

*Roberto Blanco Escolar\**, *Carlos Gamero Burón\*\**

# PATRONES INTRADIA EN EL MERCADO BURSÁTIL ESPAÑOL

En este artículo se analiza el comportamiento intradía del volumen negociado y de la volatilidad de los precios para una muestra de 22 valores que cotizan en el mercado continuo. El resultado del estudio es que existe evidencia estadística de que ambas variables presentan un perfil en forma de U a lo largo de una sesión típica; es decir, que la operativa y la volatilidad son elevadas al principio de la sesión, decrecen hasta 15:25 horas, y a partir de entonces crecen hasta el final de la sesión. Estos resultados se corresponden con los obtenidos en otros mercados como el NYSE, y son explicados por el modelo teórico de Admati y Pfleiderer.

## I.-INTRODUCCION

**E**n numerosos estudios empíricos se ha detectado la presencia de determinados patrones de comportamiento intradía que se observan sistemáticamente en diferentes mercados de valores. La variable más estudiada ha sido el volumen de negociación, observándose que ésta presenta un perfil en forma de U; es decir, que la operativa se concentra al principio y al final de la sesión. La mayoría de estudios usan los datos del mercado bursátil neoyorquino (NYSE), aunque, más recientemente, otros autores también han utilizado datos procedentes del mercado de futuros CME.

Los primeros autores que hallaron un patrón en forma de U en los rendimientos de un índice bursátil y en su volatilidad fueron Wood, McInish y Ord (1985)<sup>1</sup> y Harris (1986)<sup>2</sup>. Jain y Joh (1988)<sup>3</sup> encontraron la misma evidencia en el período 1979-1983 para el índice S&P 500. Jordan et al. (1988)<sup>4</sup> detectaron el mismo patrón para el número de operaciones y volatilidad del precio del contrato de futuro sobre el

haba de soja. En cambio, Harvey y Huang (1990)<sup>5</sup> encontraron que el patrón intradía de la volatilidad del precio de algunos contratos de futuro sobre el tipo de cambio dependía del día de la semana. Finalmente, P. D. Ekman (1992)<sup>6</sup> contrastó la existencia de patrones intradía en el contrato de futuro sobre el índice S&P 500. El resultado de este último estudio es que el comportamiento del volumen negociado así como de los precios y su volatilidad presentan forma de U. Sin embargo, la autocorrelación de los precios presenta un perfil en forma de S.

Una de las críticas que se suelen realizar a los trabajos empíricos anteriores (véase P. D. Ekman (1992)) consiste en que normalmente utilizan datos agregados, es decir, que en lugar de estudiarse el comportamiento de activos concretos se analiza el volumen del mercado en su conjunto y algún índice de precios. El problema estadístico que presenta la utilización de índices de precios es el llamado efecto de negociación asincrónica que consiste en que, al haber valores en la composición de un índice con diferente frecuencia de contratación, el valor de éste

\*CNMV, \*\*LSE

Este artículo está basado en la tesina presentada por Carlos Gamero en el CEMFI, dirigida por Eudald Canadell y Roberto Blanco de la División de Análisis Económico de la CNMV. Las ideas y opiniones expresadas en este artículo son responsabilidad exclusiva de los autores y en modo alguno deben considerarse atribuibles a la CNMV.

refleja una media ponderada de precios correspondientes a operaciones cruzadas en instantes diferentes. Por ese motivo se suele detectar la presencia de autocorrelaciones en el índice. Este efecto, cuyas consecuencias están muy documentadas en estudios que utilizan datos diarios, puede ser muy importante si se utilizan datos intradía.

A nivel teórico, Admati y Pfleiderer (1988)<sup>7</sup> (A y P a partir de ahora) presentaron un modelo donde se obtiene la existencia de algunos de los patrones observados empíricamente como resultado de la interacción de los agentes que participan en la negociación. El artículo define tres clases de agentes que participan en la negociación: los operadores de liquidez, los operadores informados y los creadores de mercado. A su vez los primeros se dividen en discrecionales o no discrecionales según si pueden decidir o no en qué instante, dentro de la sesión, operan, respectivamente. La endogeneización del comportamiento de los primeros, que es la principal novedad de este artículo frente a modelizaciones anteriores como Kyle (1985)<sup>8</sup>, juega un papel clave en los resultados del modelo. En efecto, A y P demuestran que, bajo ciertos supuestos, los operadores de liquidez discrecionales tenderán a concentrar su operativa en determinados períodos. Introduciendo algún supuesto adicional encuentran que, en equilibrio, los períodos de mayor concentración vienen caracterizados por: mayor volatilidad de los precios, mayor profundidad del mercado y mayor contenido informativo de los precios.

El objetivo de este estudio es contrastar algunas de las implicaciones del modelo de A y P para el mercado bursátil español. En particular, las variables que se estudian son el volumen de negociación y la volatilidad de los rendimientos. Otra variable que se analizó fue la profundidad del mercado; los resultados, sin embargo, no se presentan por no considerarse significativos. Ello es debido al sesgo que incorpora el cálculo de medidas de profundidad a partir de los datos disponibles. Por otra parte, a diferencia de la mayoría de los estudios empíricos sobre este tema, aquí se ha analizado el comportamiento de las variables para valores individuales y no agregadamente o para índices de precios.

El artículo está organizado como sigue. En el segundo epígrafe se presenta el modelo teórico de A y P, en el tercero se describe el trabajo empírico realizado y se exponen los resultados obtenidos; y, finalmente, en el cuarto epígrafe aparecen las principales conclusiones.

## II.- EL MODELO DE ADMATI Y PFLEIDERER

El modelo de A y P se encuadra dentro del área de la microestructura de los mercados de valores. Esta rama de la economía financiera, a diferencia de otras teorías financieras, abandona la idea de que los procesos de negociación que tienen lugar en los mercados de valores se producen sin fricciones y, por tanto, centra el análisis en la modelización de estas últimas. Con este fin se estudian los elementos de los procesos de negociación de los activos: la estructura del mercado, la generación e introducción de órdenes y la transmisión de la información. Un papel central del análisis es la distinción de los diferentes tipos de agentes que intervienen en los mercados.

El modelo que desarrollaron esos autores parte de los modelos de Glosten y Milgrom (1985)<sup>9</sup> y, sobre todo, Kyle (1985), siendo la novedad principal es la interacción entre las estrategias de los operadores informados y algunos operadores de liquidez. Se considera la existencia de un número fijo de subastas (siempre superior a una) en un período de tiempo que se puede identificar como una sesión, donde los agentes que intervienen en el mercado se intercambian un único activo cuyo valor se va revelando paulatinamente a través de información pública y privada. El valor del activo no se conoce con certeza hasta finalizada la última subasta, pero los agentes forman expectativas sobre el mismo de acuerdo con la información que cada uno posee. Los supuestos más importantes del modelo son: los operadores son neutrales al riesgo, no existe tasa de descuento temporal, en cada subasta interviene, por lo menos, un operador informado, y existe competencia entre los creadores de mercado.

Admati y Pfleiderer presentaron un modelo donde se obtiene la existencia de algunos de los patrones observados empíricamente como resultado de la interacción de los agentes que participan en la negociación

Se pueden distinguir tres clases de agentes: los operadores de liquidez, los operadores informados y los creadores de mercado<sup>10</sup>, subdividiéndose los primeros en discrecionales y no discrecionales. La diferencia entre estos dos tipos de agentes consiste en que los primeros no tienen necesidades de liquidez inmediata y, por tanto, pueden elegir el momento en que operan, aunque con ciertas restricciones. Por el contrario, la demanda de los últimos se considera exóge-

na. Por su parte, los operadores informados observan una parte de la información pública que se revela en la siguiente subasta, lo que les proporciona una ventaja comparativa sobre el resto de los agentes quienes sólo disponen de información pública. Una interpretación de la ventaja de estos agentes es que éstos pueden procesar la información pública mucho más rápidamente que el resto de operadores.

Las estrategias que cada tipo de agente lleva a cabo responden a la optimización de una función objetivo diferente. Obsérvese que el supuesto de neutralidad al riesgo de los agentes lleva a que sus funciones objetivo sólo incluyan los primeros momentos estadísticos de las variables. Así, la variable de decisión

**El equilibrio de este modelo viene caracterizado porque todos los agentes de liquidez operan en la misma subasta**

de los agentes de liquidez discrecionales será el instante en que operan, que elegirán con el fin de minimizar el coste esperado de operar. En cambio, la variable de decisión de los operadores informados es el número de activos (compra o venta) que van a negociar en cada subasta. El objetivo de estos últimos operadores es la maximización de su beneficio esperado. Finalmente, la función de los creadores de mercado es ofrecer contrapartida a las posiciones de los otros tipos de agentes y fijar los precios. De hecho, el supuesto de neutralidad al riesgo de los agentes y la competencia entre los creadores de mercado lleva a estos últimos a fijar aquel nivel de precios que iguala a cero su beneficio esperado jugando, por tanto, un papel pasivo.

El modelo presentado define un juego caracterizado por las estrategias de los diferentes tipos de agentes. Así, cada operador de liquidez discrecional y cada operador informado actúa según lo que espera que hagan el resto de agentes. En este escenario los creadores de mercado se enfrentan a un problema de selección adversa; es decir, sólo conocen el flujo total demandado sin poder distinguir qué parte procede de cada tipo de agente. La solución que se considera en el artículo hace referencia al equilibrio de Nash, que viene definido como aquella situación en la cual cada agente, dada la estrategia del resto de operadores, optimiza su función objetivo y, por tanto, no tiene incentivos a modificar el valor de sus variables de decisión. En el artículo de A y P se consideran cuatro equilibrios diferentes correspondien-

tes a otros tantos modelos que se diferencian entre sí por los supuestos introducidos en cada uno. Las variables del modelo cuyo comportamiento a lo largo de la sesión se estudian son: la concentración del volumen negociado, la volatilidad del rendimiento, la profundidad del mercado y el contenido informativo de los precios. La penúltima variable mide el efecto que tiene sobre el precio del activo la ejecución inmediata de una orden, y la última se define como la predecibilidad del valor del activo a partir de los precios.

En el primer modelo se supone que existe un número fijo de operadores informados que, además, poseen la misma información y que los operadores de liquidez discrecionales sólo pueden operar una sola vez. El equilibrio de este modelo viene caracterizado porque todos los agentes de liquidez operan en la misma subasta. La razón de esa estrategia es que cuando todos los agentes de este tipo operan a la vez el mercado es más profundo; es decir, el efecto de una orden sobre los precios es pequeño y, por tanto, el coste esperado de operar es menor. Esta concentración induce a los operadores informados a negociar más en esa subasta. Por tanto, el modelo demuestra que la negociación tenderá a concentrarse en una única subasta caracterizada por ser el instante en que el mercado es más profundo. Sin embargo, tanto el contenido informativo de los precios como la volatilidad del rendimiento son constantes a lo largo de la sesión.

En el segundo modelo se endogeneiza la información privada introduciendo un coste por la adquisición de la misma. En este caso, los operadores informados, cuyo número no se fija exógenamente, tienen una variable de elección adicional en cada subasta (informarse o no), dependiendo su decisión de si la ganancia esperada de informarse es mayor que su coste esperado. El equilibrio de este modelo se caracteriza porque se intensifica la concentración y, además, tanto la volatilidad de los rendimientos como el contenido informativo de los precios presentan el mismo patrón que el volumen de negociación. La explicación de esta solución reside en que cuantos más operadores de liquidez intervienen mayor es el beneficio esperado de adquirir información, lo que induce a un aumento de actividad de los operadores informados. La concentración de la operativa de los agentes informados aumenta la competencia entre ellos, redundando en un contenido informativo de los precios mayor.

El tercer modelo relaja el supuesto de que todos los operadores informados poseen la misma informa-

ción. El equilibrio que se produce en este caso coincide, básicamente, con el anterior. Finalmente, en el último modelo se permite que los operadores de liquidez discrecionales operen más de una vez. La novedad principal del equilibrio resultante es que estos últimos tenderán a concentrar sus demandas poco después de que les sean reveladas.

En resumen, las implicaciones más importantes de los modelos presentados son:

- En equilibrio la operativa de los agentes de liquidez discrecionales se concentra.
- Si los operadores de liquidez discrecionales pueden operar en más de una subasta, entonces el equilibrio es relativamente más concentrado en las subastas más próximas al instante en que conocen sus demandas.
- Los agentes informados operan más activamente en las subastas en que se concentra la negociación de los agentes de liquidez discrecionales.
- Si la adquisición de información es endógena entonces en equilibrio los operadores informados se informan más en las subastas donde se concentra la negociación de los agentes de liquidez discrecionales. En este caso tanto la volatilidad de los rendimientos como el contenido informativo de los precios es mayor para las subastas en que se produce la concentración en el volumen.

Por tanto, en el artículo de A y P se justifica teóricamente la observación empírica de que existen períodos dentro de una sesión en que se acumula el volumen de negociación y que, además, esos períodos coinciden con aquellos en los que se observa mayor volatilidad de los rendimientos. Sin embargo, no se explica el perfil en forma de U; es decir, que no se identifican los períodos de mayor concentración con el principio y el final de la sesión. Los autores justifican el perfil en forma de U por la presencia en los mercados de factores exógenos a los modelos teóricos, como son:

- La apertura y el cierre de una sesión se distinguen por el hecho de que suceden justo después y antes de que el mercado se cierre; o sea, después y antes de un período en que resulta difícil o imposible operar. Por tanto, tanto los operadores de liquidez discrecionales como los informados tenderán a concentrarse en esos períodos.
- La concentración de la negociación al final de la sesión se puede deber a las reglas de liquidación existentes en la mayoría de los mercados de valo-

res, las cuales establecen que las operaciones cruzadas un determinado día se deberán liquidar antes del final de la sesión de un número fijo de días más tarde, independientemente de la hora a la que se produjo la negociación.

- Si la mayoría de los operadores de liquidez discrecionales conocen sus demandas mientras el mercado está cerrado, el modelo que permite a éstos operar más de una vez por sesión prediciría que éstos tenderán a concentrar su operativa a la apertura del mercado del día siguiente.

### III.- ANALISIS EMPIRICO

#### 3.1.- Metodología

El objetivo de este epígrafe es contrastar empíricamente algunas de las implicaciones del modelo de A y P. Para ello, en primer lugar, se ha representado gráficamente la distribución media de frecuencias del volumen de negocio dentro de la sesión en un período determinado para un grupo de valores. La finalidad de esta parte del trabajo era encontrar una única partición en intervalos de una sesión típica, aplicable a todos los valores, según la concentración observada en la negociación para el conjunto de los valores. A partir del análisis gráfico se dudó entre dividir la sesión típica en tres o cuatro intervalos, de ahí que todos los contrastes estadísticos se hayan realizado para ambas clasificaciones.

La finalidad de esta parte del trabajo era encontrar una única partición en intervalos de una sesión típica, aplicable a todos los valores

Posteriormente, para cada valor, se utilizó un test estadístico con el fin de contrastar si la clasificación efectuada a partir del análisis gráfico era válida para todos los valores de la muestra y, por tanto, existían diferencias significativas en cuanto a la concentración de la negociación correspondiente a cada intervalo previamente seleccionado. Además, el anterior test estadístico permitió contrastar si el volumen de negociación presentaba un perfil en forma de U. Al encontrarse evidencia favorable a la división de la sesión típica en cuatro intervalos, se utilizaron esos intervalos como referencia para contrastar estadísticamente si el comportamiento de la volatilidad de los rendimientos presentaba el mismo perfil que el volumen.

### 3.2.- Datos

Los criterios que han guiado la selección de la muestra son los siguientes:

#### 1.- Para la elección del período muestral:

- Mismo período para todos los valores.
- Período caracterizado por las menores perturbaciones posibles (OPA, crisis bursátiles), ya que se quería encontrar el comportamiento de una sesión "normal".
- Proximidad a la fecha en que se inició el estudio.
- Número suficientemente elevado de sesiones como para poder realizar contrastes estadísticos.

#### 2.- Para la elección de los valores:

- Que fueran representativos del mercado, pero con volumen de contratación y capitalización diferentes.
- Que el número de operaciones por sesión fuera elevado.

El cuadro 1 presenta las características de la muestra finalmente utilizada, que corresponde al conjunto de operaciones en sesión realizadas en el submercado de lotes<sup>11</sup> del mercado continuo para 22 valores, que forman parte del índice IBEX 35, durante el período de 15 de enero a 13 de marzo de 1992.

#### Características de la Muestra

VALORES	PONDER. IBEX 35 (%) <sup>(I)</sup>	ESTADISTICA DE SESIONES					ESTADISTICA DE OPERACIONES						
		APERTURA			NO APERT.	BASE ORIGINAL			BASE DE TRABAJO				
		11h	12h	Otras		TOTAL	En Sesión Apert=11h	En Sesión Apert >11h	TOTAL	Op. cruzadas a las 11 h.	Aplicaciones	Resto	
Telefónica	TEF	11,30	37	3	3	0	16988	14208	2780	14208	2528	765	10915
Endesa	ELE	9,94	38	1	4	0	7812	6878	934	6878	884	161	5833
Repsol	REP	9,31	40	0	3	0	13569	12641	928	12641	2163	677	9801
BCH	BCH	7,37	40	0	3	0	8630	8042	588	8042	1797	1774	4471
BBV	BBV	7,31	40	0	3	0	9457	8852	605	8852	1615	781	6456
Iberdrola I	IBE	6,84	40	0	3	0	17450	16280	1170	16280	2480	1041	12759
B. Santander	SAN	5,64	38	2	3	0	8085	7199	886	7199	817	792	5590
Banesto	BTO	3,08	39	1	3	0	5116	4680	436	4680	834	969	2877
Tabacalera	TAB	2,61	38	1	3	1	3663	3288	375	3288	333	375	2580
Acesa	ACE	2,54	37	3	3	0	6880	5875	1005	5875	1087	312	4476
Unión Fenosa	UNF	1,87	38	2	3	0	9050	7820	1230	7820	1184	234	6402
Fecsa	FEC	1,68	38	2	3	0	5860	5143	717	5143	855	302	3986
Sevillana	SEV	1,63	38	2	3	0	5696	4924	772	4924	843	220	3861
Dragados	DRC	1,26	38	1	4	0	9858	8309	1549	8309	1108	371	6830
Asland	ASL	1,02	38	2	3	0	9113	7978	1135	7978	982	319	6677
Vallehermoso	VAL	0,70	32	8	3	0	5735	4453	1282	4453	392	227	3834
Viscofán	VIS	0,64	38	2	3	0	3690	3275	415	3275	391	196	2688
Cubiertas	CUB	0,56	37	3	3	0	2861	2514	347	2514	285	188	2041
Sarrió	SAR	0,44	38	1	3	1	4743	4047	696	4047	561	174	3312
Huarte	HHU	0,30	38	2	3	0	2649	2329	320	2329	279	160	1890
Urbis	URB	0,28	38	2	3	0	7259	6683	576	6683	742	232	5709
Agromán	AGR	0,21	39	1	3	0	8426	7851	575	7851	996	298	6557
<b>TOTAL</b>		<b>76,54</b>	<b>837</b>	<b>39</b>	<b>68</b>	<b>2</b>	<b>172590</b>	<b>153269</b>	<b>19321</b>	<b>153269</b>	<b>23156</b>	<b>10568</b>	<b>119545</b>

(I) con Fecha 9-04-92

El registro de las operaciones incluye para cada valor y para cada sesión las siguientes variables:

- Fecha y hora, incluidos los segundos.
- Código identificador del miembro del mercado (Sociedad o Agencia) que efectuó la compra y del que hizo la venta.
- Precio de la operación.
- Número de acciones negociadas.
- Horquilla de precios relevante en ese instante, definida como el mejor precio de compra y el mejor precio de venta.

De la muestra original se eliminaron las operaciones correspondientes a los valores cuya apertura tuvo lugar después de las 11 horas, ya que la inclusión de esas operaciones sesgaría negativamente la concentración del volumen negociado al principio de la sesión. Recuérdese que lo que se pretende encontrar son los patrones intradía de una sesión típica.

### 3.3.- Patrón intradía del volumen de negociación

Con la finalidad de encontrar una única división de una sesión típica en intervalos según la concentración de la negociación observada, se procedió a calcular los histogramas correspondientes al volumen negociado con intervalos de diferente tamaño (1, 5, 10, 15, 20 y 30 minutos), y para cada valor. Posteriormente, se representó gráficamente un histograma medio para cada tamaño de intervalo considerado anteriormente. Estos últimos gráficos se construyeron como una media ponderada de los histogramas correspondientes a cada valor, donde el peso de cada uno es el porcentaje de sesiones de ese activo incluidas en la muestra sobre el total<sup>12</sup>. En los gráficos 1 y 2 aparecen los histogramas medios correspondientes a intervalos de tamaño 30 y 15 minutos, respectivamente.

En cuanto al cálculo de los anteriores histogramas,

debe señalarse que el volumen correspondiente a las operaciones cruzadas a las 11h. se consideró separadamente; es decir, no se incluyeron en el primer intervalo de cada histograma, pero sí se calculó su frecuencia. Este criterio se ha utilizado ya que las operaciones registradas a las 11 h corresponden al cruce de las órdenes introducidas en el sistema de interconexión bursátil en el período de preapertura (entre las 10 h y las 11 h) y, por tanto, sería lógico observar que a las 11 h se produce una concentración de operaciones. Pero no es esa la concentración de operaciones que predice la teoría ni, por tanto, la que se quiere contrastar en este estudio.

Por otra parte, todos los contrastes estadísticos que se han practicado en esta sección se han realizado tanto para toda la base de datos como para la muestra que se obtiene al eliminar las aplicaciones<sup>13</sup>. La razón de separar de la base de datos original este tipo de operaciones se debe a su naturaleza peculiar y a que responden a una motivación diferente del resto. Este hecho, junto con que son operaciones de gran volumen (aunque sólo son un 7% de las operaciones cruzadas después de las 11h, representan más del 30% del volumen negociado) podría introducir perturbaciones en el análisis. Pero, por otra parte, si se hubiera optado por eliminar directamente esas operaciones de la muestra habría una parte importante del volumen negociado cuya concentración no se estaría explicando. De ahí que la solución que finalmente se ha adoptado es la aplicación de todos los contrastes a las dos muestras.

Atendiendo al diferente nivel que muestran las frecuencias de los histogramas se decidió inicialmente considerar los siguientes cuatro intervalos:

Intervalo 1: De 11:00 h. a 11:55 h.

Intervalo 2: De 11:55 h. a 13:15 h.

Intervalo 3: De 13:15 h. a 15:25 h.

Intervalo 4: De 15:25 h. a 17:00 h.

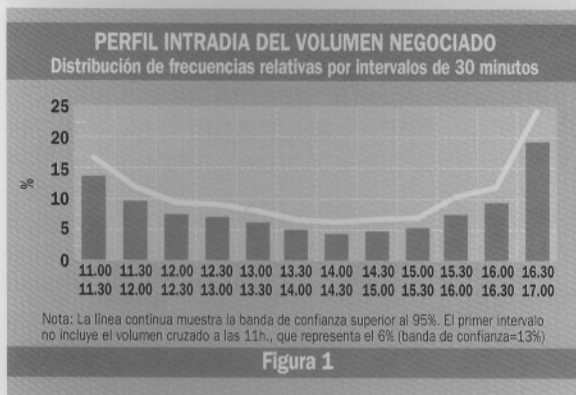


Figura 1

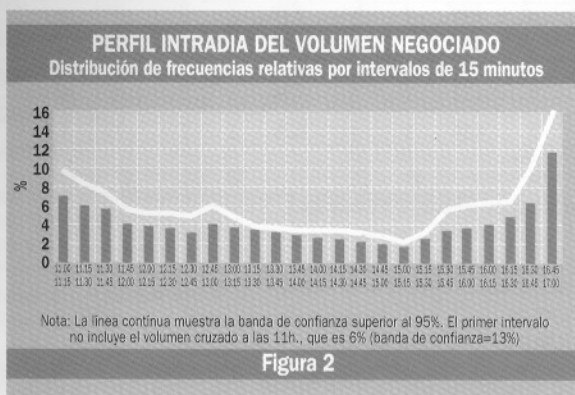


Figura 2

El hecho de que las frecuencias observadas en los intervalos 2 y 3 fueran parecidas, aunque las del último fueran menores, llevó a considerar como clasificación alternativa la división de la sesión en tres intervalos, donde el primero y el último son iguales que en la propuesta inicial y el intermedio se obtuvo como agregación del segundo y tercero. En el gráfico 3 se observa el resultado del análisis gráfico para la muestra total y para tres grupos de valores ordenados según su capitalización. Con el fin de comparar la diferente concentración de la negociación en cada

intervalo y teniendo en cuenta el diferente tamaño de los cuatro intervalos propuestos se representa, para cada uno de ellos, la frecuencia media asociada a un intervalo de cinco minutos.

Sin embargo, el análisis gráfico realizado anteriormente no permite contrastar las siguientes hipótesis:

- ¿Es relevante la consideración de cuatro subintervalos frente a tres?
- ¿Se puede aceptar para todos los valores que el perfil del volumen de negociación presenta forma de U?
- ¿Se mantiene la respuesta a las cuestiones anteriores para la muestra que no incluye aplicaciones?

Con el fin de responder a las cuestiones anteriores se contrastó la hipótesis nula de no existencia de diferencias significativas en cuanto a la frecuencia por unidad de tiempo entre intervalos adyacentes, frente a la hipótesis alternativa de que ésta es decreciente hasta el tercer intervalo y creciente entre el tercero y el cuarto. El test utilizado para estos contrastes fue el estadístico de Wilcoxon<sup>14</sup>, cuyos resultados aparecen en los cuadros 2 y 3.

Los resultados de aplicar el anterior contraste estadístico indican que no existen diferencias importantes entre incluir o excluir las aplicaciones. La única diferencia que se observa es que cuando estas operaciones se incluyen se acentúa la concentración de la negociación en el primero de los intervalos considerados, lo que indicaría que las aplicaciones presentan una mayor tendencia a concentrarse al principio de la sesión.

Por otra parte, según se observa en el cuadro 2, la hipótesis conjunta de existencia de cuatro intervalos relevantes y perfil en forma de U para el volumen negociado sólo se rechaza para 5 de los 22 valores estudiados a un nivel de significación del 5% y para

VALOR	Contrastación del perfil en forma de U para el volumen negociado (sin aplicaciones)										
	Intervalos 1 y 2		Intervalos 2 y 3		Intervalos 3 y 4		Contraste global				
	HO: F1 = F2 H1: F1 > F2		HO: F2 = F3 H1: F2 > F3		HO: F3 = F4 H1: F3 < F4		HO: Perfil plano H1: Perfil en U				
	WN	$\alpha$	WN	$\alpha$	WN	$\alpha$	$\alpha$				
	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	
TEF	3,86	1	1	1,58	0	0	-6,68	1	1	0	0
ELE	4,12	1	1	2,79	1	1	-7,12	1	1	1	1
REP	3,86	1	1	4,46	1	1	-7,58	1	1	1	1
BCH	1,99	1	0	2,59	1	1	-4,92	1	1	1	0
BBV	4,72	1	1	4,52	1	1	-7,26	1	1	1	1
IBE	4,06	1	1	5,03	1	1	-7,19	1	1	1	1
SAN	3,54	1	1	4,87	1	1	-6,74	1	1	1	1
BTO	2,12	1	0	5,16	1	1	-6,40	1	1	1	0
TAB	3,31	1	1	3,62	1	1	-6,58	1	1	1	1
ACE	1,24	0	0	3,36	1	1	-6,69	1	1	0	0
UNF	1,17	0	0	4,83	1	1	-7,05	1	1	0	0
FEC	2,50	1	1	4,42	1	1	-6,91	1	1	1	1
SEV	-0,26	0	0	3,36	1	1	-6,65	1	1	0	0
DRC	3,98	1	1	3,71	1	1	-6,79	1	1	1	1
ASL	5,06	1	1	4,86	1	1	-7,18	1	1	1	1
VAL	3,81	1	1	4,06	1	1	-6,74	1	1	1	1
VIS	2,04	1	0	4,29	1	1	-6,96	1	1	1	0
CUB	2,46	1	1	3,57	1	1	-6,47	1	1	1	1
SAR	2,26	1	0	2,73	1	1	-7,17	1	1	1	0
HHU	1,35	0	0	2,66	1	1	-7,00	1	1	0	0
URB	3,81	1	1	4,12	1	1	-7,38	1	1	1	1
AGR	3,68	1	1	4,14	1	1	-6,75	1	1	1	1
Casos en los que se rechaza la HO	18	14		21	21		22	22	17	13	

WN: Estadístico de Wilcoxon normalizado por la media y la desviación típica

HO: Hipótesis nula

H1: Hipótesis alternativa

Fi: Frecuencia relativa del volumen negociado por unidad de tiempo asociada al intervalo  $i = 1, 2, 3, 4$

$\alpha$ : nivel de significación en tanto por uno

1: Se rechaza la HO.

0: No se puede rechazar la HO

## CUADRO 2



la muestra que excluye aplicaciones. El cuadro 3 muestra que esa misma hipótesis y para el mismo nivel de significación es rechazada para 6 valores para toda la muestra. Sin embargo, para todos los valores que se rechazó la hipótesis anterior, a excepción del valor Sevillana para la muestra que no incluye aplicaciones, se cumple que el estadístico de Wilcoxon presenta el signo esperado por la teoría. Posteriormente, se procedió a contrastar si se podía aceptar el perfil en forma de U cuando se consideraba una división en tres intervalos; es decir, que la concentración de la negociación es menor para el intervalo central. Esta última hipótesis sólo se rechazó, a un nivel de significación del 5%, para el valor Sevillana cuando se excluyen las aplicaciones, y para el valor BCH cuando se incluyen estas operaciones. En el primer caso el rechazo de la hipótesis se debe a que no existen diferencias significativas entre el primero y segundo intervalo, mientras que en el segundo caso no se puede distinguir entre el intervalo central y el último.

Otro aspecto contrastado, una vez aceptada la hipótesis del perfil en forma de U para el volumen negociado, es si la distribución de la negociación es simétrica. Para ello se compararon, por una parte, el primer y último intervalo y, posteriormente, el segundo y el cuarto. El contraste estadístico utilizado fue, nuevamente, el test de Wilcoxon. El resultado de este análisis fue que para la mayoría de valores (14 para la muestra sin aplicaciones, y 16 para la base de datos completa) no se podía distinguir entre las concentraciones de volumen correspondientes al primer y último intervalos, lo que indicaría evidencia a favor de la simetría de la U. Por otra parte, para todos los valores, excepto dos en la muestra que incluye aplicaciones, se aceptó que la concentración del volumen en el intervalo cuarto era mayor que en el segundo.

En resumen, los resultados anteriores muestran evidencia favorable a la existencia de un perfil en forma de U para el volumen de negociación y, para una proporción elevada de activos se detectó que la división relevante de una sesión típica son cuatro intervalos, de forma que la operativa es muy elevada en el primer intervalo, desciende en el segundo y tercer intervalos y vuelve a ser elevada al final de la sesión. En particular, se observa que el volumen de negocio se dispara fuertemente durante los últimos 15 minutos de la sesión (véase gráfico 2). Habida cuenta de estos resultados se decidió tomar como división de referencia para los siguientes contrastes a realizar la correspondiente a los cuatro intervalos citados.

### 3.4.- Patrón intradía de la volatilidad de los rendimientos

Con objeto de contrastar si el perfil que muestra la volatilidad de los rendimientos se corresponde con el obtenido para el volumen de negociación, se calculó, para cada uno de los cuatro intervalos considerados, la desviación típica de los rendimientos de cada valor. El procedimiento de cálculo de la desviación

Contrastación del perfil en forma de U para el volumen negociado (Muestra total)

VALOR	Intervalos 1 y 2 H0: F1 = F2 H1: F1 > F2		Intervalos 2 y 3 H0: F2 = F3 H1: F2 > F3		Intervalos 3 y 4 H0: F3 = F4 H1: F3 < F4		Contraste global H0: Perfil plano H1: Perfil en U				
	WN		WN		WN		WN				
	α		α		α		α				
	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01			
TEF	4,39	1	1	1,19	0	0	-5,93	1	1	0	0
ELE	4,25	1	1	3,00	1	1	-7,10	1	1	1	1
REP	4,79	1	1	4,51	1	1	-7,34	1	1	1	1
BCH	1,11	0	0	2,51	1	0	-2,19	1	0	0	0
BBV	2,86	1	1	4,10	1	1	-5,65	1	1	1	1
IBE	3,29	1	1	5,48	1	1	-7,26	1	1	1	1
SAN	4,55	1	1	4,89	1	1	-6,66	1	1	1	1
BTO	2,19	1	0	4,92	1	1	-4,85	1	1	1	0
TAB	3,93	1	1	3,51	1	1	-5,22	1	1	1	1
ACE	1,82	1	0	3,39	1	1	-6,31	1	1	1	0
UNF	1,33	0	0	5,35	1	1	-6,62	1	1	0	0
FEC	1,95	1	0	4,47	1	1	-6,48	1	1	1	0
SEV	0,71	0	0	3,14	1	1	-5,80	1	1	0	0
DRC	3,51	1	1	4,22	1	1	-6,26	1	1	1	1
ASL	5,29	1	1	4,92	1	1	-6,86	1	1	1	1
VAL	3,38	1	1	4,20	1	1	-6,31	1	1	1	1
VIS	3,10	1	1	3,64	1	1	-6,66	1	1	1	1
CUB	3,77	1	1	1,59	0	0	-5,54	1	1	0	0
SAR	2,48	1	1	2,17	1	0	-7,12	1	1	1	0
HHU	1,06	0	0	3,06	1	1	-6,65	1	1	0	0
URB	3,93	1	1	4,09	1	1	-7,28	1	1	1	1
AGR	3,60	1	1	4,10	1	1	-6,71	1	1	1	1
Casos en los que se											
rechaza la H0											
	18	15		20	18		22	21	16	12	

WN: Estadístico de Wilcoxon normalizado por la media y la desviación típica

H0: Hipótesis nula

H1: Hipótesis alternativa

F: Frecuencia relativa del volumen negociado por unidad de tiempo asociada al intervalo i = 1, 2, 3, 4

α: nivel de significación en tanto por uno

1: Se rechaza la H0.

0: No se puede rechazar la H0



Volatilidad Intradía de los rendimientos				
VALOR	11:00 a 11:55	11:55 a 13:15	13:15 a 15:25	15:25 a 17:00
TEF	1,5819	1,0334	0,5604	1,2003
ELE	1,5544	0,5360	0,4254	0,8856
REP	1,4880	0,4384	0,2454	0,7053
BCH	1,0766	0,8014	0,4101	0,5244
BBV	1,2515	0,4955	0,3037	0,6975
IBE	1,0576	0,3436	0,1872	0,5334
SAN	1,3656	0,5357	0,3121	0,7588
BTO	1,5941	0,8683	0,4142	0,8421
TAB	1,6448	0,6385	0,4702	0,8199
ACE	1,9504	1,0012	0,4539	1,2308
UNF	0,9241	0,3879	0,1855	0,4465
FEC	1,3200	0,4572	0,2082	0,4220
SEV	1,0028	0,5082	0,2136	0,5332
DRC	2,1150	0,7814	0,3727	0,6491
ASL	2,5174	0,9254	0,4918	1,0558
VAL	2,1557	1,0923	0,4241	1,1541
VIS	1,4731	0,6881	0,2465	0,6319
CUB	2,3209	1,3539	0,3428	0,8100
SAR	1,6109	0,8881	0,3490	0,7686
HHU	1,9987	0,8746	0,4005	1,3446
URB	2,7072	1,1587	0,6068	1,5932
AGR	3,7870	1,3514	0,8518	1,3512

Nota: Los datos corresponden a la desviación típica normalizada al minuto (multiplicada por 10000).

#### CUADRO 4

típica de los rendimientos fue el siguiente: para cada intervalo se seleccionaron tres precios correspondientes a la primera transacción, la más próxima al centro y la última; posteriormente, se calcularon los rendimientos como la diferencia del logaritmo de los precios, y con esta última serie se computó la desviación típica. Para que la estimación de la volatilidad de cada intervalo fuera comparable con la de los

Una sesión típica del mercado  
continuo se puede simplificar en  
cuatro intervalos temporales

otros se normalizó esa medida, calculándose la desviación típica equivalente por minuto<sup>15</sup>.

En la elección del número de datos seleccionados en cada intervalo se tuvieron en cuenta dos criterios. Estadísticamente resultaba preferible tener un número

ro elevado de datos. Pero, teniendo en cuenta que en los intervalos centrales de la sesión desciende la frecuencia de contratación, surge el problema de que la serie de rendimientos calculados en esos intervalos no es estrictamente del mismo tamaño. Este último problema es más importante cuanto mayor sea el número de datos que se seleccionan en cada intervalo. Teniendo en cuenta los dos criterios anteriores se decidió escoger tres datos por intervalo al considerarse que el número de datos con los que se estimaban las desviaciones típicas (mayor que 64 en todos los casos) era suficiente para realizar contrastes estadísticos.

En el cuadro 4 aparece el resultado de aplicar los cálculos señalados anteriormente. En él se observa que existe un perfil en forma de U en la volatilidad de los rendimientos para todos los valores, ya que la desviación típica es decreciente hasta el tercer intervalo y creciente entre el tercer y cuarto intervalos. Sin embargo, es necesario contrastar si las diferencias que se observan en el cuadro entre los intervalos son estadísticamente significativas. Con este fin se realizó un test F de igualdad de varianzas. Los resultados del contraste, que aparecen en el cuadro 5, muestran que, excepto para tres valores (Endesa, Banco Central Hispanoamericano y Tabacalera), se acepta la hipótesis de perfil de la volatilidad en forma de U para la división de la sesión en cuatro intervalos. Debe destacarse que ese perfil se acepta, incluso, para los valores que no se pudo aceptar estadísticamente la existencia de perfil del volumen negociado en forma de U para la división en cuatro intervalos.

Por tanto, los resultados de esta parte muestran evidencia favorable a las implicaciones del modelo de A y P en cuanto al comportamiento predicho para la volatilidad de los rendimientos. Sin embargo, a diferencia del perfil del volumen negociado, en este caso no existe evidencia estadística de que la forma de la U sea simétrica. Para todos los valores, excepto Telefónica, se rechazó la hipótesis nula de que la desviación típica de los rendimientos del primero y último intervalos son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que la volatilidad de los rendimientos asociada al primero de ellos es mayor. Además, los contrastes que se realizaron para comparar las volatilidades correspondientes a los intervalos segundo y último indican que para seis valores la volatilidad del segundo intervalo es estadísticamente superior a la del cuarto.

#### IV.- CONCLUSIONES Y EXTENSIONES

En este artículo se ha encontrado evidencia empírica favorable a la existencia de patrones de comportamiento intradía en el mercado bursátil español parecidos a los observados en otros mercados de valores (como en el NYSE o el CME), y que se explican teóricamente por el modelo de A y P. La ventaja del análisis que aquí se ha realizado sobre otros estudios anteriores es la utilización de valores individuales en vez de datos agregados o índices, lo que evita los problemas causados por el efecto de contratación asincrónica.

Las dos variables sobre las que se ha centrado el análisis son el volumen negociado y la volatilidad de los rendimientos, detectándose la existencia de un perfil en forma de U para casi todos los valores. Según se vio, una sesión típica del mercado continuo se puede simplificar en cuatro intervalos temporales, de forma que tanto la operativa como la volatilidad de los rendimientos es elevada en el primero de ellos, descende en el segundo y tercero, y es creciente entre el tercero y último intervalos.

En cuanto al volumen de negociación, destaca que las aplicaciones presentan, frente al resto de operaciones, una mayor tendencia a concentrarse al principio de la sesión. Sin embargo, tanto para unas operaciones como para otras se ha detectado simetría en la forma de la U; es decir, no existían diferencias estadísticas entre el primer y último intervalos en cuanto a la concentración del volumen de negocio. Por otra parte, es de resaltar el fuerte volumen de negociación durante los últimos 15 minutos de cada sesión.

En cambio, el perfil mostrado por la volatilidad de los rendimientos no es simétrico, ya que la volatilidad del último intervalo es menor que la del primero. Además del volumen de negocio y de la volatilidad de los precios, el modelo de A y P explica el comportamiento intradía de otras dos variables: la profundidad del mercado y el contenido informativo de los precios. Por lo que respecta a la primera, debe señalarse que el análisis de la profundidad intradía constituyó uno de los objetivos iniciales de este estudio, por considerarse que esta característica es un elemento muy importante para evaluar los costes implícitos de la operativa en los mercados de valores. Sin embargo, la primera dificultad que presenta un análisis como el propuesto es la forma de cálculo de esa variable. Si por profundidad se entiende el efecto que tiene sobre el precio de un valor la ejecución inmediata de una orden de gran tamaño, una posible medida vendría dada por la pendiente de las curvas de oferta y demanda que implícitamente se

**Contrastación del perfil en forma de U para la volatilidad de los rendimientos**

VALOR	N	Intervalos 1 y 2 HO: V1 = V2 H1: V1 > V2				Intervalos 2 y 3 HO: V2 = V3 H1: V2 > V3				Intervalos 3 y 4 HO: V3 = V4 H1: V3 < V4				Contraste global HO: Perfil plano H1: Perfil en U	
		F	$\alpha$		F	$\alpha$		F	$\alpha$		a				
			0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01	0,05	0,01			
TEF	74	2,34	1	1	3,40	1	1	0,22	1	1	1	1			
ELE	76	8,41	1	1	1,59	0	0	0,23	1	1	0	0			
REP	80	11,52	1	1	3,19	1	1	0,12	1	1	1	1			
BCH	80	1,80	1	0	3,82	1	1	0,61	0	0	0	0			
BBV	80	6,38	1	1	2,66	1	1	0,19	1	1	1	1			
IBE	80	9,48	1	1	3,37	1	1	0,12	1	1	1	1			
SAN	76	6,50	1	1	2,95	1	1	0,17	1	1	1	1			
BTO	78	3,37	1	1	4,40	1	1	0,14	1	1	1	1			
TAB	76	6,63	1	1	1,84	0	0	0,33	1	1	0	0			
ACE	74	3,80	1	1	4,87	1	1	0,14	1	1	1	1			
UNF	76	5,68	1	1	4,37	1	1	0,17	1	1	1	1			
FEC	76	8,34	1	1	4,82	1	1	0,24	1	1	1	1			
SEV	76	3,89	1	1	5,66	1	1	0,16	1	1	1	1			
DRC	76	7,33	1	1	4,40	1	1	0,33	1	1	1	1			
ASL	76	7,40	1	1	3,54	1	1	0,22	1	1	1	1			
VAL	64	3,89	1	1	6,63	1	1	0,13	1	1	1	1			
VIS	76	4,58	1	1	7,79	1	1	0,15	1	1	1	1			
CUB	74	2,94	1	1	15,60	1	1	0,18	1	1	1	1			
SAR	76	3,29	1	1	6,48	1	1	0,21	1	1	1	1			
HHU	78	5,22	1	1	4,77	1	1	0,09	1	1	1	1			
URB	76	5,46	1	1	3,65	1	1	0,15	1	1	1	1			
AGR	78	7,85	1	1	2,52	1	1	0,40	1	1	1	1			
Casos en los que se rechaza la HO			22	21		20	20		21	21	19	19			

F: Estadístico F  
 HO : Hipótesis nula  
 H1: Hipótesis alternativa  
 Vi: Varianza de los rendimientos por unidad de tiempo asociada al intervalo i i=1, 2, 3, 4  
 $\alpha$ : nivel de significación en tanto por uno  
 1: Se rechaza la HO.  
 0: No se puede rechazar la HO.  
 N: Número de observaciones

**CUADRO 5**

definen en el mercado a partir de las órdenes introducidas en el sistema. No obstante, para obtener esas curvas se necesita disponer de datos sobre órdenes y, lamentablemente, éstas no se registran informáticamente. De ahí que sea necesario reconstruirlas a partir de datos sobre operaciones. En efecto, cuando un operador introduce una orden de compra (venta) de gran tamaño y se cruza a distintos precios, lo que se

obtiene es el registro de una parte de la oferta (demanda) en ese instante. Por lo tanto, a partir de las operaciones de gran tamaño se pueden recuperar las curvas de oferta o demanda implícitas. Esta última técnica ha sido utilizada por Pagano y Roël (1990)<sup>16</sup> para medir la liquidez del mercado bursátil francés.

Para contrastar las implicaciones del modelo de A y P en cuanto a la profundidad del mercado se construyó una medida de profundidad para cada uno de los cuatro intervalos considerados en el estudio previo, reconstruyendo las curvas de oferta y de demanda a partir de las operaciones realizadas. Los resultados del análisis (que apuntan a que no existen diferencias significativas entre los cuatro intervalos) no se presentan al considerarse no concluyentes por dos motivos. En primer lugar, porque los datos disponibles sólo permitieron recuperar una pequeña parte de la oferta (demanda) relevante, ya que una proporción elevada de las operaciones de gran tamaño correspondían a aplicaciones que, por definición, no muestran esas curvas. Por otra parte, porque cualquier metodología de cálculo de la profundidad a partir de datos sobre operaciones presenta un problema de sesgo de selección. En efecto, los instantes en que se calcularon las curvas de oferta (demanda) no fueron seleccionados aleatoriamente sino que se correspondían con los períodos en que se producían las operaciones, y cabe esperar que esos instantes sean los que presenten mayor profundidad. Si esta última variable no fuera constante a lo largo de cada uno de los intervalos seleccionados, la medida obtenida no sería comparable ya que, en lugar de obtenerse una media, se tendría un valor máximo.

En Hausman, Lo y Mackinlay (1991)<sup>17</sup> se describe un modelo probit ordenado, donde la variable endógena es la variación de precios entre dos operaciones consecutivas y la variable exógena es el volumen de la última operación. El coeficiente de esta última variable se elige como una medida de la profundidad del mercado. Sin embargo, esta última metodología, al igual que la desarrollada por Pagano y Roël (1990), está sujeta al problema del sesgo de selección comentado anteriormente.

El presente estudio puede tomarse como una primera aproximación al análisis de patrones intradía en el mercado español. En futuros trabajos empíricos sobre este tema debería intentarse analizar la profundidad del mercado a partir de datos sobre órdenes (aunque sea a partir de registro manual) y, además, podría realizarse una investigación sobre el contenido informativo de los precios (en Hasbrouck (1991)<sup>18</sup> se desarrolla una metodología para su cálculo) y

sobre otras variables que se han estudiado en otros mercados, como el nivel medio de los rendimientos y la autocorrelación de los precios. Finalmente, el mismo tipo de análisis podría realizarse para otros mercados como los que negocian productos derivados.

## APENDICE : EL TEST DE WILCOXON

El test de Wilcoxon (o Mann-Whitney) es un contraste no paramétrico que se puede aplicar a dos muestras independientes e idénticamente distribuidas, pero con función de distribución desconocida. La hipótesis nula que se contrasta es que ambas muestras proceden de la misma distribución.

Sean:

$$\begin{aligned} x_1, \dots, x_n & \text{ muestra de tamaño } n \\ y_1, \dots, y_m & \text{ muestra de tamaño } m \end{aligned}$$

La hipótesis nula a contrastar es:

$$H_0 : F_x = F_y$$

siendo  $F_x$  y  $F_y$  las funciones de distribución de X e Y, respectivamente. La hipótesis alternativa puede ser una de las siguientes:

$$\begin{aligned} H_1 : F_x & \neq F_y \\ H_1 : F_x & > F_y \\ H_1 : F_x & < F_y \end{aligned}$$

A partir de las dos muestras anteriores se pueden formar  $nm$  pares  $(x_i, y_j)$  donde  $i=1, \dots, n$  y  $j=1, \dots, m$ . El estadístico de Wilcoxon (W) es el número de pares tales que  $x_i < y_j$ , o sea:

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w(x_i, y_j)$$

donde

$$w(x_i, y_j) = \begin{cases} 1 & \text{si } x_i < y_j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

La media y la desviación típica del estadístico de Wilcoxon bajo la hipótesis nula son:

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{nm}{2} \\ \sigma &= \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}} \end{aligned}$$

Para  $n > 10$  ó  $m > 10$ , W se puede aproximar a una distribución normal.

## NOTAS

- 1 Wood, R. A., McInish, T. H. y Ord, J. K. (1985) "An Investigation of Transactions Data for NYSE Stocks", *The Journal of Finance*, 40 pp. 723-741
- 2 Harris, L. (1986) "A Transaction Data Survey of Weekly and Intradaily Patterns in Stock Returns", *Journal of Financial Economics*, 16 pp. 99-117.
- 3 Jain, P. J., y Joh, G. (1988) "The Dependence between Hourly Prices and Trading Volume", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 23 pp. 269-283.
- 4 Jordan, J. V., Seale, W. E., Dinehart, S., y Kenyon, D. (1988) "The Intraday Variability of Soybean Futures Prices: Information and Trading Effects", *Review of Futures Markets*, 7 pp. 97-108.
- 5 Harvey, C., y Huang, R. (1990) "Inter and Intraday Volatility in the Foreign Currency Futures Market", *Duke University Working Paper*.
- 6 Ekman, P.D. (1992) "Intraday Patterns in the S&P 500 Index Futures Market". *The Journal of Futures Market*, 12 pp. 365-381.
- 7 Admati, A. y Pfleiderer, P. (1988) "A Theory of Intraday Patterns", *Review of Financial Studies*, 1 pp. 3-40.
- 8 Kyle, A.S. (1985) "Continuous Auctions and Insider Trading", *Econometrica*, 53
- 9 Glosten, L. R., y Milgrom, P. R. (1985) "Bid, Ask and Transaction Prices in a Specialist Market with Heterogeneously Informed Traders", *Journal of Financial Economics*, 14 pp. 71-100.
- 10 Aunque la figura de los creadores de mercado ("market makers") no exista actualmente en el mercado bursátil español, esto no implica que el modelo de Admati y Pfleiderer (1988) no sea aplicable ya que, como se verá posteriormente, el único papel que desempeñan estos operadores en el modelo es el de actuar como subastadores, es decir, que equilibran la oferta y la demanda.
- 11 Sólo se ha considerado el submercado de lotes habida cuenta de la importancia de este segmento dentro del total: en el año 1992 más del 83% de las órdenes registradas por el mercado continuo fueron a través de ese submercado (véase Informe Anual

1992 de la C.N.M.V.).

12 La razón de utilizar una media ponderada con esos pesos responde a que en la muestra no existe el mismo número de sesiones para todos los valores. Este hecho es debido a la eliminación de las sesiones en que la apertura no fue a las 11 h.

13 Las aplicaciones son aquellas operaciones en las que el miembro comprador coincide con el vendedor.

14 Véase Apéndice para la definición del contraste de Wilcoxon.

15 La desviación típica equivalente a un minuto se calculó de la siguiente manera:

$$\sigma_i^n = \frac{\sigma_i}{\sqrt{T_i/2}} \quad i = 1,2,3,4$$

donde  $\sigma_i$  es la desviación típica de los rendimientos asociados al intervalo  $i$ , y  $T_i$  es la longitud (en minutos) del intervalo  $i$ . La razón de dividir entre dos la longitud de cada intervalo es porque, tal como se indicó anteriormente, en cada sesión se seleccionaron dos rendimientos por intervalo.

16 Pagano, M., Röel, A. (1990) "Shifting Gears: An Economic Evaluation of the Reform of the Paris Bourse", *LSE Financial Markets Group. Discussion Paper N° 103*.

17 Hausman, J. A., Lo, A. W., y Mackinlay, A. C. (1991) "An Ordered Probit Analysis of Transaction Stock Prices", *National Bureau of Economic Research, Working Papers, N° 3888*.

18 Hasbrouck, J. (1991) "The Summary Informativeness of Stock Trades: An Econometric Analysis", *The Review of Financial Studies*, 4 pp. 571-595.