008*	

* Significativo al 95 %

Minutos de Retardo(k)	$\rho(S_t, F_{t+k})$
-4	0,001
-3	-0,013
-2	0,005
-1	0,057*
0	0,806*
1	0,134*
2	0,001
3	0,001
4	-0,011

* Significativo al 95 %

Días de Retardo(k)	$\rho(S_t, F_{t+k})$
14	- 0.10708
13	0.14740*
12	0.07407
11	0.07535
10	- 0.14655*
9	- 0.04620
8	0.16577*
7	- 0.13417*
6	- 0.12438*
5	- 0.02863
4	0.05272
3	- 0.01012
2	0.00331
1	0.03490
0	0.98661*
-1	0.02614
-2	0.02453
-3	- 0.02615
-4	0.05892
-5	- 0.00214
-6	- 0.13984
-7	- 0.13315
-8	0.17631*
-9	- 0.04828
-10	- 0.12990
-11	0.05012*
-12	0.08132
-13	0.15970*
-14	- 0.09537*

* Significativo al 95 %

Intervalos de 5 minutos

Tabla 8

Al utilizar intervalos de 5 minutos vemos tres hechos a destacar.

Primero, el nivel de correlación entre las series es mucho mayor llegando a un 80,6% que está mucho mas cerca del valor óptimo de 100.

Segundo, sólo son significativos los valores de retardo de 5 minutos antes y después.

El valor mayor de correlación es de movimientos del Futuro seguidos por movimientos del contado en los 5 minutos posteriores. Sólo son significativos los movimientos de 5 minutos antes y después.

Intervalos de 1 día

Tabla 9

Observamos en la Tabla 9 los valores de correlación cruzada entre los dos índices.

Vemos una relación importante que ha subido hasta el 98,66 para la correlación en el mismo momento.

Pero también cabe destacar los valores de los retardos 8 tanto para los retardos positivos como negativos que nos vuelven a indicar la relación que hay importante entre lo ocurrido el día de hoy y lo que ocurrió 8 días antes.

También son importantes y significativos estadísticamente los retardos 13 para ambos sentidos.

Se ha comprobado si este hecho ocurre sólo para la serie medida a las 17:30 o si también se da para el resto de los minutos de negociación del día.

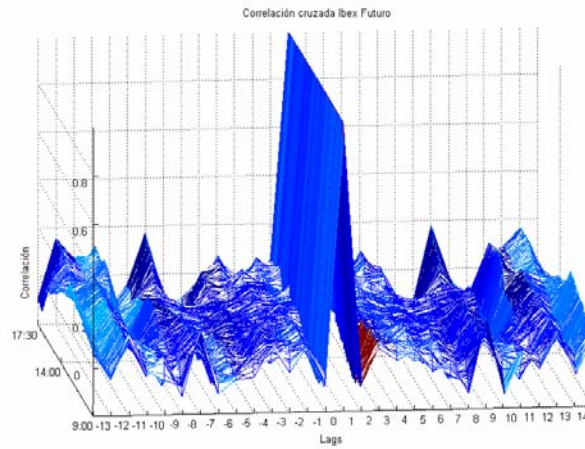
Como podemos comprobar en el gráfico 16, los niveles de correlación cruzada van variando a lo largo del día, aunque se mantiene la correlación contemporánea entre los dos índices.

Pero si es significativo el hecho de que existen niveles altos de correlación cruzada para una serie de retardos tanto anteriores como posteriores.

Gráfico 16

En el gráfico 16 podemos comprobar que los mayores picos de correlación se dan en los periodos primeros y últimos del día para los casos de 8 retardos.

Y que estos niveles se mantienen en retardos tanto positivos como negativos de 13



REGRESIONES

Se han realizado regresiones de las dos muestras tanto en intervalos de 1 minuto como en intervalos de 5 minutos y de 1 día para cada una de los minutos desde las 9:00 hasta las 17:00. El objetivo es obtener el modelo que explique mejor una serie con respecto a la otra.

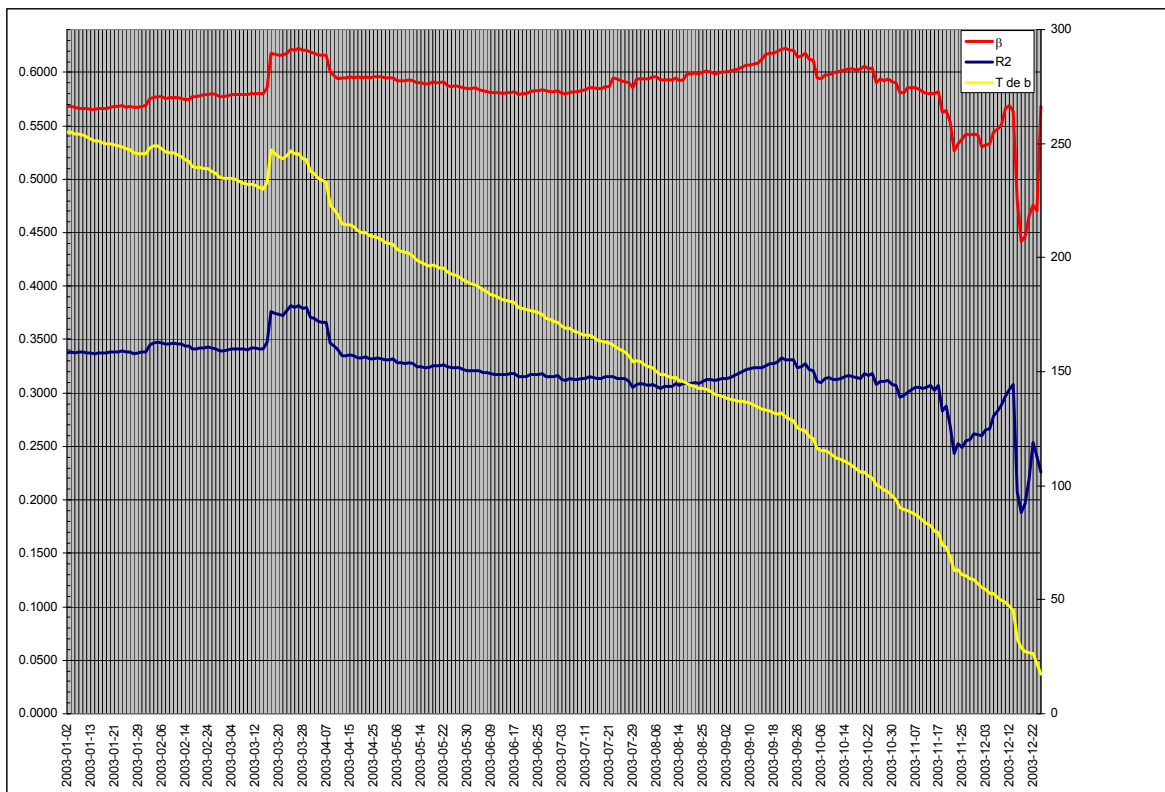
Para tener en cuenta el intervalo temporal, se han hecho regresiones sucesivas usando los datos del primer día con el primer día, el segundo con el segundo ya así sucesivamente hasta llegar a los 250 días que componen la serie.

Las regresiones tienen la forma:

$$\text{Contado}_t = \alpha + \beta \cdot \text{Futuro}_t + \varepsilon_t$$

Intervalos de 1 minuto

Gráfico 17



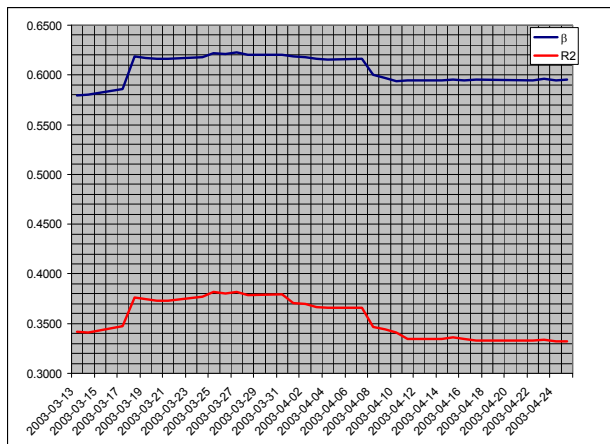
Según observamos en el gráfico 17, a lo largo de toda la serie se mantienen valores más o menos homogéneos de β y R^2 , y valores muy altos del estadístico T.

Estos valores comienzan a decaer a de una forma muy drástica a partir de 1 mes antes del final de la serie.

Podemos concluir que para calcular estos parámetros necesitaríamos como mínimo un periodo de 1 mes.

También observamos un punto a finales del mes de marzo en el que hay un aumento muy significativo de los valores, dando puntos máximos para β y R^2 .

Gráfico 18



De este periodo se ofrece un detalle en el gráfico 13 y podemos observar que corresponden a los días previos, al comienzo de la guerra de Irak (20 de marzo de 2003) y a los primeros días posteriores a la invasión.

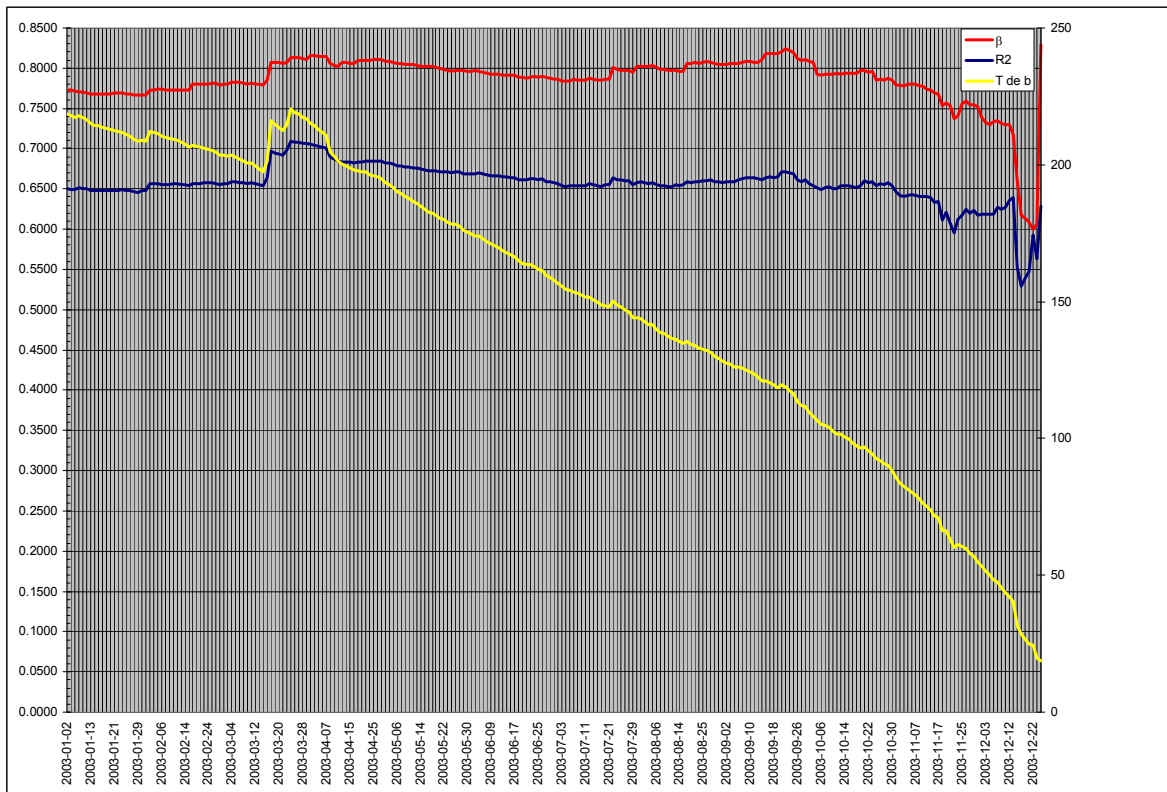
Vemos que en periodos de aumento de riesgo hay un aumento importante de la correlación de los índices.

Este periodo puede ser muy interesante para poder realizar un estudio de eventos y contrastar los resultados con

otros índices internacionales, para comprobar si es un efecto ocurrido sólo en España o si también se dio en otros países.

Intervalos de 5 minutos

Gráfico 19



Si utilizamos intervalos de 5 minutos podemos observar que aumentan en gran medida los valores de β y R^2 respecto a la serie de 1 minuto.

Este resultado corresponde con los comportamientos estadísticos de las series expuestas anteriormente.

Intervalos de 1 día en periodos de 1 minuto

A través de estas regresiones se ha intentado comprobar cuales son los comportamientos de los principales parámetros de la regresión.

Normalmente se eligen precios de cierre y a través de este estudio se intenta comprobar si estos son los más adecuados.

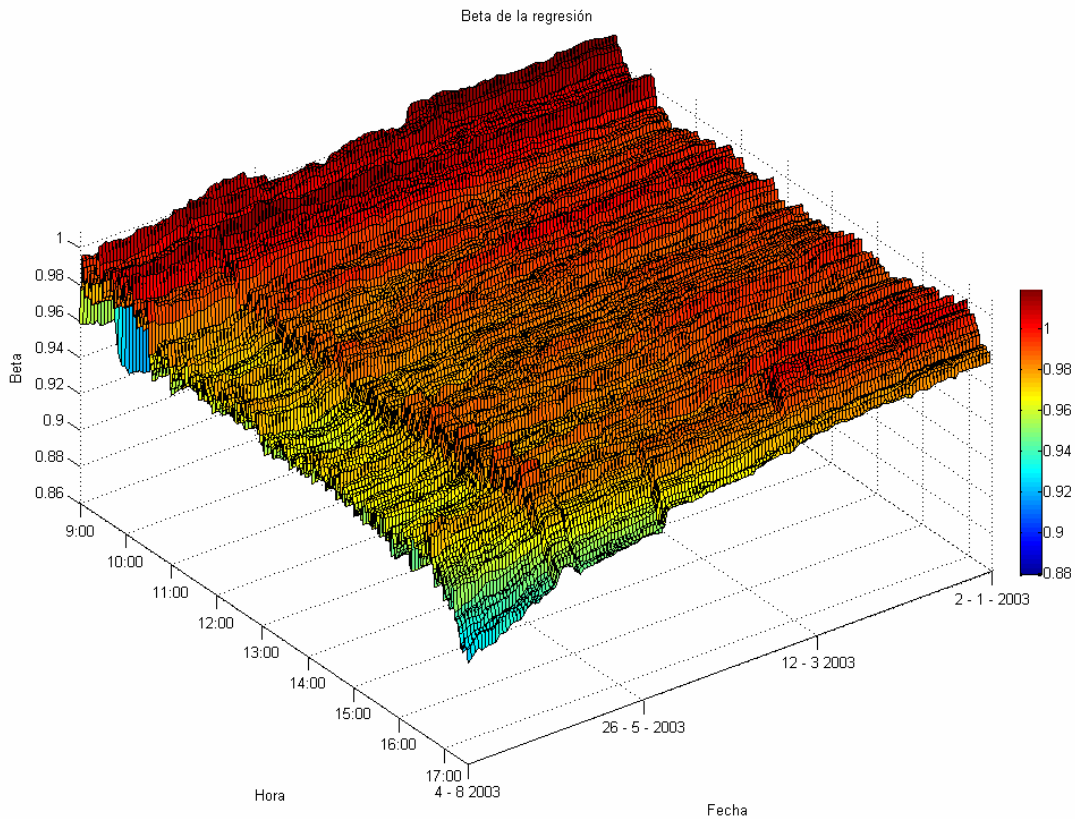
Se han realizados regresiones desde 250 días antes de la fecha final (30 - 12 - 2003) hasta 100 días de esta fecha (4 - 8 - 2003) con el objetivo de que el número de observaciones de la muestra sea como mínimo de 100 días.

Durante este periodo se ha realizado la regresión de todos los minutos de cada día, teniendo la regresión la forma:

$$\text{Contado}_{th} = \alpha + \beta \cdot \text{Futuro}_{th} + \varepsilon_{th}$$

Donde tenemos la regresión de la variación del precio al contado en el día t a la hora y minuto h con la variación del precio a futuro en el día t a la hora y minuto h.

Gráfico 20



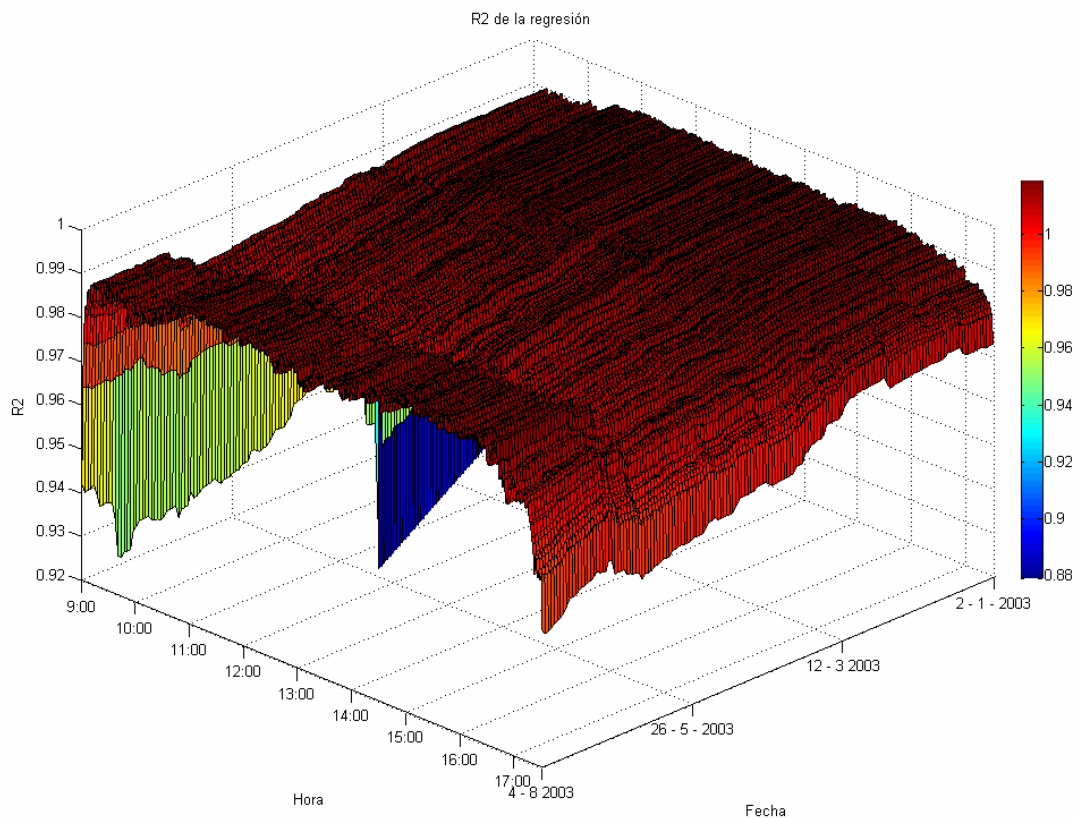
En primer lugar podemos observar que los valores de β han aumentado de una forma importante respecto a los valores observados anteriormente y que se sitúan consistentemente muy cercanos a la unidad. Lo cual nos recalca el aumento de correlación de las series usando los intervalos diarios.

En el gráfico también observamos que el comportamiento de la β de la regresión se mantiene de una forma relativamente constante entre aproximadamente las 11 y las 16 horas. Lo que nos permite concluir que este podría ser el periodo más adecuado para elegir la muestra.

También podemos observar que los valores de b se reducen a partir de los 125 días antes del periodo actual, lo cual nos indicaría la elección de una muestra mínima de 125 días en vez de los 100 utilizados.

Estas mismas variaciones se dan de una forma similar en el gráfico de R^2 de la regresión.

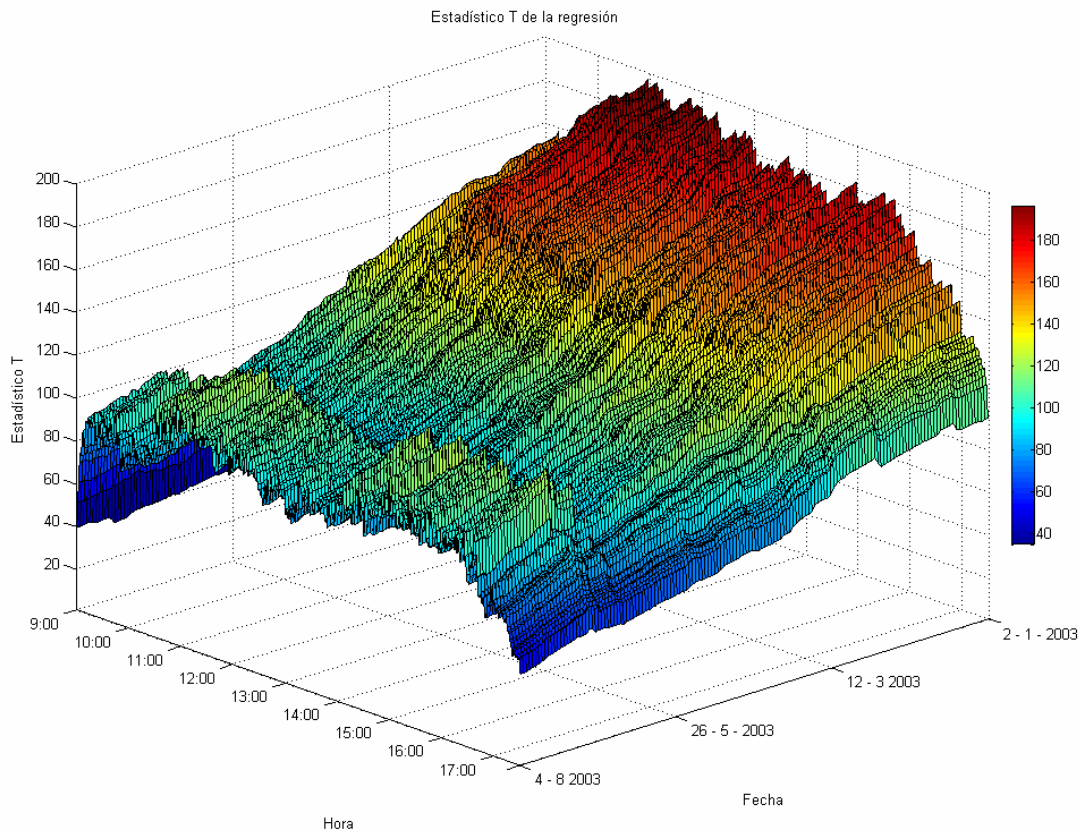
Gráfico 21



Que para este periodo se sitúa en valores muy altos y nos indica que una serie explica a la otra moviéndose en un intervalo entre el 97 y el 99%.

Cabe destacar que no se observan las perturbaciones de los hechos de la guerra de Irak de una forma tan destacada como en los dos casos anteriores.

Gráfico 22



Observando el gráfico del estadístico T de la regresión se comprueba que los valores óptimos estarían entre las 11 y las 16 horas. Y nos aumenta el periodo más representativo hasta las 200 observaciones, periodo a partir del cual el valor de T aumenta de una forma drástica hasta alcanzar valores de casi 200.

CONCLUSIONES

Podemos observar que según aumentamos la frecuencia de los datos las series tienen aumentos de autocorrelación, heterocedasticidad, dándonos indicaciones de una menor aleatoriedad.

De este hecho podemos sacar dos conclusiones:

- Por un lado puede aumentar la previsibilidad de las series con un modelo adecuado.
- Por el otro lado, para poder utilizar los resultados de la relación entre las dos series es preferible usar los intervalos de 5 minutos ya que cumplen en mayor medida las hipótesis de partida de los modelos estadísticos de correlación.

Comprobamos el efecto de los movimientos en números enteros del Índice a futuro en los histogramas de la distribución. Limitando los estos en las franjas entre ± 1 punto y haciendo que la mayoría de estos para la serie de ticks del Índice sean de 0.

Podemos observar que la premisa de bases positivas no se cumple en la práctica y que hay periodos de bases negativas consistentes, elevadas y persistentes en el tiempo.

Se puede comprobar que en periodos de aumento importante del riesgo (Guerra de Irak) hay aumentos muy significativos en la correlación de los índices.

También se puede constatar que para la elección de los precios diarios la serie más estable es la que se sitúa entre las 11 y las 16 horas en vez de los precios de final de día.

BIBLIOGRAFÍA

Chan, K. A Further Analysis of the Lead-Lag Relationship between the Cash Market and Stock Index Futures Market. (1992). *The Review of Financial Studies* 1992 Volume 5, N. 1, 123-152.

Modest, D. M, Sundaresan, M. (1983). The Relationship Between Spot and Futures Prices in Stock Index Futures Markets: Some Preliminary Evidence. *The Journal of Futures Markets*, Vol. 3, N. 1, 15-41, (1983).

Herbst. A. F., McCormack, J. P., West E. N. (1987). Investigation of a Lead-Lag Relationship between Spot Stock Indices and their Futures Contracts. *The Journal of Futures Markets*, Vol. 7, N. 4, 373-381, (1987).

Diebold, F. X., Lopez, J. A. (1995). Modeling Volatility Dynamics. Federal Reserve Bank of New York. October 1995. Research Paper N. 9522.