



ESTUDIOS EMPIRICOS SOBRE EL IBEX-35

La presente nota técnica pretende explorar aspectos diversos y lograr un conocimiento más profundo del índice bursátil IBEX-35. Sobre una serie de cotizaciones del índice, que van desde el 5 de enero de 1987 al 31 de mayo de 1994, vamos a ver cuál ha sido la evolución, tanto de su rentabilidad como de su volatilidad, qué patrones de comportamiento han seguido estos parámetros, en qué medida su rentabilidad se puede ajustar a una distribución normal, cuál es el grado de autocorrelación existente y en qué medida se relacionan el IBEX-35 y el Índice General de la Bolsa de Madrid (IGBM).

Evolución del IBEX-35 durante el período enero de 1987-mayo de 1994

El Gráfico 1 muestra la evolución diaria del IBEX-35 durante el período enero de 1987-mayo de 1994. Viene, además, acompañado de una serie de referencias en las que se indican hechos relevantes, tales como el «crash» bursátil de octubre de 1987, la invasión de Kuwait y posterior guerra del Golfo, la devaluación de la peseta y el descenso de tipos de interés registrado en España, etc., que han afectado sin duda alguna a su comportamiento.

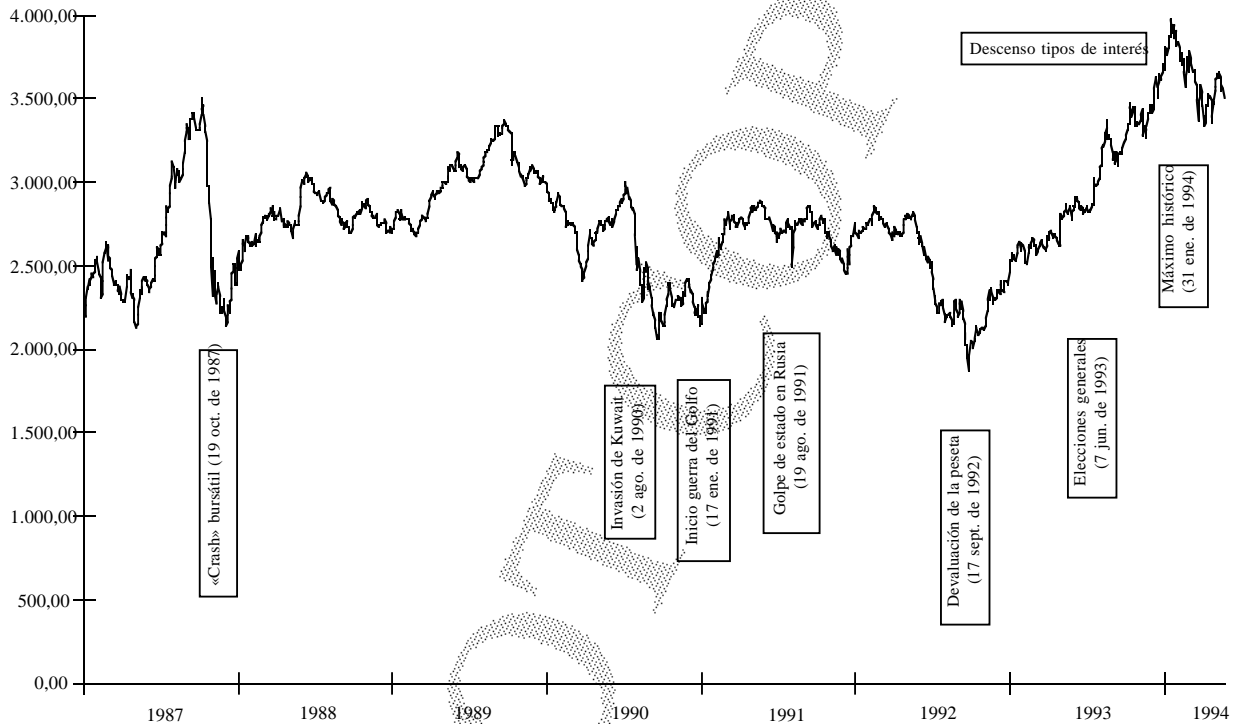
Nota técnica de la División de Investigación del IESE.

Preparada por el profesor Pablo Fernández, bajo la supervisión de los profesores Pere Agell y José A. Segarra. Octubre de 1994.

Copyright © 1994, IESE.

Prohibida la reproducción, total o parcial, sin autorización escrita del IESE.

Gráfico 1. Evolución del IBEX-35 durante el período enero de 1987-mayo de 1994



Efecto «día de la semana» en el IBEX-35

Vamos ahora, en este apartado, a explorar la existencia de algún patrón o modelo de comportamiento de la rentabilidad del mercado (en nuestro caso, colocamos la «etiqueta» de mercado al IBEX-35) a lo largo de los días de la semana. Se trata de ver si existe algún día concreto de la semana donde, en general, la rentabilidad ha sido históricamente superior a la del resto de días. Esto es lo que entendemos por efecto «día de la semana».

A continuación, se presenta en la Tabla 1 el efecto «día de la semana» en el IBEX-35 para el período comprendido entre el 1 de enero de 1987 y el 31 de mayo de 1994. Se puede observar que el lunes es el día con mayor rentabilidad promedio (0,1244%) y supera netamente al resto de los días de la semana, a pesar de que el viernes ha seguido, aunque por debajo, la tendencia de los lunes. El número de lunes con rentabilidad positiva ha sido bastante superior a aquellos con rentabilidad negativa. También es remarcable la «negatividad» de la rentabilidad promedio de los miércoles (ha sido el único día de la semana con rentabilidad negativa).

**Tabla 1. Rentabilidad del IBEX-35 durante el período
1 de enero de 1987-31 de mayo de 1994**
(En porcentaje)

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	0,1244	0,0015	-0,1087	0,0421	0,0711	0,0254
Días con rentabilidad positiva	59,13	48,53	45,84	50,96	54,27	51,71
Días con rentabilidad negativa	40,87	51,47	54,16	49,04	45,73	48,29
Máxima	8,59	4,87	3,35	6,84	2,95	8,59
Mínima	-8,88	-7,42	-8,08	-7,39	-4,67	-8,88
Desviación estándar diaria	1,48	1,19	1,10	1,15	1,01	1,20
Volatilidad anualizada	28,25	22,77	20,99	22,01	19,39	22,91

La Tabla 2 permite observar el efecto «día de la semana» en el IBEX-35 para cada uno de los años que integran el mencionado período. Podemos ver cómo se podrían agrupar de manera diferente: hasta 1990, se observa una relativa estabilidad, pues el día con mayor rentabilidad es claramente el lunes; sin embargo, a partir de 1991, el día con una rentabilidad promedio más alta se desplaza del lunes hacia el jueves o el viernes. De hecho, hasta 1991, el número de lunes con rentabilidad es muy superior al de lunes con rentabilidad negativa, siempre en general por encima del resto de días de la semana, pero no así a partir de 1992, momento en el que esta característica pasa a los viernes.

Otra consideración podría ser el hecho de que los años 1990, 1992 y la parte de 1994 analizada (de enero a mayo) han sido de tendencia bajista, pues la rentabilidad promedio total ha sido negativa (la rentabilidades positivas no han sido lo suficientemente elevadas como para compensar las negativas). En cambio, en el resto de años, la tendencia ha sido la inversa.

Tabla 2. Rentabilidad diaria del IBEX-35. Análisis separado para cada año
(En porcentaje)

1987

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	0,8165	-0,2947	-0,3610	-0,1487	0,2008	0,0365
Días con rentabilidad positiva	73,47	44,00	46,15	42,55	59,57	53,06
Días con rentabilidad negativa	26,53	56,00	53,85	57,45	40,43	46,94
Máxima	8,59	4,65	3,18	3,71	2,95	8,59
Mínima	-4,67	-7,42	-8,08	-7,39	-3,65	-8,08
Desviación estándar diaria	1,94	1,91	1,89	1,69	1,48	1,83
Volatilidad anualizada	37,14	36,40	36,06	32,24	28,32	35,01

1988

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	0,2861	-0,0428	0,0278	-0,0312	0,0155	0,0504
Días con rentabilidad positiva	71,43	40,00	46,94	51,02	47,06	51,21
Días con rentabilidad negativa	28,57	60,00	53,06	48,98	52,94	48,79
Máxima	4,91	4,49	1,87	1,93	1,90	4,91
Mínima	-4,02	-2,28	-1,29	-1,83	-2,86	-4,02
Desviación estándar diaria	1,21	0,9	0,62	0,70	0,82	0,88
Volatilidad anualizada	23,18	18,00	11,81	13,32	15,60	16,88

1989

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	0,1725	0,0283	-0,0740	0,0780	-0,0080	0,0387
Días con rentabilidad positiva	75,51	54,00	48,00	56,25	51,02	56,91
Días con rentabilidad negativa	24,49	46,00	52,00	43,75	48,98	43,09
Máxima	1,56	1,35	1,01	1,09	1,18	1,56
Mínima	-6,15	-1,15	-1,27	-0,78	-1,25	-6,15
Desviación estándar diaria	1,08	0,48	0,49	0,45	0,52	0,65
Volatilidad anualizada	20,71	9,21	9,33	8,59	10,02	12,44

1990

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	0,0686	-0,0516	-0,1171	-0,1351	-0,3547	-0,1172
Días con rentabilidad positiva	56,00	53,06	50,00	45,83	42,86	49,59
Días con rentabilidad negativa	44,00	46,94	50,00	54,17	57,14	50,41
Máxima	5,89	4,87	2,06	2,69	2,07	5,89
Mínima	-6,60	-3,33	-1,80	-4,40	-4,67	-6,60
Desviación estándar diaria	1,82	1,48	0,82	1,10	1,18	1,32
Volatilidad anualizada	34,68	28,23	15,74	21,06	22,57	25,26

1991

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	0,0143	0,0827	0,0033	0,1173	0,0764	0,0588
Días con rentabilidad positiva	60,78	40,00	46,94	52,00	53,06	50,60
Días con rentabilidad negativa	39,22	60,00	53,06	48,00	46,94	49,40
Máxima	2,20	4,06	3,35	6,84	1,51	6,84
Mínima	-8,88	-1,81	-2,70	-3,02	-1,52	-8,88
Desviación estándar diaria	1,64	0,93	1,03	1,28	0,81	1,17
Volatilidad anualizada	31,26	17,74	19,60	24,54	15,40	22,34

1992

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	-0,3495	0,0877	-0,1850	-0,0473	0,2830	-0,0417
Días con rentabilidad positiva	33,33	47,06	34,62	47,06	65,31	45,42
Días con rentabilidad negativa	66,67	52,94	65,38	52,94	34,69	54,58
Máxima	3,23	3,00	3,28	3,56	2,54	3,56
Mínima	-4,38	-2,20	-2,25	-3,94	-2,75	-4,38
Desviación estándar diaria	1,27	1,00	1,17	1,39	0,98	1,18
Volatilidad anualizada	24,31	19,16	22,34	26,64	18,68	22,64

1993

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	0,0291	0,1158	0,0369	0,4718	0,2055	0,1732
Días con rentabilidad positiva	48,98	54,90	50,00	62,75	61,22	55,60
Días con rentabilidad negativa	51,02	45,10	50,00	37,25	38,78	44,40
Máxima	1,87	2,51	2,18	4,70	2,35	4,70
Mínima	-1,77	-2,06	-2,89	-0,92	-2,36	-2,89
Desviación estándar diaria	0,84	1,00	0,96	0,98	0,98	0,96
Volatilidad anualizada	16,10	19,02	18,25	18,72	18,67	18,32

enero-mayo de 1994

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Promedio	-0,2558	0,1826	-0,2834	-0,0518	0,2833	-0,0277
Días con rentabilidad positiva	45,45	63,64	42,86	47,37	55,00	50,96
Días con rentabilidad negativa	54,55	36,36	57,14	52,63	45,00	49,04
Máxima	1,85	3,16	1,64	1,87	2,79	3,16
Mínima	-3,33	-2,24	-2,46	-1,79	-1,10	-3,33
Desviación estándar diaria	1,49	1,41	1,27	1,04	1,05	1,27
Volatilidad anualizada	28,40	26,98	24,18	19,94	20,12	24,29

Para explorar un poco el cambio de tendencia producido a partir de 1991, por la que los lunes pierden protagonismo en favor de los jueves y viernes, se ha hecho un análisis de los viernes durante el período comprendido entre enero de 1992 y mayo de 1994. De este modo, se pretendía averiguar si la rentabilidad promedio de los terceros viernes de cada mes (fecha de vencimiento de los contratos de futuros sobre el IBEX-35) es sensiblemente diferente a la rentabilidad del resto de los viernes de ese período. Los resultados que se han conseguido son los siguientes:

<i>3os. viernes de cada mes</i>	Porcentaje
Promedio	0,19
Días con rentabilidad positiva	55,17
Días con rentabilidad negativa	44,83
Máxima	2,79
Mínima	-2,75
Desviación estándar diaria	1,19
Volatilidad anualizada	22,77
<i>Resto de viernes</i>	Porcentaje
Promedio	0,27
Días con rentabilidad positiva	64,77
Días con rentabilidad negativa	35,23
Máxima	2,54
Mínima	-2,36
Desviación estándar diaria	0,91
Volatilidad anualizada	17,41

Se puede observar que es imposible concluir que el vencimiento de los contratos de futuros sobre el IBEX-35 sea factor clave a la hora de explicar ese desplazamiento de la rentabilidad desde los lunes hacia los viernes.

Un factor que, sin embargo, sí que puede haber influido en dicho cambio es el proceso de reforma y modernización que se ha venido llevando a cabo en las bolsas españolas. Dicha reforma tiene su origen en la Ley del Mercado de Valores de 1988, y se ha prolongado hasta 1991. Entre los aspectos más sobresalientes está el nuevo sistema de contratación informatizado e interconectado entre las cuatro bolsas españolas, y que se conoce como mercado continuo. Este sistema entró en vigor el 24 de abril de 1989 y para su lanzamiento fueron seleccionados inicialmente 6 valores, que se convirtieron en 51 a finales de ese año y en 134 a finales de 1990. Además, dentro del propio mercado continuo, se puso en marcha el denominado «sistema fungible», que agiliza y reduce los plazos de compensación y liquidación de los valores nominativos (1), y se cambió el período contable de liquidación semanal por la liquidación diaria.

Una estrategia para tratar de aprovechar este nuevo efecto «día de la semana» habría sido comprar futuros sobre el IBEX-35 los jueves al cierre y venderlos los viernes. Sin embargo, en los años 1992 y 1993, esta estrategia habría ganado menos de la mitad de dinero (teniendo en cuenta todos los gastos de negociación) que la simple estrategia de comprar las acciones que componen el IBEX-35 y mantenerlas.

Efecto «semana del año» en el IBEX-35

Paralelamente al análisis realizado en el anterior apartado, vamos a ver ahora si existe algún comportamiento digno de mención en lo que respecta a la rentabilidad semanal del IBEX-35. La Tabla 3 nos presenta el desglose de las 52 semanas del año y ciertos parámetros representativos de las mismas.

**Tabla 3. Rentabilidad semanal del IBEX-35 durante el período
1 de enero de 1987-31 de mayo de 1994**
(En porcentaje)

Número semana	Rentabilidad promedio	Sem. con rentab. positiva	Sem. con rentab. negativa	Máxima	Mínima	Desv. estándar diaria	Volatilidad anualizada
1	1,91	75,00	25,00	7,28	-0,56	2,53	18,26
2	1,67	62,50	37,50	5,77	-2,39	3,29	23,76
3	1,45	87,50	12,50	3,87	-2,49	2,00	14,41
4	0,33	37,50	62,50	3,25	-2,09	1,82	13,12
5	0,92	62,50	37,50	4,48	-1,60	2,01	14,49
6	-0,39	50,00	50,00	4,76	-5,05	2,78	20,06
7	1,34	50,00	50,00	10,98	-2,31	4,40	31,71
8	-0,42	37,50	62,50	2,50	-2,77	1,69	12,15
9	0,44	37,50	62,50	3,86	-4,57	2,85	20,55
10	0,09	50,00	50,00	4,77	-4,30	2,68	19,32
11	0,32	50,00	50,00	2,78	-2,31	1,61	11,60
12	-1,24	25,00	75,00	1,12	-4,75	2,00	14,42
13	-0,96	25,00	75,00	2,30	-3,41	2,09	15,08
14	0,38	37,50	62,50	3,64	-2,32	2,17	15,62
15	0,24	62,50	37,50	2,93	-2,74	1,88	13,59
16	1,20	62,50	37,50	6,01	-1,45	2,35	16,98
17	-0,86	25,00	75,00	1,75	-2,60	1,40	10,12
18	-1,35	50,00	50,00	1,17	-8,59	3,15	22,69
19	2,93	87,50	12,50	7,95	-1,56	2,92	21,03
20	1,34	100,00	0,00	2,60	0,26	0,76	5,48
21	0,37	75,00	25,00	2,93	-2,85	1,69	12,19
22	0,86	62,50	37,50	7,21	-1,88	2,79	20,13
23	0,12	42,86	57,14	2,43	-2,62	1,77	12,78
24	0,02	57,14	42,86	3,03	-2,86	2,00	14,45
25	0,43	42,86	57,14	5,71	-2,50	2,79	20,13
26	-0,56	28,57	71,43	1,94	-2,79	1,47	10,60
27	-0,35	28,57	71,43	4,40	-2,55	2,35	16,93
28	0,36	57,14	42,86	2,96	-1,96	1,80	13,00
29	-0,39	57,14	42,86	4,08	-6,42	3,15	22,71
30	0,95	71,43	28,57	8,97	-5,02	4,69	33,84
31	-0,41	71,43	28,57	1,93	-6,45	3,42	24,65
32	-0,04	42,86	57,14	3,90	-4,67	2,94	21,19
33	-0,56	42,86	57,14	3,70	-4,03	2,67	19,26
34	0,76	57,14	42,86	7,04	-6,77	4,41	31,80
35	0,34	57,14	42,86	8,51	-3,23	4,11	29,60
36	-0,14	71,43	28,57	5,60	-8,05	4,27	30,77
37	-1,08	14,29	85,71	2,37	-3,77	2,08	14,98
38	-0,34	42,86	57,14	3,07	-4,34	2,75	19,82
39	-0,94	42,86	57,14	3,43	-8,57	4,54	32,71
40	-0,10	57,14	42,86	5,62	-7,08	4,10	29,58
41	0,05	57,14	42,86	4,55	-4,68	2,97	21,45
42	-0,45	71,43	28,57	7,80	-13,50	6,73	48,55
43	-2,61	28,57	71,43	4,51	-21,01	8,45	60,96
44	-0,27	42,86	57,14	4,93	-4,21	3,08	22,20
45	-1,22	28,57	71,43	0,43	-3,36	1,35	9,73
46	-0,86	42,86	57,14	2,58	-6,39	3,27	23,61
47	1,03	57,14	42,86	6,52	-2,40	2,95	21,26
48	-0,58	57,14	42,86	2,44	-6,45	3,04	21,93
49	1,12	71,43	28,57	4,81	-2,17	2,55	18,41
50	1,15	42,86	57,14	10,10	-1,61	4,00	28,82
51	-0,58	42,86	57,14	4,61	-4,59	3,28	23,68
52	-0,46	50,00	50,00	1,95	-4,00	2,00	14,41
Promedio	0,10	51,75	48,25	4,38	-4,24	2,88	20,78

Como puede observarse, la semana 43 es la que presenta una rentabilidad promedio más negativa (-2,61%), aunque este comportamiento está muy relacionado con el «crash» bursátil de 1987. En cambio, en lo que respecta a la mayor rentabilidad promedio, ésta corresponde a la semana 19 (2,93%). En la semana 20, es curioso el hecho de que, durante el período analizado, la rentabilidad ha sido siempre positiva. Finalmente, también es remarcable la sucesión de rentabilidades positivas en las semanas iniciales, en particular durante las tres primeras. A pesar de todo ello, parece no existir, para la rentabilidad semanal, un modelo de comportamiento claro.

Efecto «mes del año» en el IBEX-35

Vamos a seguir el mismo procedimiento que hemos realizado en los anteriores apartados, pero concentrándonos en los meses del año. La Tabla 4 nos presenta un análisis de la rentabilidad del IBEX-35 desglosada por meses. En ella se puede observar que enero ha sido tradicionalmente el mes con la rentabilidad promedio más elevada de todo el año (5,65%). También el porcentaje de meses con rentabilidad positiva lo encabezan enero y mayo (87,50% ó, lo que es lo mismo, 7 sobre un total de 8 observaciones). En cambio, en cuanto a rentabilidad negativa, septiembre y octubre son los más significativos, este último muy influido por el «crash» bursátil de 1987 (de hecho, la volatilidad anualizada -un 53,55%- es la mayor con diferencia, y no hace más que reflejar ese acontecimiento).

**Tabla 4. Rentabilidad mensual del IBEX-35 durante el período
1 de enero de 1987-31 de mayo de 1994**
(En porcentaje)

Mes	Rentabilidad promedio	Meses con rentab. positiva	Meses con rentab. negativa	Máxima	Mínima	Desv. estándar diaria	Volatilidad anualizada
Enero	5,65	87,50	12,50	12,53	-5,95	5,81	20,11
Febrero	1,22	62,50	37,50	11,68	-6,24	5,90	20,43
Marzo	-1,61	50,00	50,00	6,36	-11,09	7,35	25,48
Abril	0,55	50,00	50,00	5,83	-3,38	3,24	11,23
Mayo	3,89	87,50	12,50	5,04	-0,23	1,74	6,03
Junio	0,44	57,14	42,86	7,64	-9,70	5,82	20,15
Julio	0,78	28,57	71,43	18,47	-10,91	9,01	31,20
Agosto	0,53	57,14	42,86	11,97	-11,83	8,21	28,45
Septiembre	-3,99	57,14	42,86	2,78	-21,78	8,61	29,83
Octubre	-2,65	57,14	42,86	11,13	-35,04	15,49	53,66
Noviembre	-0,97	14,29	85,71	10,43	-5,75	5,37	18,59
Diciembre	1,10	42,86	57,14	9,73	-2,41	4,49	15,54
Promedio	0,50	55,06	44,94	9,40	-10,08	6,64	23,01

En la Tabla 5 se hace un análisis más pormenorizado del denominado «efecto enero». Podemos observar que durante el período considerado (enero de 1987-mayo de 1994) la rentabilidad promedio total ha sido ligeramente positiva (0,50%). Esto se ha debido a que

el gran incremento de rentabilidad anual se ha situado en el mes de enero, mientras que el resto de los meses han tenido una rentabilidad promedio conjunta negativa. Si desglosamos estos datos por años, vemos que, excepto en 1990, donde influyó en gran manera la incertidumbre sobre el inicio de hostilidades en el Golfo Pérsico, la rentabilidad de enero siempre ha sido positiva. En cambio, la rentabilidad promedio del resto de los meses ha sido, a lo sumo, ligeramente positiva.

**Tabla 5. Análisis del «efecto enero» durante el período
1 de enero de 1987-31 de mayo de 1994**
(En porcentaje)

Mes	Rentabilidad promedio	Meses con rentab. positiva	Meses con rentab. negativa	Desv. estándar		Volatilidad diaria	Volatilidad anualizada
				Máxima	Mínima		
Enero	5,65	87,50	12,50	12,53	-5,95	5,81	20,11
Resto	-0,01	51,85	48,15	18,47	-35,04	7,36	25,48
Promedio	0,50	55,06	44,94	9,40	-10,08	6,64	23,01

	Rentab. promedio Enero (1)	Rentab. promedio Resto de meses (2)	(3) = (1) / (2)
enero de 1987-mayo de 1994	5,65	-0,01	-509,4439*
1987	12,53	-0,34	-36,4217*
1988	10,39	0,19	54,3172
1989	3,22	0,57	5,6147
1990	-5,95	-2,28	2,6040**
1991	3,71	0,99	3,7287
1992	4,08	-1,32	-3,0866*
1993	7,58	3,25	2,3354
enero-mayo de 1994	9,63	-3,13	-3,0785*

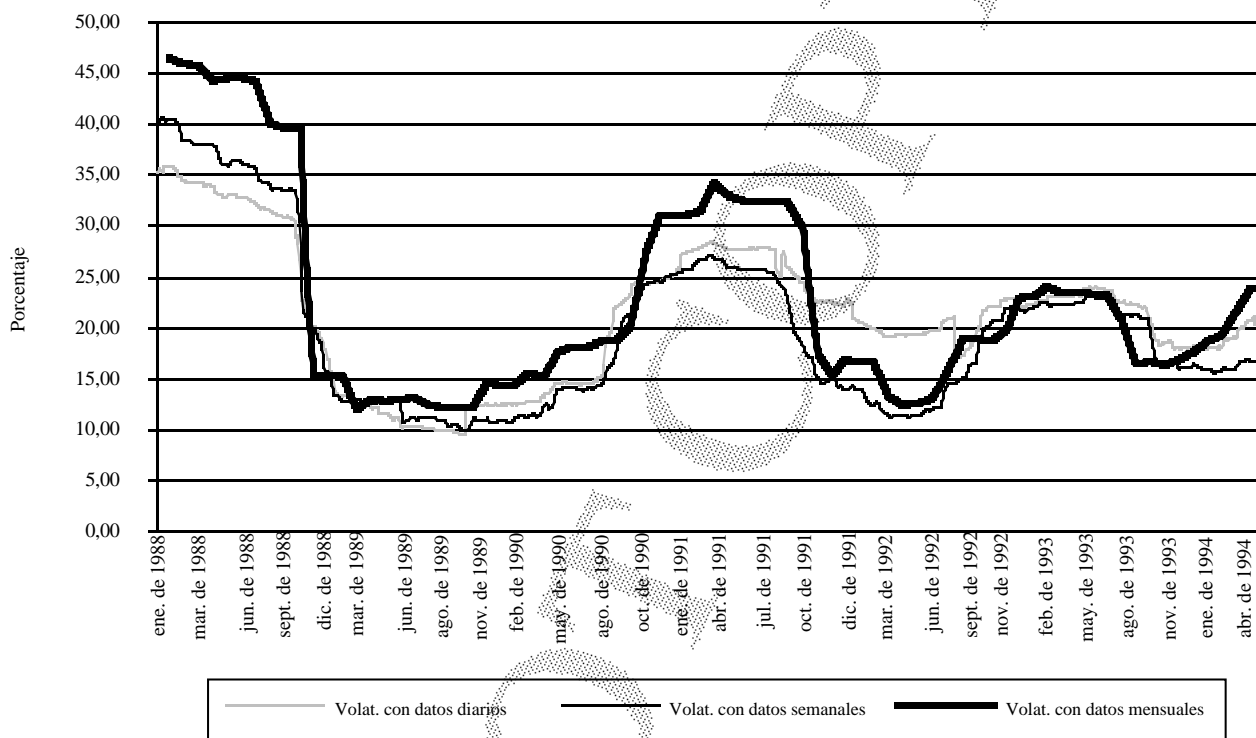
* Años en los que el IBEX-35 subió debido al «efecto enero», ya que en el período febrero-diciembre el índice descendió.

** Este valor no significa nada, ya que en ese año la rentabilidad promedio, tanto para enero como para el resto de meses, fue negativa.

Volatilidad del IBEX-35 durante el período enero de 1987-mayo de 1994

El Gráfico 2 nos presenta la volatilidad del IBEX-35 a lo largo del mencionado período, utilizando para su cálculo tanto datos diarios como semanales y mensuales del último año (2).

Gráfico 2. Volatilidad del IBEX-35 calculada utilizando datos diarios, semanales y mensuales del último año



Se puede observar que, con excepción de la primera parte del período, la volatilidad histórica del índice ha estado situada entre un 35% y 10%, siendo la media aproximadamente de un 20%.

Inicialmente, cabría esperar que las volatilidades calculadas con los diferentes tipos de rentabilidad (diaria, semanal y mensual) fuesen muy similares. En todo caso, podría darse una volatilidad diaria mayor que la semanal y ésta, a su vez, mayor que la mensual, ya que conforme es menor el nivel de agregación de las rentabilidades, mayor es el ruido que se recoge. Sin embargo, se aprecia cómo generalmente la volatilidad calculada con datos mensuales suele estar por encima de las otras calculadas con datos semanales y diarios, aunque presentan valores muy ajustados entre sí.

La Tabla 6 nos muestra la volatilidad histórica del IBEX-35 desglosada por meses para cada uno de los años del período 1987-1994. Se puede observar que, en general, la volatilidad promedio de los diferentes meses se encuentra entorno al 15-20%. Los meses con mayor volatilidad promedio son octubre (27,45%) y agosto (25,04%). Sin embargo, es remarcable que esto es así debido a ciertos sucesos de gran relevancia acontecidos durante dichos meses. En concreto, octubre viene influido por el «crash» bursátil de 1987, cuyo efecto incluso se prolonga hasta noviembre del mismo año. En cuanto al mes de agosto, la invasión iraquí de Kuwait en 1990, y el golpe de estado en Rusia en 1991, afectaron de forma crucial al comportamiento del IBEX-35.

Tabla 6. Estacionalidad de la volatilidad del IBEX-35. Desglose por años
(Volatilidad anual calculada con datos diarios correspondientes a enero de 1987-mayo de 1994)
(En porcentaje)

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Promedio
Enero	22,86	39,22	12,33	12,11	39,15	25,46	20,71	16,49	23,54
Febrero	39,56	16,24	8,03	13,71	19,55	12,42	22,15	21,13	19,10
Marzo	17,98	15,17	7,25	11,36	21,88	8,81	15,09	24,77	15,29
Abril	25,94	17,60	9,67	23,77	12,39	13,84	14,46	31,33	18,63
Mayo	31,94	15,83	8,22	9,06	10,58	11,60	24,40	24,28	16,99
Junio	16,44	15,35	10,96	9,82	11,83	16,79	15,52		13,82
Julio	21,31	8,70	7,22	17,35	14,04	25,85	11,85		15,19
Agosto	24,49	10,22	6,70	54,96	45,74	18,56	14,58		25,04
Septiembre	21,64	13,61	10,74	23,64	9,71	34,68	21,87		19,41
Octubre	56,28	10,32	28,06	33,65	12,15	37,25	14,46		27,45
Noviembre	54,68	9,29	11,58	15,73	15,26	22,25	17,26		20,86
Diciembre	41,36	9,63	8,06	24,62	20,73	18,45	20,36		20,46
Promedio	31,21	15,10	10,73	20,81	19,42	20,50	17,73	23,60	19,89

Gráfico 3. Evolución de la volatilidad del IBEX-35 durante enero de 1987-mayo de 1994

(Calculada con datos diarios)

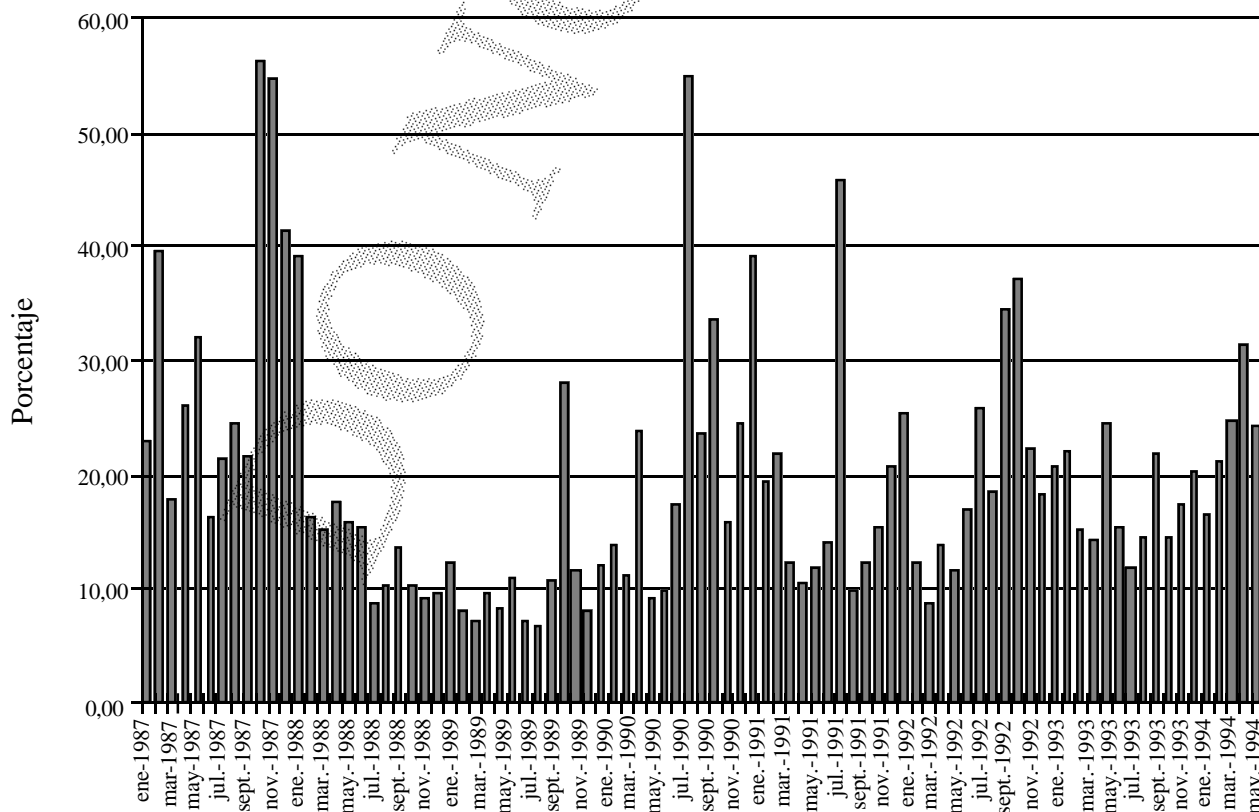
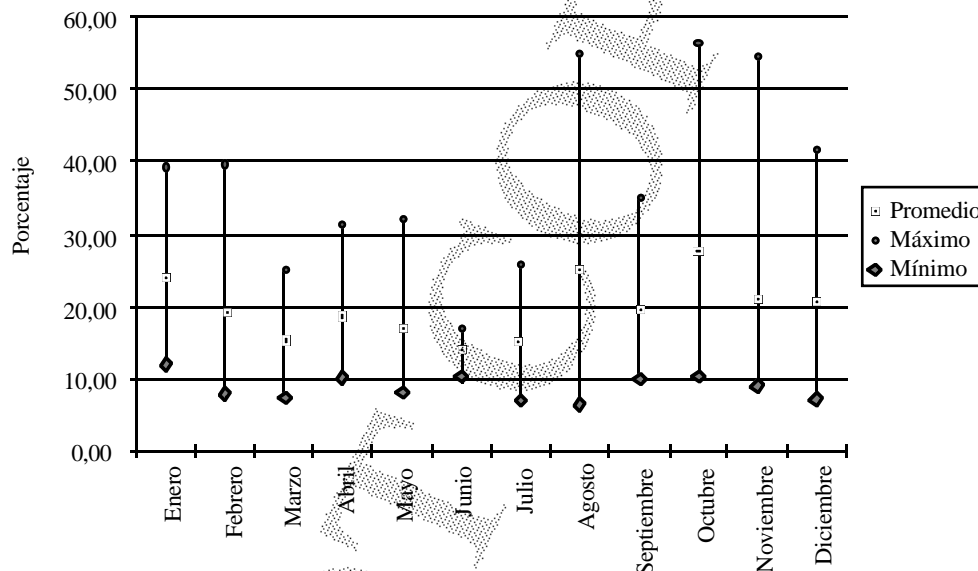


Gráfico 4. Variación de la volatilidad del IBEX-35 por meses durante el período enero de 1987-mayo de 1994

(Calculada con datos diarios)



Número de días conveniente para anualizar la volatilidad diaria

Uno de los temas que suele crear discusiones y conviene analizar es el que se refiere al número de días que se deben utilizar en la raíz cuadrada cuando anualizamos la desviación estándar diaria: podemos tomar como base los 365 días del año o, por el contrario, tener en cuenta tan sólo el número de sesiones bursátiles que han habido a lo largo de un año en concreto (alrededor de 250). La Tabla 8 (que presentamos más adelante) muestra, además de las volatilidades del IBEX-35 utilizando datos semanales (base 52 semanas) y mensuales (base 12 meses), las volatilidades con datos diarios siguiendo ambas metodologías.

Para controlar de alguna manera si resulta mejor utilizar una metodología u otra (lo que realmente interesa es que las volatilidades utilizando diferentes tipos de datos se aproximen lo más posible a la medida correcta y, además, que sean similares entre ellas), se ha añadido a dicho Cuadro una columna en la que se comparan las volatilidades calculadas utilizando datos diarios frente a los semanales, y otra columna que enfrenta las volatilidades calculadas utilizando datos diarios frente a mensuales.

Una de las particularidades que hemos seguido a la hora de confeccionar este Cuadro ha sido la de eliminar, en el cálculo de la volatilidad basada en datos diarios, la rentabilidad de los lunes, ya que pueden considerarse estos datos como «anómalos». Esto no es sorprendente, puesto que en los lunes se manifiestan los cambios de valor de las acciones correspondientes a tres días (fin de semana y el propio lunes), mientras que en el resto de los días sólo se manifiestan los cambios correspondientes a un día, hecho que produce que la volatilidad de los lunes sea mayor que la de los demás días de la semana, aunque realmente no está tan por encima como cabría esperar (véase Tabla 7).

Tabla 7. Volatilidad anualizada* de los lunes comparada con la del resto de los días de la semana (IBEX-35)

	σ_L (en porcentaje)	σ_{M-V} (en porcentaje)	σ_L / σ_{M-V}
1987-1994	28,07	21,33	1,32
1987	37,14	33,53	1,11
1988	23,18	14,79	1,57
1989	20,71	9,29	2,23
1990	34,68	22,16	1,56
1991	31,26	19,50	1,60
1992	24,09	22,06	1,09
1993	16,10	18,80	0,86
1994*	28,40	23,12	1,23

*Calculada multiplicando la volatilidad diaria por la raíz cuadrada de 365.

**Volatilidad calculada desde enero hasta mayo.

También introducimos en la Tabla 8 una nueva metodología, que utiliza como base 290 días para realizar el cálculo. La pregunta es inmediata: ¿de dónde sale este número? Si tomamos la última columna de la Tabla 7 (σ_L / σ_{M-V}) y hacemos una media de esta magnitud con los datos que van desde 1990 a 1994, obtenemos:

$$\frac{1,56 + 1,60 + 1,09 + 0,86 + 1,23}{5} = 1,268$$

El hecho de que utilizemos los datos a partir de 1990 se debe a la circunstancia de que a partir de ese año se producen ciertos cambios en el mercado bursátil español, aunque en cierta manera también se podrían utilizar todos los datos correspondientes al conjunto del período analizado (1987-1994). Seguidamente, si elevamos esta media al cuadrado –ya que tenemos que trabajar con varianzas y no con desviaciones típicas– obtenemos cuánto suponen los cambios de valor que se dan en el lunes y que corresponden a tres días (sábado, domingo y el propio lunes) sobre el resto de los días. En el caso que nos ocupa:

$$(1,268)^2 = 1,61$$

Vemos entonces que la ponderación que cabría otorgarle al fin de semana en su conjunto (sábado y domingo) en el IBEX-35 supone un 61% de un día «normal». Si a 1,61 (1 por el lunes y 0,61 por el fin de semana) le sumamos 4 (el resto de días normales), tenemos la ponderación de una semana (5,61). Si ésta la multiplicamos por las 52 semanas que tiene un año, obtenemos el número de días que tendría que tener el año si se ponderase correctamente la importancia del fin de semana. En este caso salen, redondeando la cifra, 290 días.

El razonamiento que nos lleva en esta dirección es bastante lógico: si utilizamos como base 365 días, estamos dando la misma importancia al sábado y al domingo que a cualquier otro día de la semana; si hacemos la anualización utilizando el número de sesiones bursátiles de cada uno de los años, estamos diciendo que tanto el sábado como el domingo carecen de relevancia y no «generan» información que afecte a las cotizaciones. En cambio,

con la ponderación que hemos planteado, estamos suponiendo que los cinco días laborables de la semana pueden ser considerados como «normales», mientras que el fin de semana es considerado como «especial», en el sentido de que el sábado y el domingo no tienen la misma importancia que el resto de días, aunque se les reconoce que sí tienen algún tipo de influencia en el mercado.

Otra de las dudas que nos podemos plantear es saber sobre qué tipo de datos es más adecuado calcular la volatilidad. Frente a esto, podemos decir que realmente es la volatilidad calculada utilizando rentabilidades diarias la que se intuye como correcta, ya que con ésta no se elimina información, tal y como ocurre con las rentabilidades semanales y mensuales (al sumar rentabilidades diarias para transformarlas en observaciones semanales o mensuales se compensan valores de signo contrario). Según esto, parece que debería cumplirse que la volatilidad anual basada en datos diarios debería ser mayor a la calculada sobre datos semanales y esta última, a su vez, mayor a la calculada sobre datos mensuales. Pero ocurre justamente al revés. Una posible explicación que se podría buscar a este hecho constatado empíricamente es que una parte relativamente importante y con peso específico de las empresas que componen el IBEX-35 se cuidan mucho de que la cotización diaria de sus títulos no varíe ostensiblemente, hecho que es difícilmente sostenible cuando nos referimos a períodos mayores, como pueden ser semanas o meses. Esto explicaría por qué se da una tendencia justamente contraria a la que lógicamente cabría esperar. De este modo, debemos saber que utilizando la volatilidad sobre rentabilidades diarias no estamos perdiendo nada de la información que afecta al mercado, aunque debemos tener en cuenta que esa información puede estar de alguna forma «manipulada».

Seguidamente presentamos la Tabla 8, que muestra la volatilidad anualizada para el índice a lo largo del período enero de 1987-mayo de 1994. Los números en negrilla en las dos últimas columnas significan que son las menores diferencias, en valor absoluto, entre las tres metodologías de anualización que hemos calculado.

Tabla 8. Volatilidad anualizada del IBEX-35
(En porcentaje)

Calculada tomando como base 365 días

	<i>Diaria</i>	<i>Semanal</i>	<i>Mensual</i>	<i>Dif. D frente a S</i>	<i>Dif. D frente a M</i>
1987-1994	21,34	22,12	25,58	-3,54	-16,59
1987	33,53	40,06	46,56	-16,30	-27,98
1988	14,79	15,16	15,45	-2,43	-4,26
1989	9,29	10,93	14,44	-14,97	-35,64
1990	22,16	25,42	31,14	-12,83	-28,84
1991	19,50	13,91	16,69	40,15	16,81
1992	22,05	21,72	23,04	1,54	-4,28
1993	18,80	16,27	18,70	15,53	0,52
1994*	23,12	16,01	23,17	44,38	-0,24

Calculada tomando como base el número de sesiones bursátiles de cada año

	<i>Diaria</i>	<i>Semanal</i>	<i>Mensual</i>	<i>Dif. D frente a S</i>	<i>Dif. D frente a M</i>
1987-1994	17,61	22,12	25,58	-20,41	-31,17
1987	27,58	40,06	46,56	-31,15	-40,76
1988	12,19	15,16	15,45	-19,57	-21,08
1989	7,63	10,93	14,44	-30,19	-47,16
1990	18,23	25,42	31,14	-28,29	-41,46
1991	16,10	13,91	16,69	15,76	-3,52
1992	18,29	21,72	23,04	-15,80	-20,62
1993	15,56	16,27	18,70	-4,39	-16,81
1994*	19,13	16,01	23,17	19,49	-17,43

Calculada tomando como base 290 días

	<i>Diaria</i>	<i>Semanal</i>	<i>Mensual</i>	<i>Dif. D frente a S</i>	<i>Dif. D frente a M</i>
1987-1994	19,02	22,12	25,58	-14,02	-25,65
1987	29,89	40,06	46,56	-25,39	-35,81
1988	13,18	15,16	15,45	-13,03	-14,66
1989	8,28	10,93	14,44	-24,20	-42,63
1990	19,75	25,42	31,14	-22,30	-36,57
1991	17,38	13,91	16,69	24,93	4,12
1992	19,66	21,72	23,04	-9,49	-14,68
1993	16,75	16,27	18,70	2,48	-10,40
1994*	20,60	16,01	23,17	28,69	-11,07

* Volatilidad calculada desde enero hasta mayo.

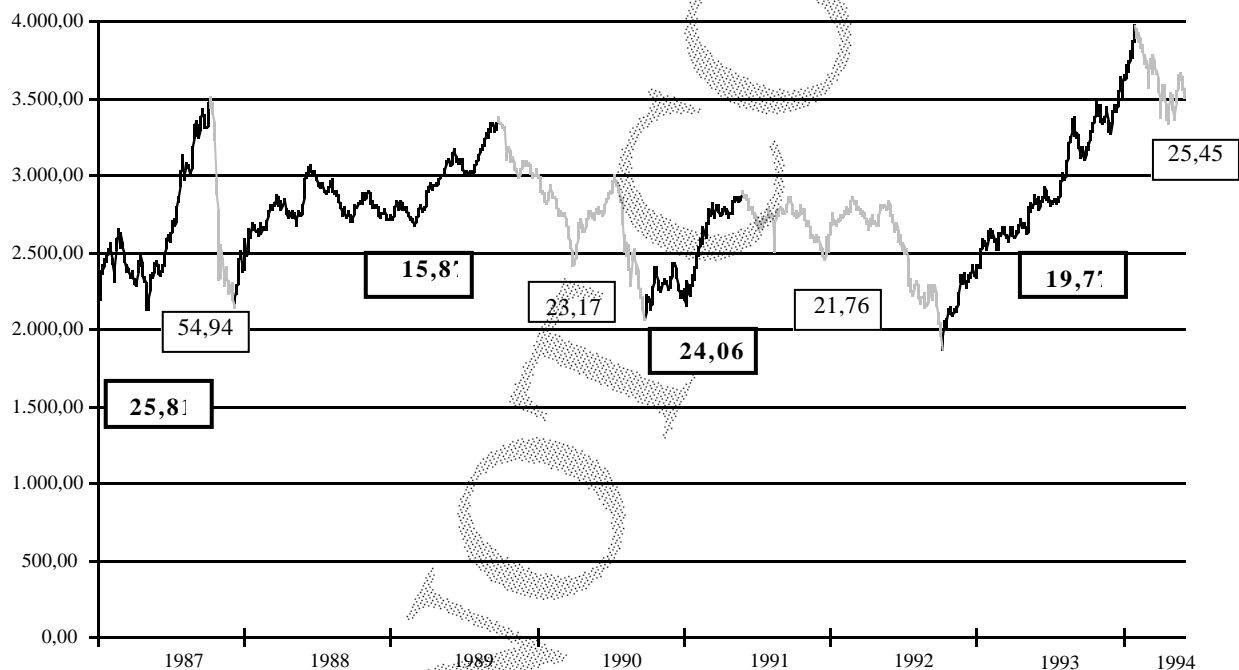
Se podría desprender viendo esta Tabla que 365 días es el número adecuado para anualizar la volatilidad de las rentabilidades diarias, ya que este número es el que produce gran parte de las diferencias menores (de manera apabullante hasta 1990 inclusive). Sin embargo, hemos de tener en cuenta cuando analizamos la eficacia de un instrumento de medida, no sólo el hecho de que es correcto que las volatilidades sobre datos diarios, semanales y mensuales deban ser similares, sino también que deben medir la volatilidad correctamente (se puede medir mal una cosa de muchas formas diferentes y resultar que todas esas medidas son muy parecidas). Aquí es donde deberíamos ver la conveniencia de aceptar la metodología de ponderación que se ha planteado, ya que reconoce las diferencias que existen entre los días normales y el fin de semana.

Volatilidad en períodos alcistas y bajistas

El Gráfico 5 nos presenta la evolución del IBEX-35 y separa en líneas de distinto trazo los períodos alcistas de los bajistas. Del mismo modo, el número que aparece

encuadrado indica la volatilidad de cada uno de los períodos contemplados. Como se observa, se puede decir que, en general, la volatilidad en un período alcista es menor que en el período bajista que le precede y en el que le sucede.

Gráfico 5. Volatilidad del IBEX-35 en períodos alcistas y bajistas (I)
 (En porcentaje)



La Tabla 9 nos presenta una comparación por períodos entre la volatilidad del IBEX-35 y la beta de las acciones para los mismos períodos de algunas de las principales empresas españolas. Sabemos, por lo que hemos visto anteriormente, que la volatilidad del mercado (IBEX-35) suele incrementarse en períodos bajistas. Pero, ¿qué pasa con la volatilidad de las empresas en dichos períodos? ¿Puede establecerse alguna conclusión de carácter general?

Tabla 9. Comparación por períodos* entre la volatilidad del IBEX-35 y la beta de las acciones de empresas españolas
(En porcentaje)

		1 <i>alcista</i>	2 <i>bajista</i>	3 <i>alcista</i>	4 <i>bajista</i>	5 <i>alcista</i>	6 <i>bajista</i>
Volatilidad	IBEX-35	25,81	54,94	15,87	23,17	24,06	21,76
	Telefónica	42,31	101,51	30,66	31,85	22,61	31,48
	B. Santander	30,67	31,48	38,30	34,16	34,45	31,71
	B. Popular	44,72	74,69	17,62	27,10	26,71	27,76
	Banesto	53,68	60,88	21,39	46,81	47,33	53,42
	Endesa	61,04	122,02	36,06	29,29	31,76	29,39
	Iberdrola I	62,06	89,15	29,37	29,99	23,91	25,09
Beta	Telefónica	0,91	1,24	1,38	0,98	0,62	0,87
	B. Santander	0,65	-0,01	0,30	0,96	1,10	0,99
	B. Popular	1,10	0,90	0,45	0,71	0,78	0,90
	Banesto	1,19	0,72	0,31	1,40	1,34	1,46
	Endesa	1,08	1,17	1,15	0,82	0,99	0,98
	Iberdrola I	1,51	0,68	1,07	0,89	0,69	0,81

*Los períodos se corresponden con los seis primeros períodos establecidos en el Gráfico 5.

Parece que, para las empresas observadas, la volatilidad en períodos bajistas suele ser mayor a la volatilidad de los períodos alcistas que le preceden y suceden. Sin embargo, es mucho más difícil entrever algún tipo de relación entre los períodos alcistas y bajistas, y el valor de la beta de las acciones asociado a cada uno de ellos.

La relación entre la beta y la volatilidad de la rentabilidad de las acciones de una empresa viene dada por la siguiente relación (3):

$$\sigma_{EMPR.}^2 = \beta^2 \sigma_{MERC.}^2 + \sigma_{ERROR}^2$$

donde $\sigma_{EMPR.}$ es la volatilidad de la rentabilidad de la empresa (riesgo total),
 β es la beta de las acciones de la empresa,
 $\sigma_{MERC.}$ es la volatilidad del mercado,
 $\beta \sigma_{MERC.}$ es el riesgo sistemático o no diversificable, y
 σ_{ERROR} es el riesgo no sistemático o diversificable.

En la Tabla 10 presentamos el riesgo total, el riesgo no diversificable y el riesgo diversificable para cada una de las empresas elegidas.

Tabla 10. Relación entre la volatilidad y la beta de las acciones de empresas españolas

(En porcentaje)

		1	2	3	4	5	6
		<i>alcista</i>	<i>bajista</i>	<i>alcista</i>	<i>bajista</i>	<i>alcista</i>	<i>bajista</i>
Telefónica	$\sigma_{EMPR.}$	42,31	101,51	30,66	31,85	22,61	31,48
	$\beta \sigma_{MERC.}$	23,60	67,91	21,85	22,75	15,00	18,96
	σ_{ERROR}	35,11	75,44	21,51	22,29	16,92	25,12
B. Santander	$\sigma_{EMPR.}$	30,67	31,48	38,30	34,16	34,45	31,71
	$\beta \sigma_{MERC.}$	16,65	-0,82	4,75	22,29	26,58	21,54
	σ_{ERROR}	25,76	31,47	38,01	25,89	21,91	23,27
B. Popular	$\sigma_{EMPR.}$	44,72	74,69	17,62	27,10	26,71	27,76
	$\beta \sigma_{MERC.}$	28,46	49,66	7,14	16,52	18,79	19,67
	σ_{ERROR}	34,49	55,79	16,11	21,48	18,98	19,58
Banesto	$\sigma_{EMPR.}$	53,68	60,88	21,39	46,81	47,33	53,42
	$\beta \sigma_{MERC.}$	30,75	39,68	4,88	32,32	32,23	31,87
	σ_{ERROR}	44,00	46,18	20,83	33,85	34,66	42,87
Endesa	$\sigma_{EMPR.}$	61,04	122,02	36,06	29,29	31,76	29,39
	$\beta \sigma_{MERC.}$	27,87	64,48	18,29	18,93	23,93	21,30
	σ_{ERROR}	54,31	103,59	31,08	22,35	20,88	20,25
Iberdrola I	$\sigma_{EMPR.}$	62,06	89,15	29,37	29,99	23,91	25,09
	$\beta \sigma_{MERC.}$	38,86	37,37	16,91	20,60	16,49	17,71
	σ_{ERROR}	48,39	80,94	24,01	21,80	17,32	17,77

Como hemos comentado, no podemos concluir que exista una relación clara entre la beta de una empresa durante un determinado período y el hecho de que ese período sea alcista o bajista.

Si separamos la evolución del IBEX-35 en períodos alcistas y bajistas menos prolongados que los establecidos en el Gráfico 5, vemos que lo que se dijo anteriormente también se cumple (Gráfico 6).

Gráfico 6. Volatilidad del IBEX-35 en períodos alcistas y bajistas (II)
(En porcentaje)

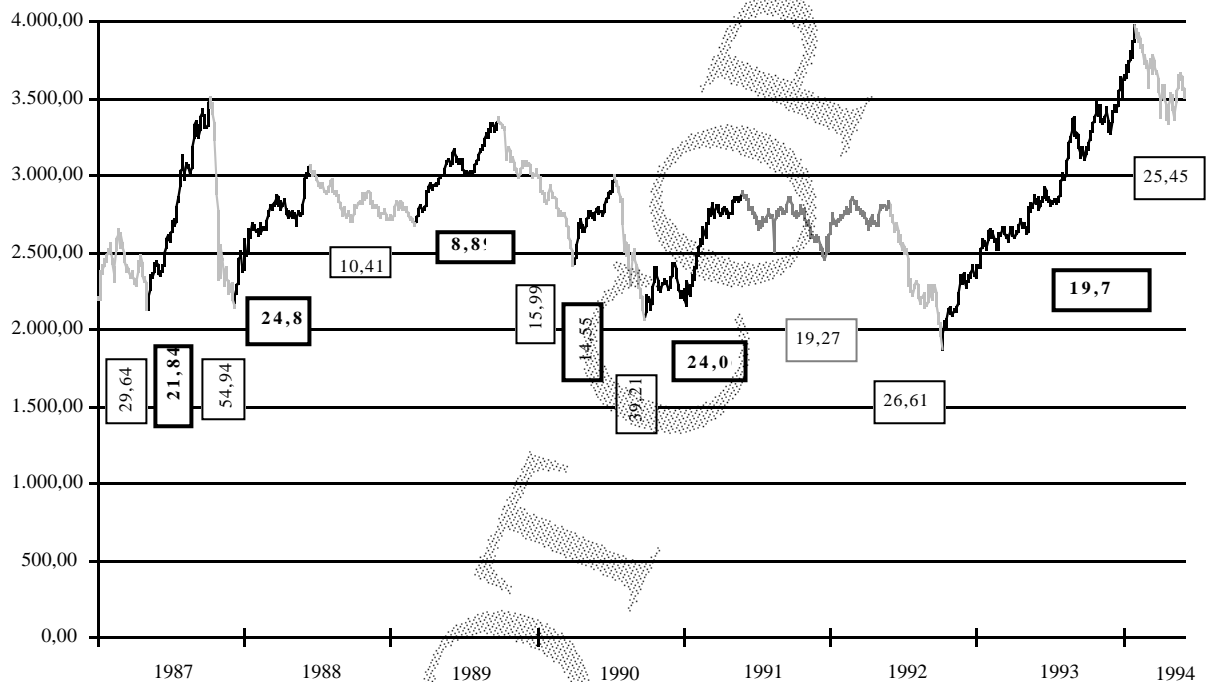


Tabla 11. Comparación por períodos* entre la volatilidad del IBEX-35 y la beta de las acciones de empresas españolas
(En porcentaje)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<i>bajista</i>	<i>alcista</i>	<i>bajista</i>	<i>alcista</i>	<i>bajista</i>	<i>alcista</i>	<i>bajista</i>	<i>alcista</i>	<i>bajista</i>	<i>alcista</i>	<i>estable</i>	<i>bajista</i>
Volatilidad IBEX		29,64	21,84	54,94	24,86	10,41	8,89	15,99	14,55	39,21	24,06	19,27	26,61
Beta	Telefónica	0,77	1,14	1,24	1,45	1,36	1,08	1,71	0,79	0,81	0,62	0,91	0,81
	B. Santander	0,86	0,40	-0,01	0,11	0,65	0,59	0,69	1,34	0,96	1,10	0,87	1,17
	B. Popular	1,33	0,84	0,90	0,45	0,42	0,42	0,62	0,96	0,65	0,78	0,93	0,89
	Banesto	1,06	1,32	0,72	0,24	0,23	0,70	0,89	2,36	1,43	1,34	1,47	1,46
	Endesa	0,95	1,25	1,17	1,11	1,33	1,35	0,86	1,03	0,77	0,99	0,96	0,98
	Iberdrola I	1,41	1,48	0,68	0,94	1,23	1,74	0,84	0,89	0,93	0,69	0,80	0,81

* Los períodos se corresponden con los doce primeros períodos establecidos en el Gráfico 6.

Normalidad de la rentabilidad del IBEX-35

Es común pensar que las rentabilidades a lo largo del tiempo de una acción o de un índice bursátil siguen estadísticamente una distribución de tipo normal. Sin embargo, ésta es una hipótesis que no puede ser abordada a la ligera y sin rigor, por lo que debe ser estudiada.

En estudios que se han realizado en el mercado norteamericano (4) se ha podido ver que las rentabilidades tienden a una distribución normal conforme alargamos la periodicidad de las series, es decir, al pasar de datos diarios a semanales, de semanales a mensuales y de estos últimos a anuales. Esta conclusión es totalmente coherente con el teorema central del límite.

En nuestro caso, para ver si las rentabilidades diaria, semanal y mensual del IBEX-35 durante el período comprendido entre enero de 1987 y mayo de 1994 se pueden ajustar a una distribución normal, se ha realizado en primera instancia el llamado «Q-Q plot», que no es otra cosa que un gráfico en el que la variable Y nos viene dada por la rentabilidad del IBEX-35 en sus diferentes niveles de agregación, y la variable X por los valores que en relación a esa rentabilidad corresponderían a una distribución normal del tipo $N(0,1)$, y que el programa de estadística para Macintosh Data Desk 4.1 denomina «nscores». El gráfico tendría que exhibir aproximadamente una línea recta para que pueda considerarse que la rentabilidad del IBEX-35 sigue una normal. Además, se ha realizado una regresión entre ambas variables para ver la «bondad» con la que se ajustan los puntos del «Q-Q plot» a una línea de regresión, y se ha calculado el coeficiente de correlación entre las mencionadas variables. Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla 12.

Tabla 12. Regresión entre la rentabilidad del IBEX-35 y los «nscores»

(enero de 1987-mayo de 1994)

<i>Rentabilidad del IBEX-35</i>	<i>Número de observaciones</i>	<i>Coefficiente beta</i>	<i>R²</i>	<i>Coefficiente correlación (R)</i>
Diaria	1.840	0,011459	0,911	0,954
Semanal	387	0,029633	0,924	0,961
Mensual	89	0,071067	0,899	0,948

Sin embargo, podemos observar cómo el coeficiente de correlación obtenido correspondiente a los diferentes «Q-Q plots» queda siempre por debajo de los valores críticos en el test de normalidad (véase Tabla 13).

Tabla 13. Valores críticos del coeficiente de correlación (R) para el test de normalidad*

Tamaño de la muestra	Nivel de significación		
	0,01	0,05	0,1
5	0,8299	0,8788	0,9032
10	0,8801	0,9198	0,9351
15	0,9126	0,9389	0,9503
20	0,9269	0,9508	0,9604
50	0,9671	0,9768	0,9809
75	0,9771	0,9838	0,9866
100	0,9822	0,9873	0,9895
200	0,9905	0,9931	0,9942
+300	0,9935	0,9953	0,9960

* Dados un tamaño de muestra y un nivel de significación exigido, se le exige al coeficiente de correlación que supere un determinado valor para que la muestra pueda ser ajustada a una distribución de tipo normal.

Seguidamente, se ha llevado a cabo una transformación de las variables R_d , R_s y R_m para eliminar la posible «kurtosis» existente. La fórmula de transformación ha sido la siguiente (5):

$$Y = \text{SIGN} \left(\frac{|x - x_M| + 1}{\lambda} \right)^{\lambda} - 1$$

donde SIGN es el signo del valor original de $(x - x_M)$,
 x es la rentabilidad del IBEX-35,
 x_M es la mediana de la rentabilidad del IBEX-35,
 λ es un valor que debe estimarse.

La lambda (λ) ha sido estimada mediante un procedimiento de tanteo. Lo que se pretende es hallar el valor de lambda que más hace aproximar la siguiente fórmula a 2:

$$a = \frac{[x(0,9772) - x_M]^{\lambda} + [x(0,0228) - x_M]^{\lambda}}{[x(0,8413) - x_M]^{\lambda} + [x(0,1587) - x_M]^{\lambda}}$$

donde $x(i)$ es el valor que acumula una probabilidad de i si la rentabilidad del IBEX-35 (x) siguiese una distribución normal del tipo $N(\mu_x, \sigma_x)$,

x_M es la mediana de la rentabilidad del IBEX-35,
 λ es el valor que debe estimarse mediante esta fórmula.

Las lambdas obtenidas han sido las siguientes: 0,98275 para las rentabilidades diarias; 0,97305 para las semanales; 0,9115 para las mensuales.

Los resultados estadísticos correspondientes a esta nueva variable transformada son del mismo tipo que los anteriores y se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Regresión entre la rentabilidad de Y (IBEX-35 transformado) y los «nscores»

(enero de 1987-mayo de 1994)

<i>Rentabilidad del IBEX-35</i>	<i>Número de observaciones</i>	<i>Coficiente beta</i>	R^2	<i>Coficiente correlación (R)</i>
Diaria	1.840	0,011446	0,910	0,954
Semanal	387	0,029609	0,925	0,962
Mensual	89	0,070654	0,901	0,949

Como se puede apreciar en comparación con la Tabla 12, los resultados son prácticamente iguales a los obtenidos antes de efectuar la transformación, y siguen sin rebasar los valores críticos del test de normalidad que aparecen en la Tabla 13.

Seguidamente, observando los «Q-Q plots», hemos advertido la presencia de una serie de datos que distorsionan en gran manera la estimación de la recta de regresión, en especial rentabilidades de signo negativo. Todas corresponden a momentos en los que la existencia de cierto tipo de noticias o factores externos afectaron de forma decisiva a la evolución del índice. Sin embargo, no podemos eliminar todos esos datos y calificarlos como «anómalos», ya que forman parte del «juego» (causa-efecto), aunque sí hemos creído adecuado eliminar aquellos que se debieron a un anormal funcionamiento del sistema bursátil y que corresponden al «crash» bursátil producido en la segunda quincena de octubre de 1987, ya que si pretendemos que el modelo de rentabilidades contemple también este tipo de comportamientos no llegaremos a ninguna conclusión.

A continuación, se presentan los resultados estadísticos de la variable sin transformar y transformada (Tablas 15 y 16, respectivamente) habiendo eliminado los datos anteriormente indicados (6).

Tabla 15. Regresión entre la rentabilidad del IBEX-35 y los «nscores», una vez eliminados los datos anómalos

(enero de 1987-mayo de 1994)

<i>Rentabilidad del IBEX-35</i>	<i>Número de observaciones</i>	<i>Coficiente beta</i>	R^2	<i>Coficiente correlación (R)</i>
Diaria	1.831	0,011122	0,930	0,964
Semanal	385	0,027749	0,977	0,988
Mensual	88	0,063746	0,974	0,987

Tabla 16. Regresión entre la rentabilidad de Y (IBEX-35 transformado) y los «nscores», una vez eliminados los datos anómalos

(enero de 1987-mayo de 1994)

<i>Rentabilidad del IBEX-35</i>	<i>Número de observaciones</i>	<i>Coefficiente beta</i>	<i>R²</i>	<i>Coefficiente correlación (R)</i>
Diaria	1.831	0,011109	0,929	0,964
Semanal	385	0,027731	0,977	0,988
Mensual	88	0,063461	0,974	0,987

Observando las Tablas 15 y 16 se puede apreciar que la influencia de esta serie de datos anómalos era muy importante, pues los valores de R^2 y del coeficiente de correlación han subido de forma significativa y se han acercado mucho a los valores críticos del test de normalidad. De hecho, en el caso de la rentabilidad mensual del IBEX-35, se puede decir que ésta puede seguir una distribución normal con un nivel de significación del 10%.

Para profundizar algo más en nuestro análisis, seguidamente presentamos los resultados de la regresión entre las rentabilidades diaria, semanal y mensual con los «nscores», desglosados por años (Tablas 17, 18 y 19, respectivamente). Cabe señalar que en el cálculo correspondiente al año 1987 hemos desechado aquellos datos que anteriormente habíamos calificado como anómalos.

Tabla 17. Regresión entre la rentabilidad diaria del IBEX-35 y los «nscores»

(1987-1994)

<i>Año</i>	<i>Número de observaciones</i>	<i>Coefficiente beta</i>	<i>R²</i>	<i>Coefficiente correlación (R)</i>
1987*	236	0,015744	0,961	0,980
1988	248	0,008428	0,898	0,948
1989	246	0,005820	0,788	0,888
1990	247	0,012795	0,923	0,961
1991	249	0,010680	0,823	0,907
1992	251	0,011727	0,967	0,983
1993	250	0,009546	0,978	0,989
1994**	104	0,012851	0,995	0,997

* Se han eliminado los datos anómalos correspondientes al «crash» bursátil de 1987.

** Regresión calculada utilizando datos de enero a mayo.

Tabla 18. Regresión entre la rentabilidad semanal del IBEX-35 y los «nscores»

(1987-1994)				
Año	Número de observaciones	Coeficiente beta	R^2	Coeficiente correlación (R)
1987*	50	0,043885	0,985	0,992
1988	52	0,020157	0,879	0,937
1989	52	0,015400	0,986	0,993
1990	52	0,035708	0,980	0,990
1991	52	0,019440	0,970	0,985
1992	53	0,030437	0,976	0,988
1993	52	0,022758	0,971	0,986
1994**	22	0,022662	0,954	0,977

* Se han eliminado los datos anómalos correspondientes al «crash» bursátil de 1987.

** Regresión calculada utilizando datos de enero a mayo.

Tabla 19. Regresión entre la rentabilidad mensual del IBEX-35 y los «nscores»

(1987-1994)				
Año	Número de observaciones	Coeficiente beta	R^2	Coeficiente correlación (R)
1987*	11	0,080416	0,946	0,973
1988	12	0,045908	0,925	0,962
1989	12	0,043347	0,944	0,972
1990	12	0,094040	0,955	0,977
1991	12	0,050362	0,954	0,977
1992	12	0,069975	0,967	0,983
1993	12	0,056665	0,963	0,981
1994**	5	0,072156	0,909	0,953

* Se han eliminado los datos anómalos correspondientes al «crash» bursátil de 1987.

** Regresión calculada utilizando datos de enero a mayo.

Tal y como se puede observar, en general, la rentabilidad del IBEX-35 durante los diferentes años se ajusta en mayor grado a una distribución normal cuanto mayor es el nivel de agregación de los datos. De hecho, cuando utilizamos datos diarios, solamente las rentabilidades pertenecientes a 1994 podrían ser aproximadas a una normal, según los valores críticos que aparecen en la Tabla 13. No obstante, cabe resaltar que en ese año sólo hemos analizado el período comprendido entre los meses de enero y mayo, hecho que puede afectar a los resultados obtenidos y, consecuentemente, a las conclusiones que podemos plantear. En cambio, cuando utilizamos datos semanales y mensuales, prácticamente en todos los años la rentabilidad del IBEX-35 podría ser ajustada con suficientes garantías (más de un 10% de significación) a una distribución normal.

Así pues, podemos decir que en el análisis año a año obtenemos mejores resultados que analizando un período largo (1987-1994). Esto puede ser debido a que los factores que podrían evitar el ajuste de las rentabilidades del IBEX-35 a una distribución normal son poco «distorsionantes» en un período corto como es un año. En cambio, pueden ser perceptibles si lo que analizamos es un período largo, durante el que pueden ocurrir mayores distorsiones y cambios de tendencia.

Gráfico 7. «Q-Q plot» con rentabilidades diarias del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987-mayo de 1994

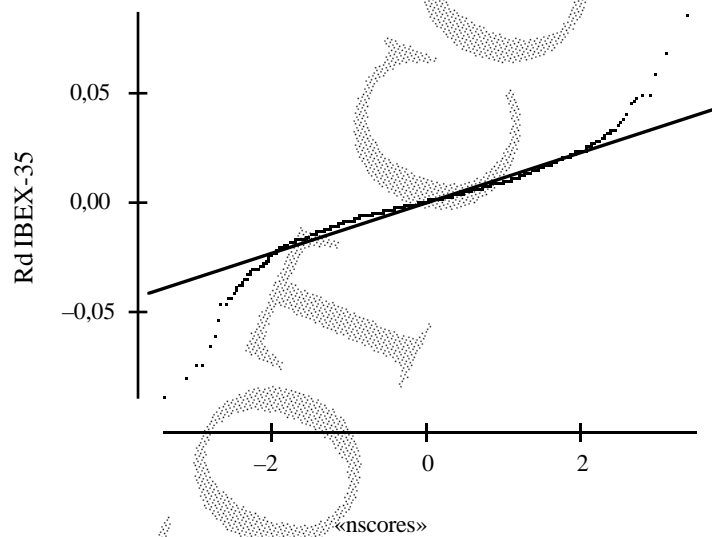


Gráfico 8. Histograma de rentabilidades diarias del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987 - mayo de 1994

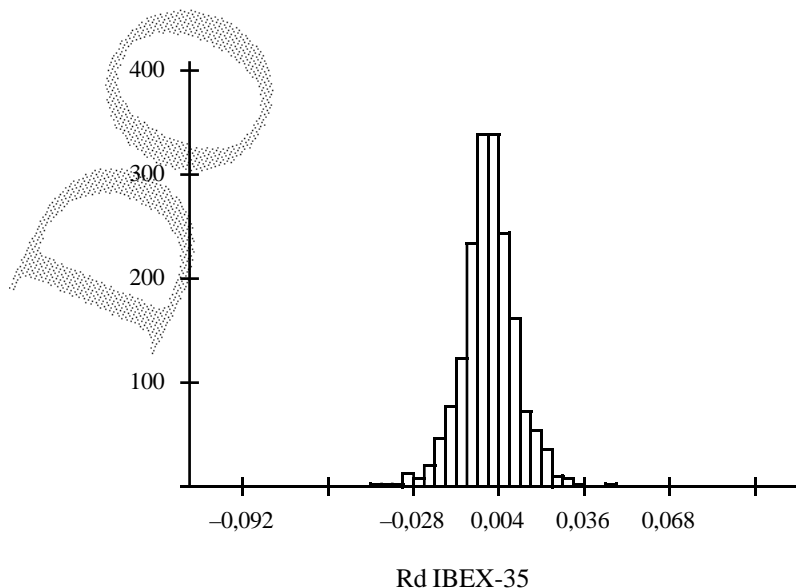


Gráfico 9. «Q-Q plot» con rentabilidades semanales del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987 - mayo de 1994

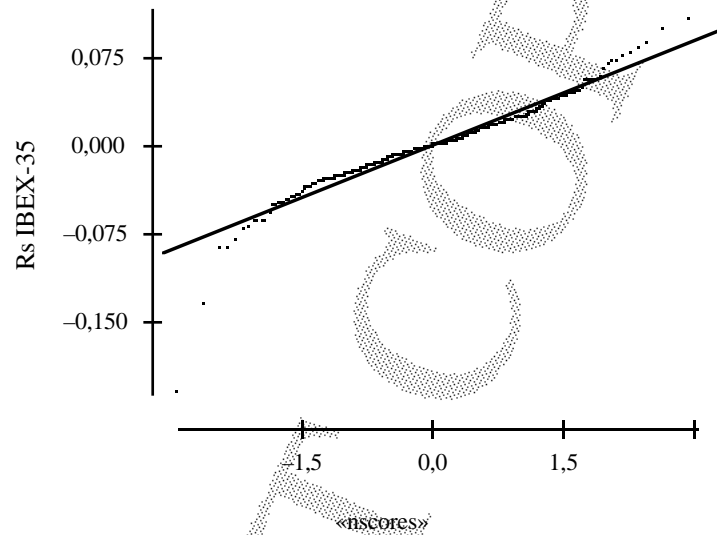


Gráfico 10. Histograma de rentabilidades semanales del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987 - mayo de 1994

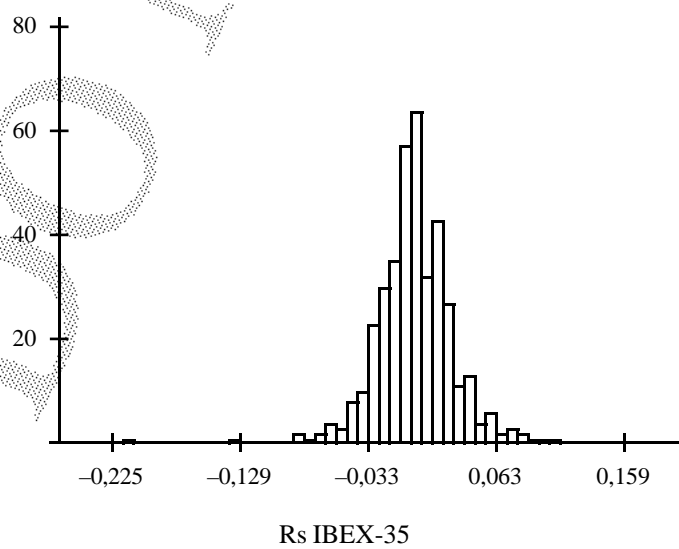


Gráfico 11. «Q-Q plot» con rentabilidades mensuales del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987 - mayo de 1994

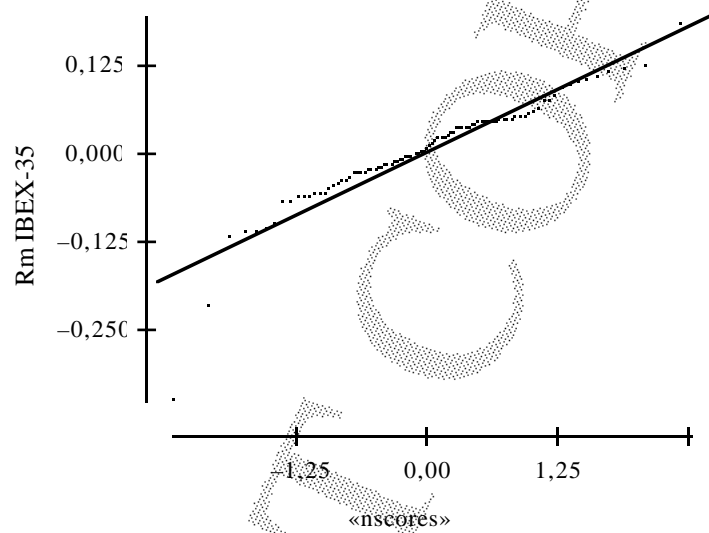


Gráfico 12. Histograma de rentabilidades mensuales del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987-mayo de 1994

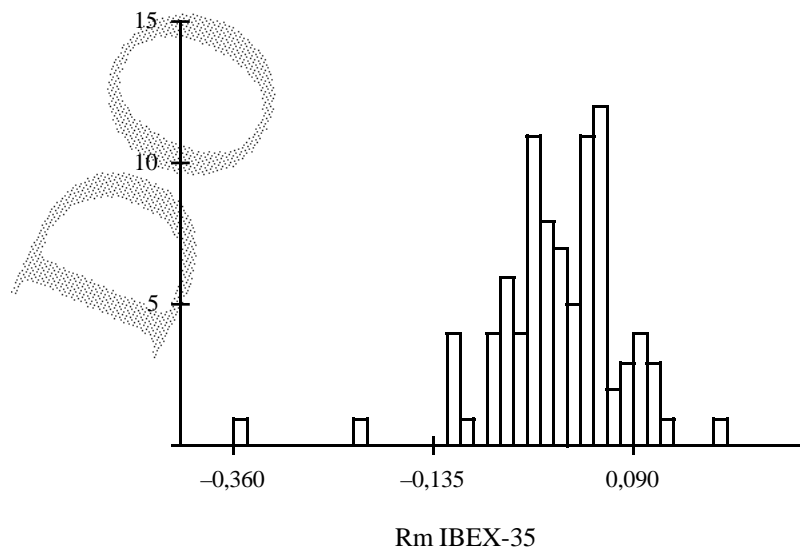


Gráfico 13. «Q-Q plot» con rentabilidades diarias del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987-mayo de 1994, sin datos anómalos

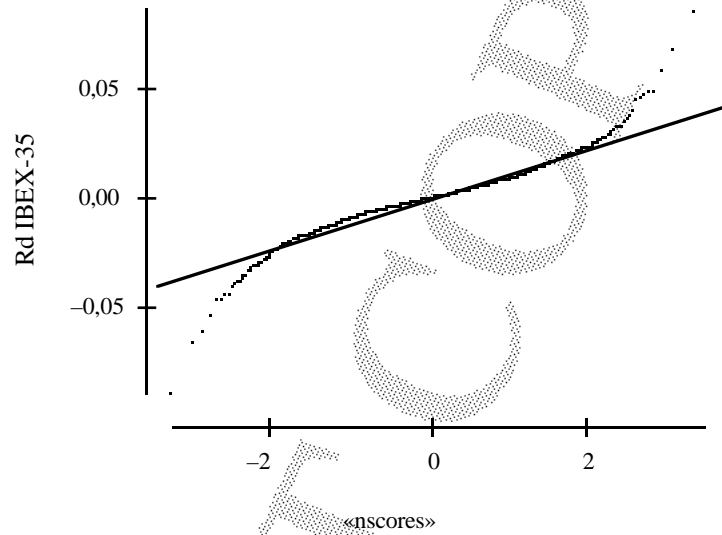


Gráfico 14. Histograma de rentabilidades diarias del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987 -mayo de 1994, sin datos anómalos

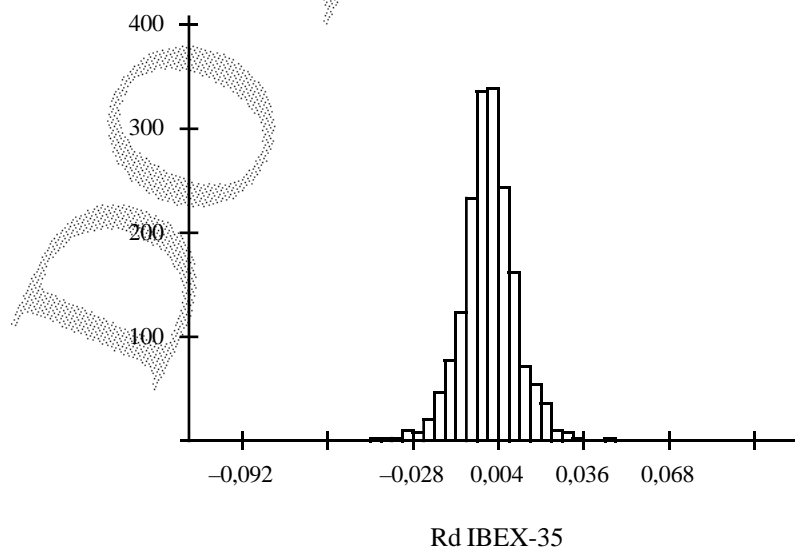


Gráfico 15. «Q-Q plot» con rentabilidades semanales del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987-mayo de 1994, sin datos anómalos

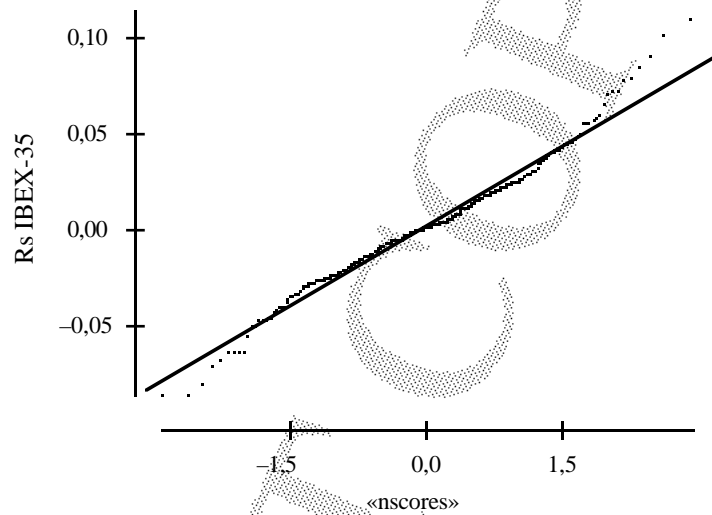


Gráfico 16. Histograma de rentabilidades semanales del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987-mayo de 1994, sin datos anómalos

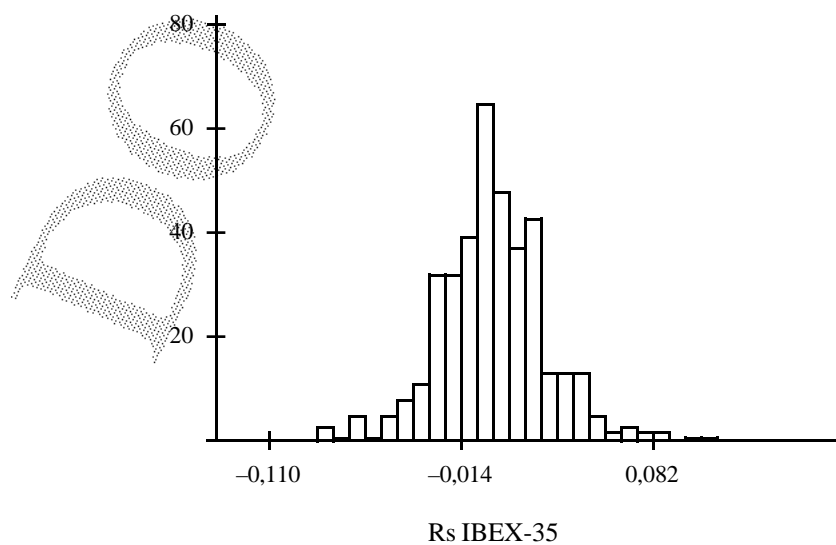


Gráfico 17. «Q-Q plot» con rentabilidades mensuales del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987-mayo de 1994, sin datos anómalos

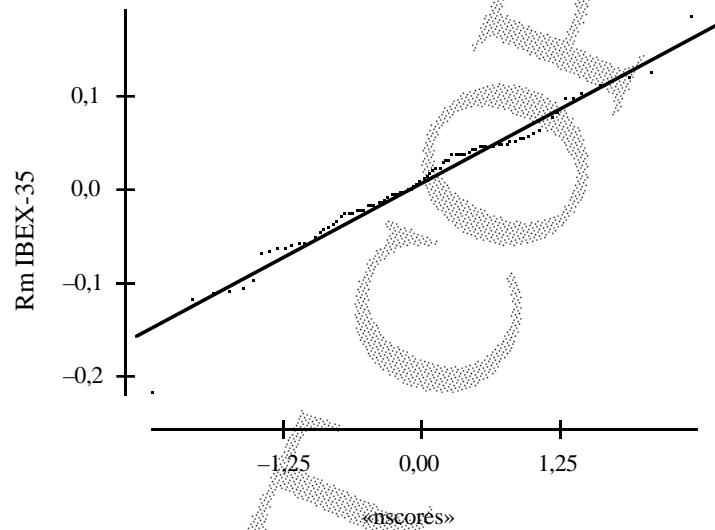
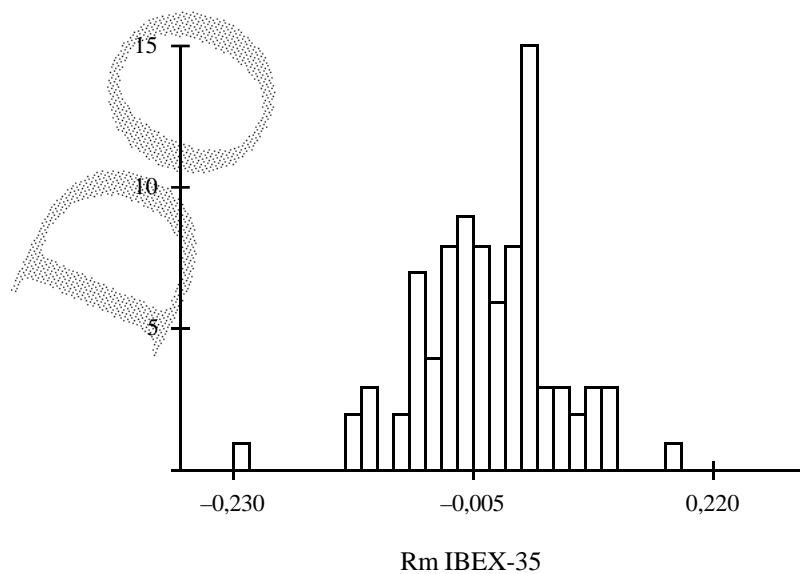


Gráfico 18. Histograma de rentabilidades mensuales del IBEX-35 correspondientes al período enero de 1987-mayo de 1994, sin datos anómalos



Autocorrelación del IBEX-35

A continuación, presentamos los resultados de la regresión de la rentabilidad del IBEX-35 del día, semana y mes respecto a la rentabilidad del día, semana y mes anteriores, respectivamente (véanse Tablas 20, 21 y 22). La regresión se ha hecho tanto para el conjunto del período como para cada uno de los años del mismo. También se acompañan cada una de las Tablas de sendos gráficos, que muestran la evolución del coeficiente «b» (beta de la regresión) y de la «R²» (porcentaje de la rentabilidad de mañana que podemos explicar con la rentabilidad de hoy) a lo largo del período enero de 1987-mayo de 1994.

Tabla 20. Regresión de la rentabilidad del IBEX-35 del día respecto a la rentabilidad del día anterior

$$R_t = a + b R_{t-1}$$

Regresión realizada con los datos de:	a	b	Estadístico t para b	Error estándar de b	R ²
enero de 1987-mayo de 1994	0,000205	0,185215	8,07	0,0229	0,034
1987	0,000245	0,353411	5,87	0,0602	0,125
1988	0,000449	0,103012	1,63	0,0633	0,011
1989	0,000311	0,183097	2,91	0,0629	0,034
1990	-0,000941	0,189225	3,01	0,0628	0,036
1991	0,000629	-0,075059	-1,18	0,0637	0,006
1992	-0,000370	0,137865	2,21	0,0625	0,019
1993	0,001433	0,179746	2,87	0,0626	0,032
1994*	-0,000277	0,021249	0,215	0,0990	0,000

* Regresión calculada sobre datos diarios desde enero hasta mayo.

Gráfico 19. Evolución del valor de b durante el período 1987-1994

(Calculada con datos diarios)

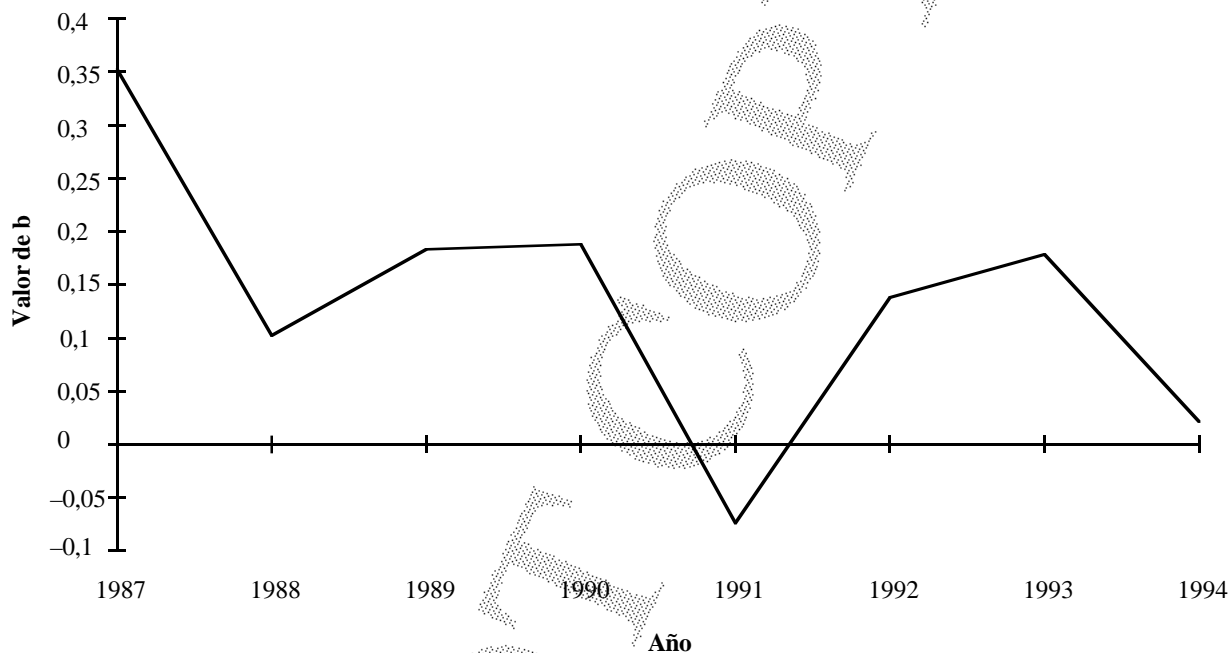


Gráfico 20. Evolución del valor de R^2 durante el período 1987-1994

(Calculada con datos diarios)

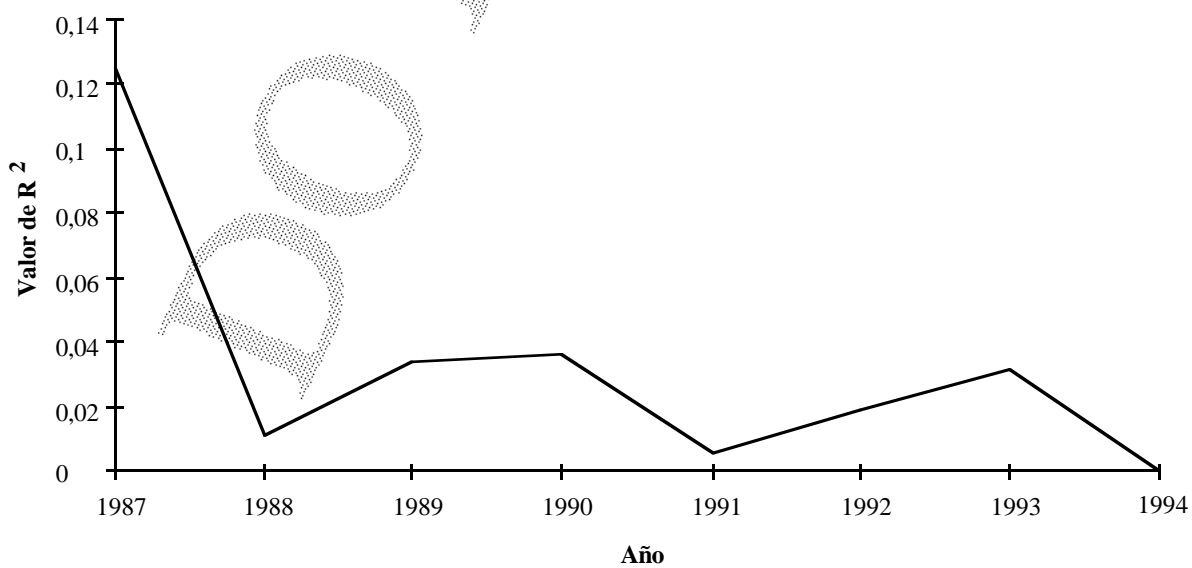


Tabla 21. Regresión de la rentabilidad del IBEX-35 de la semana respecto a la rentabilidad de la semana anterior

$$R_t = a + b R_{t-1}$$

Regresión realizada con los datos de:	a	b	Estadístico t para b	Error estándar de b	R ²
enero de 1987-mayo de 1994	0,000987	0,092014	1,81	0,0508	0,008
1987	0,000941	0,131082	0,922	0,1422	0,017
1988	0,002590	-0,154354	-1,15	0,1345	0,026
1989	0,001492	0,178932	1,29	0,1391	0,032
1990	-0,005657	0,039456	0,279	0,1414	0,002
1991	0,001864	0,193914	1,40	0,1385	0,038
1992	-0,001282	0,057555	0,412	0,1398	0,003
1993	0,008378	-0,006320	-0,045	0,1394	0,000
1994*	-0,001270	0,056370	0,251	0,2250	0,003

* Regresión calculada sobre datos diarios desde enero hasta mayo.

Gráfico 21. Evolución del valor de b durante el período 1987-1994

(Calculada con datos semanales)

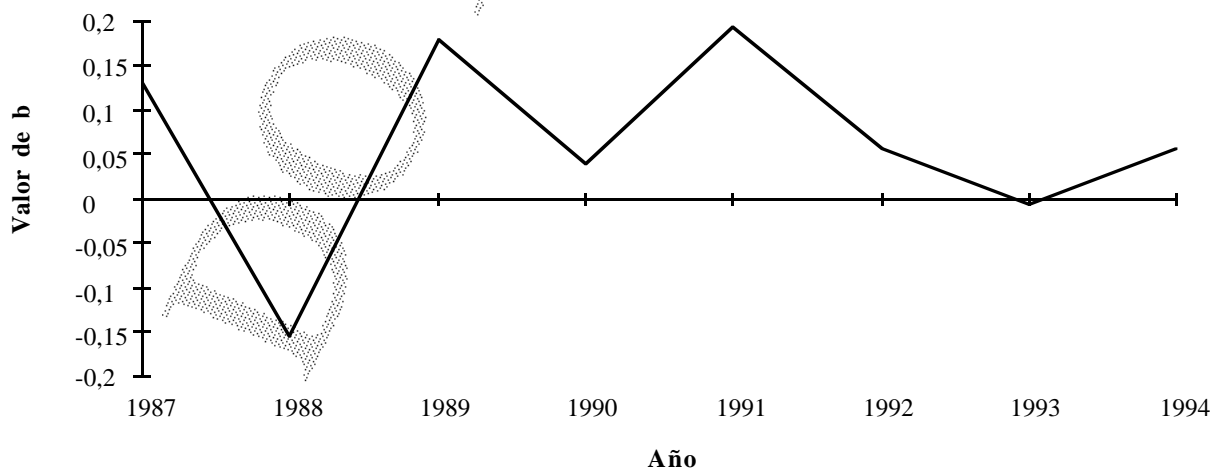


Gráfico 22. Evolución del valor de R^2 durante el período 1987-1994

(Calculada con datos semanales)



Tabla 22. Regresión de la rentabilidad del IBEX-35 del mes respecto a la rentabilidad del mes anterior
 $R_t = a + b R_{t-1}$

Regresión realizada con los datos de:	a	b	Estadístico t para b	Error estándar de b	R^2
enero de 1987-mayo de 1994	0,002931	0,134124	1,28	0,1052	0,019
1987	-0,004061	0,163305	0,515	0,3170	0,029
1988	0,008979	0,089451	0,283	0,3164	0,008
1989	0,008123	-0,023111	-0,073	0,3172	0,000
1990	-0,026407	-0,019614	-0,062	0,3163	0,000
1991	0,008734	0,316535	1,07	0,2958	0,103
1992	-0,005692	0,336039	1,13	0,2980	0,113
1993	0,058696	-0,806124	-3,74	0,2154	0,583
1994*	-0,009739	0,280813	0,63	0,4457	0,117

* Regresión calculada sobre datos diarios desde enero hasta mayo.

Gráfico 23. Evolución del valor de b durante el período 1987-1994

(Calculada con datos mensuales)

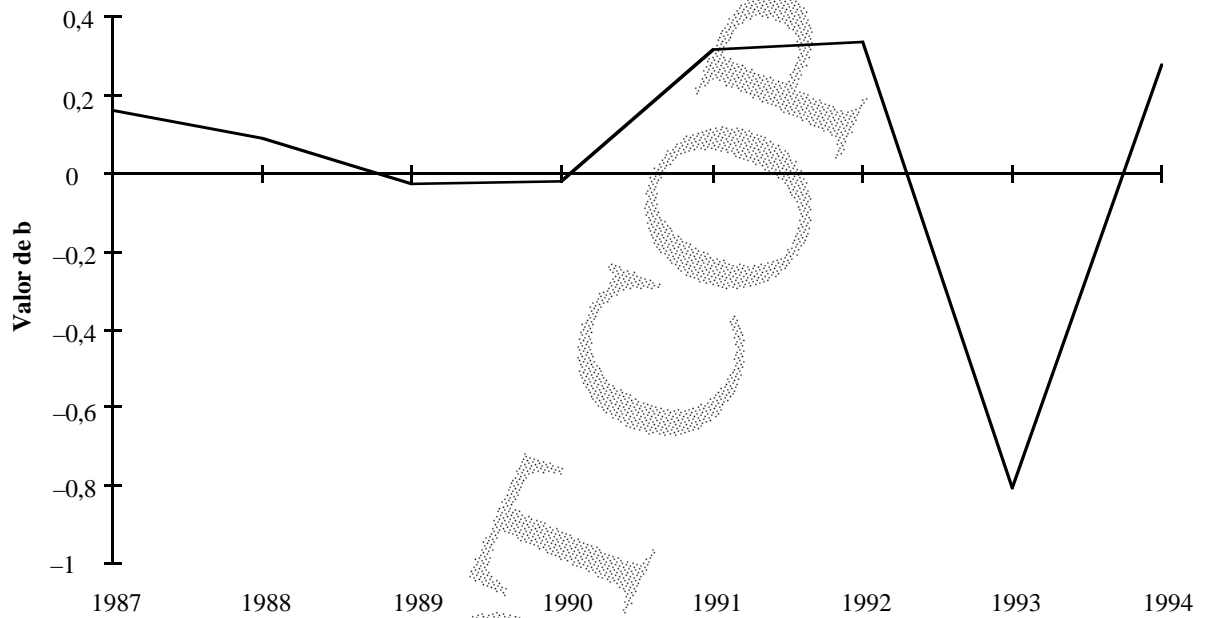
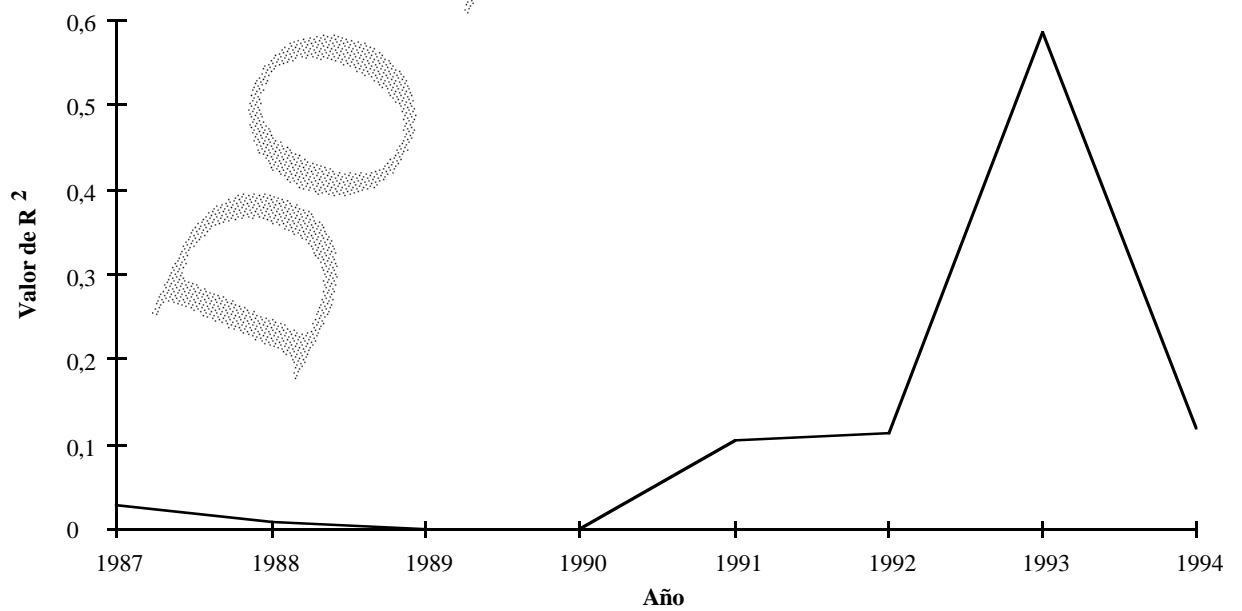


Gráfico 24. Evolución del valor de R^2 durante el período 1987-1994

(Calculada con datos mensuales)



El IBEX-35 y el IGBM

Las Tablas 23, 24 y 25 presentan la correlación existente entre el IGBM y el IBEX-35, dependiendo del tipo de datos utilizados para su cálculo. Como puede observarse, a medida que crece el nivel de agregación de los datos, la correlación entre los índices va incrementándose debido a que estadísticamente estamos reduciendo el «ruido» al pasar de datos diarios a semanales, y de semanales a mensuales.

**Tabla 23. Correlación entre los índices utilizando datos diarios
 enero de 1987-mayo de 1994**

Pearson Product-Moment Correlation

No selector

	<i>Rd IGBM</i>	<i>Rd IBEX</i>
<i>Rd IGBM</i>	1,000	
<i>Rd IBEX</i>	0,936	1,000

**Tabla 24. Correlación entre los índices utilizando datos semanales
 enero de 1987-mayo de 1994**

Pearson Product-Moment Correlation

No selector

	<i>Rs IGBM</i>	<i>Rs IBEX</i>
<i>Rs IGBM</i>	1,000	
<i>Rs IBEX</i>	0,980	1,000

**Tabla 25. Correlación entre los índices utilizando datos mensuales
 enero de 1987-mayo de 1994**

Pearson Product-Moment Correlation

No selector

	<i>Rm IGBM</i>	<i>Rm IBEX</i>
<i>Rm IGBM</i>	1,000	
<i>Rm IBEX</i>	0,987	1,000

En la Tabla 26 comparamos la evolución de ambos índices viendo, por una parte, el número de días (en porcentaje) en los que la rentabilidad de uno de los índices es superior a la del otro y, por otra parte, el número de días (en porcentaje) en los que la rentabilidad de los índices va en sentido inverso (es decir, cuando la rentabilidad de uno es positiva y la del otro negativa, y viceversa). En cuanto al primer criterio, podemos ver que está muy equilibrado (casi al 50%), aunque el número de días en que la rentabilidad del IBEX-35 es la mayor es sistemáticamente algo superior al número de días en que la rentabilidad del IGBM está por encima. En lo que respecta al segundo criterio, podemos ver que existe un número bastante significativo de días en los que las rentabilidades de los índices van en sentido contrario. Este hecho viene influido seguramente por la evolución de algunos de los valores que componen el IGBM y que, sin embargo, no están en el IBEX-35.

**Tabla 26. Comparación entre la rentabilidad diaria del IGBM y del IBEX-35
 (los porcentajes corresponden al número de días sobre el total
 que cumplen la condición requerida)**

	rIGBM>rIBEX	rIGBM<rIBEX	rIGBM>0 y rIBEX<0 ó rIGBM<0 y rIBEX>0
1987-1994	48,07	51,93	7,45
1987	47,76	52,24	8,98
1988	47,58	52,42	7,26
1989	47,97	52,03	10,98
1990	48,37	51,63	12,20
1991	43,37	56,63	7,23
1992	47,01	52,99	3,98
1993	49,20	50,80	4,40
1994*	60,58	39,42	0,96

* Sólo se dispone de datos hasta mayo.

Seguidamente, vamos a presentar la regresión de la volatilidad del IBEX-35 respecto a la volatilidad del IGBM, según la ecuación:

$$\text{Vol}_{\text{IBEX}} = a + b \text{Vol}_{\text{IGBM}}$$

Esta regresión se ha calculado utilizando la volatilidad del último año sobre datos diarios, semanales y mensuales del período comprendido entre el 1 de enero de 1987 y el 31 de mayo de 1994. De este modo, tenemos una serie de volatilidades que van desde el 1 de enero de 1988 al 31 de mayo de 1994. Se puede deducir observando la Tabla 27 que el valor de «b» superior a 1 en el cálculo con datos diarios y semanales nos indica que la volatilidad del IBEX está por encima de la del IGBM. En cambio, utilizando datos mensuales, nos sale un b menor a 1, que nos indica que la volatilidad del IGBM es superior a la del IBEX.

Tabla 27. Regresión de la volatilidad del IBEX-35 respecto a la volatilidad del IGBM
(Calculadas con datos pertenecientes al período enero de 1988-mayo de 1994)

$$\text{Vol}_{\text{IBEX}} = a + b \text{Vol}_{\text{IGBM}}$$

<i>Rentabilidad</i>	<i>Número de observaciones</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>Estadístico t para b</i>	<i>Error estándar de b</i>	<i>R²</i>
Diaria	1.593	0,005613	1,01412	287	0,0035	0,981
Semanal	335	0,002561	1,03698	156	0,0067	0,986
Mensual	77	0,011250	0,961068	43,1	0,0223	0,961

Otro de los aspectos que podemos estudiar comparadamente es el del cálculo de las betas de empresas sobre cada uno de los índices. En la Tabla 28 presentamos la beta de empresas españolas calculadas sobre el IGBM y el IBEX-35, y utilizando tanto rentabilidades diarias como semanales y mensuales.

Como se puede apreciar, las diferencias suelen ser positivas, es decir, las betas calculadas sobre el IGBM son, en general, ligeramente superiores a las calculadas sobre el IBEX-35. Esto nos indica que, dada la rentabilidad de una determinada acción, ésta es más sensible a los movimientos del IGBM que del IBEX-35. Llegados a este punto, deberíamos recordar que la regresión lineal por la que hemos estimado los valores de las betas se servía de las siguientes ecuaciones:

$$R_v = a + \beta_v^{\text{IGBM}} \cdot R_{\text{IGBM}}$$

$$R_v = a' + \beta_v^{\text{IBEX-35}} \cdot R_{\text{IBEX-35}}$$

siendo R_v la rentabilidad del valor v ,
 a el punto de corte de la recta de regresión sobre el eje de abscisas cuando utilizamos el IGBM como «mercado»,
 a' el punto de corte de la recta de regresión sobre el eje de abscisas cuando utilizamos el IBEX-35 como «mercado»,
 β_v^{IGBM} la beta del valor v , tomando el IGBM como «mercado»,
 $\beta_v^{\text{IBEX-35}}$ la beta del valor v , tomando el IBEX-35 como «mercado»,
 R_{IGBM} la rentabilidad del IGBM,
 $R_{\text{IBEX-35}}$ la rentabilidad del IBEX-35.

Si igualamos ambas ecuaciones y suponemos que $a - a' \approx 0$ tenemos:

$$\beta_v^{\text{IGBM}} \cdot R_{\text{IGBM}} = \beta_v^{\text{IBEX-35}} \cdot R_{\text{IBEX-35}}$$

Como sabemos que la β_v^{IGBM} ha sido mayor que la $\beta_v^{\text{IBEX-35}}$, entonces llegamos a la conclusión de que

$$R_{\text{IGBM}} < R_{\text{IBEX-35}}$$

**Tabla 28. Diferencias entre las betas calculadas sobre el IGBM y el IBEX-35
utilizando datos diarios, semanales y mensuales**

(enero de 1987-diciembre de 1992)

	β_d IGBM	β_d IBEX	Dif.	β_s IGBM	β_s IBEX	Dif.	β_m IGBM	β_m IBEX	Dif.
	(1)	(2)	(1) - (2)	(1)	(2)	(1) - (2)	(1)	(2)	(1) - (2)
Acerinox	1,35	1,24	0,11	1,58	1,49	0,09	1,66	1,61	0,05
Acesa	0,77	0,73	0,05	0,72	0,68	0,04	0,77	0,77	0,00
Agroman	1,68	1,65	0,03	1,83	1,66	0,17	1,99	1,96	0,03
Aguas BCN	0,87	0,80	0,07	0,92	0,85	0,06	0,75	0,73	0,02
Asland	1,60	1,49	0,11	1,56	1,47	0,08	1,64	1,56	0,08
Aut. Mare Nostrum	0,76	0,77	-0,01	0,77	0,77	0,00	0,64	0,68	-0,04
Azucarera	1,14	1,10	0,04	1,19	1,10	0,09	1,00	0,98	0,02
Banesto	1,08	1,08	0,01	1,33	1,29	0,04	1,31	1,32	-0,01
Bankinter	1,04	1,05	-0,01	1,31	1,24	0,07	1,38	1,37	0,01
B. Bilbao	0,86	0,83	0,03	0,89	0,89	0,00	0,88	0,93	-0,04
B. Vizcaya	0,89	0,98	-0,10	0,94	1,00	-0,06	0,93	1,02	-0,09
B.B.V.	1,09	1,14	-0,04	1,07	1,11	-0,04	0,95	1,02	-0,07
B. Hispano	0,96	0,96	0,00	1,11	1,06	0,05	1,01	1,03	-0,02
B.C.H.	0,49	0,47	0,01	0,64	0,64	0,01	0,67	0,68	-0,01
B. Exterior	0,47	0,46	0,01	0,65	0,64	0,01	0,51	0,51	0,00
B. Popular	0,84	0,81	0,03	0,91	0,87	0,04	0,93	0,94	-0,01
B. Santander	0,67	0,69	-0,02	0,90	0,88	0,01	0,89	0,91	-0,02
BP Oil	0,97	0,90	0,07	1,04	0,97	0,06	1,22	1,17	0,05
Cepsa	1,24	1,14	0,10	1,08	1,01	0,07	1,14	1,11	0,02
CF Alba	1,16	1,11	0,06	1,18	1,12	0,06	1,44	1,41	0,03
Cristalería	1,12	1,07	0,04	1,42	1,29	0,13	1,63	1,54	0,09
Cubiertas	1,11	1,06	0,05	1,66	1,54	0,12	1,37	1,33	0,04
Dragados	1,48	1,47	0,01	1,47	1,41	0,06	1,32	1,31	0,01
Endesa	1,15	1,02	0,14	0,89	0,82	0,07	0,66	0,66	0,00
E.R.T.	2,07	1,86	0,21	1,92	1,97	-0,05	1,97	1,97	0,00
Ercros	1,65	1,57	0,08	1,44	1,38	0,06	1,72	1,68	0,04
Fecsa	1,01	1,03	-0,02	0,74	0,71	0,03	0,83	0,88	-0,05
Focsa	1,31	1,26	0,06	1,41	1,32	0,09	1,16	1,18	-0,02
Fomento C. y C.	1,77	1,64	0,13	2,18	2,01	0,18	2,75	2,36	0,39
Gas Natural	0,88	0,84	0,05	0,89	0,84	0,05	0,76	0,75	0,01
Hidrocarbónico	1,02	0,94	0,08	0,72	0,67	0,05	0,58	0,56	0,02
Huarte	1,52	1,50	0,02	1,60	1,50	0,11	1,65	1,67	-0,02
Iberdrola I	1,02	0,93	0,09	0,77	0,71	0,06	0,49	0,49	0,00
Iberdrola II	1,05	0,95	0,09	0,79	0,74	0,06	0,63	0,58	0,05
I. Metrovacesa	0,97	0,96	0,01	1,13	1,08	0,05	1,01	1,07	-0,06
Inmob. Urbis	1,60	1,52	0,08	1,71	1,62	0,09	1,60	1,59	0,01
Mapfre	1,17	1,11	0,06	1,60	1,50	0,10	1,65	1,65	0,00
Prosegur	0,62	0,53	0,09	0,84	0,74	0,11	0,84	0,73	0,10
Pryca	0,62	0,54	0,08	0,44	0,40	0,04	0,41	0,43	-0,02
Repsol	1,06	1,11	-0,05	0,93	0,90	0,02	0,90	0,95	-0,05
Sarrió	1,50	1,43	0,08	1,51	1,43	0,09	1,46	1,43	0,03
Sevillana	1,01	0,91	0,10	0,76	0,69	0,07	0,63	0,59	0,04
Tabacalera	1,26	1,26	0,00	1,31	1,29	0,03	1,48	1,51	-0,03
Telefónica	1,01	0,99	0,02	0,81	0,79	0,02	0,76	0,81	-0,05
U. Fenosa	1,09	1,00	0,09	0,82	0,78	0,04	0,62	0,60	0,01
Uralita	1,68	1,59	0,09	1,72	1,63	0,09	1,96	1,89	0,07
Valderribas	0,90	0,90	0,00	1,32	1,23	0,09	1,36	1,32	0,04
Vallehermoso	1,73	1,67	0,06	1,68	1,63	0,05	1,69	1,69	0,00
Viscofan	0,78	0,78	0,01	0,94	0,84	0,10	1,09	1,03	0,06
Zardoya-Otis	0,58	0,55	0,02	0,80	0,74	0,07	0,76	0,70	0,06
Promedio	1,11	1,07	0,05	1,16	1,10	0,06	1,15	1,13	0,02

¿Realmente ha sido esto lo que ha ocurrido? En efecto, la rentabilidad anualizada del IBEX-35 durante el período 1987-1992 ha estado por encima de la del IGBM (1,05% frente a -0,21%, respectivamente). Una posible explicación de este fenómeno podría hallarse en que el primero aglutina a las 35 principales empresas del país, mientras que el IGBM está compuesto por éstas, pero también por más de 55 empresas medianas y pequeñas, con poca transparencia y una falta acuciante de liquidez. Cabe recordar, además, que el IBEX-35 no está corregido por dividendos, lo que podría haber hecho aún más claros los resultados obtenidos. □

-
- (1) Como consecuencia de la generalización del «sistema fungible» para valores nominativos, éstos han pasado a liquidarse en un plazo medio de 7 días para las operaciones de compra, y algo más de 8 días para las operaciones de venta, frente a los 12 días de media que suponía el anterior sistema de entrega física de títulos.
 - (2) Existía a priori un problema para la obtención de dicho gráfico, ya que no era posible poner juntas las tres líneas debido a que en una tenemos observaciones diarias, en otra semanales y en otra mensuales. Para solucionar esta situación, lo que se ha hecho ha sido tomar como base las observaciones diarias y «rellenar» los datos que faltan entre las observaciones semanales y mensuales con una previsión. Esta previsión se ha fundamentado en el hecho de que si entre dos datos existen una serie de días en blanco, el incremento o decremento total de volatilidad entre esos dos datos se asigna en partes iguales a esos días intermedios. Por ejemplo, si entre un dato semanal y otro existían cuatro días en blanco, la fórmula utilizada asignaba un incremento o un decremento porcentual de la volatilidad igual para cada uno de estos cuatro días. De esta forma se conseguían tener tres series homogéneas de datos y podía confeccionarse el gráfico conjunto.
 - (3) Para una información más detallada, véase «Volatilidades, betas y alfas de empresas españolas», 1992, nota técnica del IESE, FN-286, 36 páginas.
 - (4) Véase, por ejemplo, «Normalidad de las rentabilidades bursátiles», E. Martínez Abascal y M^a L. Arnillas, Documento de Investigación n^o 237, IESE, octubre de 1992.
 - (5) Para mayor información, véase «Applied Multivariate Data Analysis», J.D. Jobson, volumen I, cap. 2.
 - (6) En lo que respecta a las rentabilidades diarias, se ha prescindido de las obtenidas los días 19 al 23 y 26 al 29 de octubre de 1987. En cuanto a las semanales, se han obviado las correspondientes a las semanas que acabaron el 23 y el 30 de octubre. Finalmente, en las mensuales se ha eliminado la rentabilidad del mes de octubre de 1987.