
VALORACIÓN DE EMPRESAS APLICACIÓN DE LA TEORÍA DEL PRECIO LIBRE DE ARBITRAJE A SOCIEDADES ESPAÑOLAS

ANTONIO FALCÓ MONTESINOS

Universidad Cardenal Herrera-CEU

MARIANO GONZÁLEZ SÁNCHEZ

Universidad San Pablo-CEU

COMO CONSECUENCIA DE LAS RECIENTES POSTURAS ADOPTADAS POR LOS ORGANISMOS REGULADORES, LA ESTIMACIÓN DE VALORES RAZONABLES (O COHERENTES) ES UNO DE LOS PRINCIPALES CAMPOS DE TRABAJO DE LA ECONOMÍA FI-

173

nanciera y la contabilidad, y dentro de las posibilidades para la determinación del valor aparece una metodología ampliamente usada y conocida, la del valor actual neto.

La literatura financiera es extensa en la estimación del valor de una compañía mediante el uso del método del valor actual neto de los flujos futuros, ello puede expresarse de forma general como:

$$S_0 + D_0 = VAN_0 (K_i; Cf_t) \quad [1]$$

Donde S es el valor de mercado de los recursos propios, D del pasivo o deudas

de la compañía, ambos en el momento presente ($t=0$), mientras que K es la tasa de actualización de cada instante t y Cf el *cash-flow* esperado en cada momento t.

Las diversas propuestas se diferencian en las variables empleadas para reemplazar la tasa de actualización adecuada a cada empresa y el valor de los flujos de caja. En general, puede apreciarse que las diversas metodologías conllevan resultados similares, e incluso que las variables empleadas en la práctica suelen ser el Coste Medio Ponderado del Pasivo o Weighted Average Cost of Capital (WACC) y el Free

Cash-Flow (FCF). Aunque existen otras posturas (Ruback, 1995: 8-23) que pretenden evitar tanto el efecto de los cambios en la estructura financiera de la entidad sobre el WACC como el correspondiente efecto fiscal derivado de la deducción de los gastos financieros, consecuencia de las deudas en la tributación, los resultados siguen siendo los mismos.

De este modo, en la estimación de los *cash-flows* con la intención de valorar una empresa, se abren dos posibilidades: por un lado, aquella que no toma en consideración el endeudamiento de la

entidad, estimándose el valor como el valor actual neto del FCF; y por otro, el que considera tanto los flujos destinados al accionista (CFA) como a los acreedores o poseedores de la deuda de la compañía (CFD); la suma de ambos constituye el denominado Capital Cash-Flow (CCF). La relación entre ambos métodos viene dada a través de su estimación. Así el FCF será:

$$FcF_t = B_t \cdot (1 - T) + A_t - \Delta I_t$$

$$\Delta I_t = (Af_t - Af_{t-1}) + (FRE_t - FRE_{t-1}) =$$

$$= (Af_t - Af_{t-1}) + [(Ac_t - Dc_t) - (Ac_{t-1} - Dc_{t-1})] \quad [III]$$

Donde B es el beneficio antes de intereses e impuestos, T es la tasa impositiva, A es la depreciación o cuota de amortización de los activos, I son las inversiones permanentes, Af el valor del activo fijo, Ac del activo circulante y Dc el valor de la deuda a corto plazo, con lo que FRE será el fondo de rotación existente o *working capital*.

Mientras que el CCF se estimaría como:

$$CCF_t = CFA_t + CFD_t = FCF_t + Gf_t \cdot T$$

$$CFA_t = FCF_t - Gf_t \cdot (1 - T) + \Delta D_t \quad [III]$$

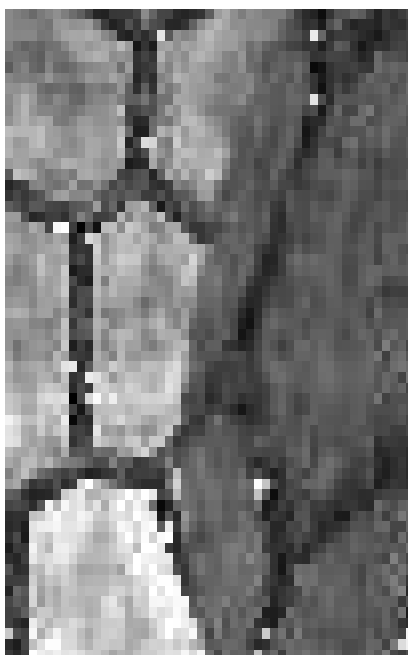
Donde Gf son los gastos financieros del ejercicio y D el valor del total de las deudas de la empresa.

Así pues, parece evidente que las posturas existentes hacen que al tomar una hipótesis sobre los flujos esperados futuros, el WACC se estime en consonancia con ello, y dado que esto no parece ser adecuado a las condiciones de mercado, nuestro objetivo será establecer un método de estimación del WACC por arbitraje, es decir, la tasa de actualización no debe generar oportunidades de arbitraje, con independencia de cuáles sean los flujos futuros y su estimación.

En estas metodologías de valoración tradicionales el WACC suele expresarse como:

$$WACC_t = \frac{E_{t-1} \cdot K_t^E + D_{t-1} \cdot K_t^D \cdot (1 - T)}{E_{t-1} + D_{t-1}} \quad [IV]$$

Donde T es la tasa impositiva, K^E la tasa requerida para los recursos propios y K^D



el coste del pasivo, mientras que E y D son los valores de mercado de los recursos propios y ajenos respectivamente.

Los métodos tradicionales consideran que la tasa de descuento depende del grado de apalancamiento de la compañía, medido por la relación entre el pasivo y el neto, también conocida como *ratio* de endeudamiento (e):

$$e_t = \frac{D_t}{E_t} \quad [V]$$

Para ello, y apoyándose en el Capital Asset Pricing Model (CAPM), si el subíndice U representa una compañía no apalancada y L apalancada, el coste de los recursos propios de la primera, y por tanto, totales, se estimaría como:

$$K_t^E = Rf + \beta_U \cdot (Rm - Rf) = K^U \quad [VI]$$

Donde Rf es la tasa de rentabilidad libre de riesgo, Rm la del mercado y β_U la beta de la compañía no apalancada; mientras que la beta apalancada (β_L) sería entonces:

$$\beta_L = \beta_U (1 + e_t) \quad [VII]$$

Lo cual supone que:

$$K_t^E = Rf + \underbrace{\beta_U \cdot (Rm - Rf)}_{\text{riesgo mercado}} + e_t \underbrace{(K^U - Rf)}_{\text{riesgo crédito}} \quad [VIII]$$

Donde K^U es la tasa de actualización para una compañía no apalancada.

De esta manera resultaría que:

$$WACC_t = K^U - \frac{Rf - K_t^D \cdot (1 - T)}{E_t + D_t} \cdot D_t \quad [IX]$$

Así pues, la idea es recoger tanto la prima por riesgo de mercado, mediante la beta no apalancada, como el riesgo de crédito, a partir de la *ratio* de endeudamiento. Esto puede expresarse como:

$$\beta_L = f(\beta_U; e_t) \quad [X]$$

Evidentemente, esta función es correcta en cuanto a los riesgos que pretende representar, pero ¿lo es la estimación?. Dar respuesta a esta cuestión es nuestro objetivo, pues, históricamente, diferentes autores han intentado determinar dicha relación, es decir, cómo es f(.). En esta línea destacamos las siguientes:

■ Propuesta n° 1 (Modigliani y Miller, 1958: 261-297), y (1963: 433-443):

$$\beta_L = \beta_U + e_t \cdot (1 - T) \cdot (\beta_U - \beta_D) \quad [XI]$$

Donde β_D representa la beta del pasivo.

■ Propuesta n° 2 (Myers, 1974: 1-25):

$$\beta_L = \beta_U + \frac{E_U - E_L}{E_L} (\beta_U - \beta_D) \quad [XII]$$

■ Propuesta n° 3 (Miles y Ezzell, 1980: 719-730):

$$\beta_L = \beta_U + e_t \cdot \beta_U \cdot \frac{1 - T \cdot Rf}{1 + Rf} \quad [XIII]$$

■ Propuesta n° 4 (Harris y Pringle, 1985: 237-244 y Ruback, 1995: 8-23):

$$\beta_L = (1 + e_t) \cdot \beta_U - e_t \cdot \beta_D \quad [XIV]$$

■ Propuesta n° 5 (Damodaran, 1994: 35-56):

$$\beta_L = \beta_U + e_t \cdot (1 - T) \cdot \beta_U \quad [XV]$$

Por tanto, nuestro estudio pretende estimar las tasas de actualización libres de oportunidades de arbitraje (K*) y, una vez estimadas, compararlas con las tasas libre de riesgo (Rf) de cada vencimiento, para obtener así las primas (p) por riesgo de crédito (c) y de mercado (m), esto es, si

(K). En el primer caso, la probabilidad será una martingala, mientras que en el segundo será subjetiva. Nosotros optaremos por la segunda posibilidad, ya que la información contable disponible para determinar la distribución de los *cash-flow* es escasa, y proponemos además un método de estimación de dichos factores K.

Comencemos considerando el proceso estocástico formado por vectores de flujos de caja:

$$Cf = \{Cf_t : t = 0, 1, \dots, T\} \quad [XX]$$

donde:

$$Cf_t \in \mathfrak{R}^n,$$

$$Cf = [Cf_t^{(1)} \quad Cf_t^{(2)} \quad \dots \quad Cf_t^{(n)}] \quad [XXI]$$

representa el flujo de caja que se genera en el instante de tiempo t como un proceso estocástico en tiempo discreto. Asumiremos, para nuestro fin, que los flujos de información asociados a este proceso vienen dados en tiempo discreto por el árbol binomial recogido en el gráfico 1.

Donde u representa el valor de subida del importe del *cash-flow*, d de baja, p la probabilidad de que tenga lugar la subida y (1-p) de que se produzca la bajada. De esta manera, en cada instante de tiempo t, el flujo de información está generado será el resultado de un proceso multiplicativo como:

$$Cf_t = Cf_0 \cdot (u^i \cdot d^{t-i}) \quad [XXII]$$

$i = 0, 1, \dots, t$

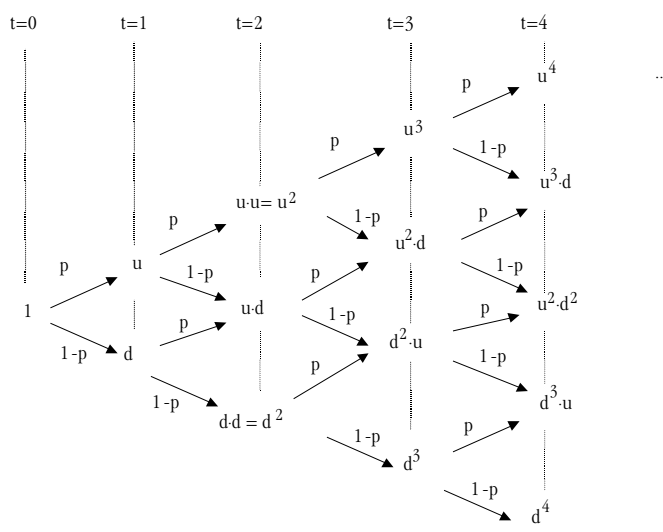
Con lo que la probabilidad en cada nodo del árbol vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$\Pr[Cf_t] = \Pr[Cf_0 (u^i \cdot d^{t-i})] = \binom{t}{i} \cdot p^i \cdot (1-p)^{t-i}$$

$i = 0, 1, \dots, t$ [XXIII]
 $t = 0, 1, \dots, T$

En un proceso discreto como el descrito, una oportunidad de arbitraje, según lo expuesto anteriormente, puede expresarse como una combinación lineal de los futuros *cash-flow* en la que todos serán estrictamente positivos, esto es, x es una oportunidad de arbitraje si $x \bullet Cf_t \geq 0$ con probabilidad uno para todo $t = 0, 1, \dots, T$,

GRÁFICO 1
ÁRBOL BINOMIAL



FUENTE: Elaboración propia.

donde \bullet representa el producto escalar usual. Entonces, p sería la probabilidad de que exista un $t^* \in \{0, 1, \dots, T\}$ de forma que $x \bullet Cf_t > 0$, esto es, estrictamente mayor que cero.

De esta forma, el objetivo es encontrar el valor de x que genera una combinación lineal estrictamente positiva, puesto que el valor resultante de dicha combinación será el valor actual de los flujos de caja, siendo entonces x los factores de descuento o actualización riesgo neutrales; en caso contrario, si el valor actual no fuese mayor o igual que cero (un precio no puede ser negativo), representaría una oportunidad de arbitraje. La demostración matemática de esta propuesta puede verse en el anexo 1.

La técnica empleada para obtener dicha combinación lineal, que genere dicho valor estrictamente positivo, será el de mínimos cuadrados acotados (no negativos), que para su resolución, entre otros, puede recurrirse a la función *lsqnonneg* del programa MATLAB™.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

Para realizar nuestro estudio hemos tomado siete empresas españolas de dife-

rentes sectores, en concreto: Altadis, dedicada al tabaco y la distribución; Banco Popular, perteneciente al sector financiero; Cortefiel, al textil; Endesa, al energético; FCC (Fomento de Construcciones y Contratas), del sector de la construcción; Repsol-YPF, cuya actividad principal está relacionada con el petróleo, y Telefónica, perteneciente al sector de telecomunicaciones.

En primer lugar, y a partir de los datos de balances y cuentas de resultados de estas compañías, obtenidos de la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), determinamos los FCF, CFA, CFD y CCF por acción, para que de este modo resultase más fácil la comparación, así como evitar los *splits* que se han producido en los últimos años, como consecuencia, entre otras, de la redenominación a euros del capital. Los resultados obtenidos, expresados en euros, se recogen en el cuadro 1:

En el cuadro 2 determinamos las tasas diarias medias anualizadas para los tipos de interés y el rendimiento del IBEX-35, este último como indicador del rendimiento de mercado.

Del cuadro 2 destaca que el rendimiento del mercado para el año 2000 es negativo, con lo que al aplicar el CAPM surgiría

un coste de capital negativo para las empresas, esto es, sin significación financiera y económica alguna. Nuestra propuesta solventa este problema.

También obtuvimos las cotizaciones de los títulos en el cierre de cada ejercicio económico expresadas en euros (cuadro 3).

En el cuadro 4 estimamos las betas medias anuales sobre rendimientos diarios.

Entonces, a partir de las betas, los tipos de interés y el rendimiento del IBEX-35, calculamos para cada año la prima por riesgo de mercado según el CAPM (cuadros 5-10).

Fijémosnos cómo las primas de mercado del año 2000 no tienen significación económico-financiera, tal y como se indicó anteriormente.

También determinamos el valor del pasivo por acción en euros (cuadro 11).

Y a partir del anterior y del valor de los recursos propios por acción obtuvimos la *ratio* de endeudamiento (*e*) o apalancamiento (cuadro 12).

Llegados a este punto, determinamos las tasas de actualización o coste del pasivo empleando el algoritmo propuesto; para lo cual trabajamos bajo la hipótesis de cinco años de flujos generados aleatoriamente (1) según el árbol binomial antes estudiado (anexo 2). Además, las estimaciones las realizamos empleando tanto el FCF como el CCF (cuadros 13-26).

De los valores obtenidos destacamos varias conclusiones fundamentales:

■ El CAPM no considera un mercado en el que los activos, o los *cash-flow*, en este caso, puedan ser negativos, por eso cuando el rendimiento del mercado (IBEX-35) es negativo, el coste de capital exigido en función de la beta resulta inferior a la tasa libre de riesgo, como se observa en el cuadro 10.

■ Al plantear modelos de valoración que toman un numerario arbitrariamente (tasa libre de riesgo) sin tener en cuenta las condiciones particulares de cada entidad, se realiza una estimación subjetiva de la

CUADRO 1
FREE CASH-FLOW Y CAPITAL CASH-FLOW ESTIMADOS

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Promedio	Desviación
FCF								
Altadis	2,40	0,68	2,19	0,40	-1,64	2,36	1,07	1,45
Banco Popular	10,37	2,57	-13,90	-4,64	0,12	0,14	-0,89	7,35
Cortefiel	1,18	-0,17	-0,44	0,35	0,19	-1,92	-0,14	0,94
Endesa	3,74	-6,31	0,15	0,57	-5,78	-3,65	-1,88	3,65
FCC	6,22	0,38	1,45	2,69	-0,63	2,85	2,16	2,19
Repsol-YPF	-0,63	-2,79	0,03	-0,98	-12,21	17,68	0,18	8,86
Telefónica	4,97	3,26	4,95	0,25	0,31	-3,60	1,69	3,05
CFA								
Altadis	-0,03	-5,26	9,79	1,40	-1,42	4,07	1,42	4,69
Banco Popular	36,44	7,39	-27,72	-5,06	1,50	0,10	2,11	18,94
Cortefiel	-0,74	2,00	-0,97	1,02	0,23	-1,68	-0,02	1,25
Endesa	1,27	-4,20	0,29	3,46	0,77	2,84	0,74	2,47
FCC	6,79	8,21	3,24	10,57	4,82	3,89	6,25	2,56
Repsol-YPF	0,24	-1,34	-3,51	-0,34	-4,08	23,35	2,39	9,50
Telefónica	3,60	2,10	5,16	0,23	0,62	-1,16	1,76	2,13
CFD								
Altadis	2,46	5,98	-7,57	-0,99	-0,20	-1,57	-0,32	4,12
Banco Popular	-25,49	-4,30	14,19	0,73	-1,32	0,10	-2,68	11,75
Cortefiel	1,96	-2,12	0,61	-0,65	-0,03	-0,23	-0,08	1,24
Endesa	2,73	-1,92	-0,09	-2,80	-6,37	-6,27	-2,45	3,24
FCC	1,21	-6,23	-1,45	-7,55	-5,28	-0,92	-3,37	3,16
Repsol-YPF	-0,69	-1,25	3,83	-0,40	-8,07	-5,61	-2,03	3,84
Telefónica	1,80	1,53	0,14	0,27	-0,24	-2,35	0,19	1,36
CCF								
Altadis	2,44	0,71	2,22	0,40	-1,62	2,50	1,11	1,47
Banco Popular	1,09	3,09	-13,53	-4,33	0,18	0,20	-2,22	5,52
Cortefiel	1,22	-0,12	-0,36	0,37	0,20	-1,91	-0,10	0,95
Endesa	4,00	-6,11	0,20	0,65	-5,60	-3,43	-1,72	3,64
FCC	8,00	1,98	1,79	3,02	-0,46	2,97	2,88	2,56
Repsol-YPF	-0,45	-2,58	0,31	-0,74	-12,15	17,74	0,36	8,84
Telefónica	5,40	3,63	5,30	0,50	0,39	-3,51	1,95	3,17

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 2
RENDIMIENTO DIARIO MEDIO ANUALIZADO DEL IBEX-35 Y TIPOS DE INTERÉS (%)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Rentabilidad IBEX	18,39	42,37	41,32	37,14	18,59	-22,46
1 año	10,24	7,51	5,31	4,11	3,25	4,91
2 años	10,62	7,63	5,30	4,11	3,60	5,19
3 años	10,91	7,86	5,45	4,24	3,87	5,36
4 años	11,17	8,12	5,66	4,39	4,12	5,50
5 años	11,41	8,39	5,88	4,54	4,34	5,63

FUENTE: Elaboración propia.

A. FALCÓ MONTESINOS / M. GONZÁLEZ SÁNCHEZ

**CUADRO 3
PRECIOS DE MERCADO AL CIERRE. COTIZACIÓN**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Altadís	27,65	33,12	75,13	22,16	13,26	16,50
Banco Popular	135,71	150,25	67,91	66,90	62,65	37,10
Cortefiel	19,11	23,08	18,27	23,50	26,02	17,70
Endesa	10,58	13,59	16,83	24,25	19,31	18,15
FCC	58,24	71,22	36,48	34,40	19,50	20,20
Repsol-YPF	24,31	29,51	39,97	16,17	21,90	17,02
Telefónica	10,46	18,00	27,92	13,61	23,58	17,60

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 4
BETAS MEDIAS ANUALES ESTIMADAS**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Altadís	0,9668	0,8495	0,8631	0,3456	0,5624	0,4753
Banco Popular	0,8127	0,8981	0,8622	0,8910	0,8720	0,4202
Cortefiel	0,6677	0,5205	0,6067	0,4555	0,4783	0,2577
Endesa	0,5186	0,5919	1,1143	0,9393	0,7571	0,5488
FCC	1,2092	1,0633	1,1074	1,0250	0,3674	0,5053
Repsol-YPF	0,7942	0,8114	0,8148	0,6609	-0,2274	0,5271
Telefónica	0,9347	1,0104	1,0003	1,1666	0,3623	1,5722

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 5
PRIMA DE MERCADO SEGÚN LA CAPM PARA EL AÑO 1995
(%)**

	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Altadís	7,87	7,51	7,23	6,98	6,75
Banco Popular	6,62	6,31	6,08	5,87	5,67
Cortefiel	5,44	5,19	4,99	4,82	4,66
Endesa	4,22	4,03	3,88	3,74	3,62
FCC	9,85	9,39	9,04	8,73	8,44
Repsol-YPF	6,47	6,17	5,94	5,73	5,54
Telefónica	7,61	7,26	6,99	6,75	6,52

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 6
PRIMA DE MERCADO SEGÚN LA CAPM PARA EL AÑO 1996
(%)**

	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Altadís	33,71	33,59	33,37	33,12	32,86
Banco Popular	28,33	28,24	28,05	27,84	27,62
Cortefiel	23,28	23,20	23,05	22,87	22,69
Endesa	18,08	18,02	17,90	17,76	17,62
FCC	42,15	42,01	41,74	41,42	41,10
Repsol-YPF	27,69	27,60	27,42	27,21	26,99
Telefónica	32,58	32,47	32,26	32,01	31,77

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 7
PRIMA DE MERCADO SEGÚN LA CAPM PARA EL AÑO 1997
(%)**

	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Altadís	34,82	34,83	34,69	34,48	34,27
Banco Popular	29,27	29,27	29,16	28,98	28,81
Cortefiel	24,04	24,05	23,95	23,81	23,67
Endesa	18,67	18,68	18,60	18,49	18,38
FCC	43,54	43,56	43,38	43,12	42,86
Repsol-YPF	28,60	28,61	28,49	28,32	28,15
Telefónica	33,66	33,67	33,53	33,33	33,13

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 8
PRIMA DE MERCADO SEGÚN LA CAPM PARA EL AÑO 1998
(%)**

	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Altadís	31,93	31,94	31,81	31,66	31,52
Banco Popular	26,84	26,84	26,74	26,62	26,49
Cortefiel	22,05	22,05	21,96	21,87	21,77
Endesa	17,13	17,13	17,06	16,98	16,91
FCC	39,94	39,94	39,78	39,60	39,42
Repsol-YPF	26,23	26,23	26,13	26,01	25,89
Telefónica	30,87	30,87	30,75	30,61	30,47

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 9
PRIMA DE MERCADO SEGÚN LA CAPM PARA EL AÑO 1999
(%)**

	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Altadís	14,82	14,49	14,22	13,98	13,78
Banco Popular	12,46	12,18	11,96	11,75	11,58
Cortefiel	10,24	10,01	9,82	9,66	9,51
Endesa	7,95	7,77	7,63	7,50	7,39
FCC	18,54	18,12	17,79	17,49	17,23
Repsol-YPF	12,18	11,90	11,68	11,49	11,32
Telefónica	14,33	14,01	13,75	13,52	13,32

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 10
PRIMA DE MERCADO SEGÚN LA CAPM PARA EL AÑO 2000
(%)**

	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Altadís	-26,46	-26,73	-26,90	-27,03	-27,16
Banco Popular	-22,25	-22,47	-22,61	-22,72	-22,83
Cortefiel	-18,28	-18,46	-18,57	-18,67	-18,76
Endesa	-14,19	-14,34	-14,43	-14,50	-14,57
FCC	-33,10	-33,43	-33,64	-33,81	-33,97
Repsol-YPF	-21,74	-21,96	-22,09	-22,21	-22,31
Telefónica	-25,58	-25,84	-26,00	-26,13	-26,25

FUENTE: Elaboración propia.

VALORACIÓN DE EMPRESAS...

**CUADRO 11
VALOR DEL PASIVO POR ACCIÓN**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Altadís	2,11	1,52	2,28	2,79	29,37	18,72
Banco Popular	5,97	6,33	6,33	7,46	8,22	2,57
Cortefiel	0,46	0,42	0,53	0,67	0,34	0,37
Endesa	1,18	1,43	1,50	0,66	1,48	1,47
FCC	12,10	13,18	14,15	4,39	5,28	2,77
Repsol-YPF	0,57	0,76	0,45	5,64	38,28	12,08
Telefónica	1,28	1,23	1,35	1,39	1,42	0,79

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 12
NIVEL DE APALANCAMIENTO POR CADA 1€
DE RECURSOS PROPIOS**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Altadís	1,38	0,85	1,22	1,52	3,90	4,58
Banco Popular	8,69	8,59	8,87	10,37	11,43	11,92
Cortefiel	1,00	0,89	1,07	1,16	1,05	0,58
Endesa	4,85	5,23	0,59	1,34	1,56	1,56
FCC	1,00	1,00	2,70	3,03	3,09	2,76
Repsol-YPF	0,59	0,74	0,44	0,53	1,29	1,29
Telefónica	1,36	1,11	1,19	1,09	1,15	1,17

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 13
COSTE DEL CAPITAL DE ALTADÍS EMPLEANDO EL FCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	9,92	10,68	10,75	10,52	10,26	8,84
2	10,46	11,32	11,40	11,13	10,85	9,27
3	11,09	12,07	12,16	11,86	11,53	9,75
4	11,84	12,97	13,07	12,72	12,35	10,32
5	12,75	14,09	14,21	13,79	13,34	10,98

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 14
COSTE DEL CAPITAL DE ALTADÍS EMPLEANDO EL CCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	9,88	10,65	10,72	10,52	10,85	10,07
2	10,42	11,28	11,36	11,14	11,51	10,64
3	11,05	12,03	12,12	11,86	12,28	11,29
4	11,79	12,92	13,03	12,73	13,22	12,07
5	12,68	14,02	14,15	13,80	14,39	13,01

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 15
COSTE DEL CAPITAL DEL BANCO POPULAR EMPLEANDO EL FCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	18,24	13,88	11,12	11,48	14,10	15,15
2	20,25	14,99	11,82	12,22	15,25	16,49
3	23,01	16,38	12,64	13,11	16,69	18,21
4	27,11	18,19	13,64	14,19	18,58	20,53
5	34,31	20,69	14,89	15,57	21,21	23,92

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 16
COSTE DEL CAPITAL DEL BANCO POPULAR EMPLEANDO EL CCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	16,29	17,45	11,61	13,23	17,94	19,93
2	17,87	19,28	12,37	14,24	19,88	22,39
3	19,93	21,73	13,28	15,48	22,52	25,87
4	22,81	25,29	14,40	17,06	26,41	31,42
5	27,27	31,20	15,82	19,19	33,08	42,70

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 17
COSTE DEL CAPITAL DE CORTEFIEL EMPLEANDO EL FCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	11,10	11,11	11,12	11,11	11,11	11,12
2	11,79	11,81	11,81	11,80	11,80	11,81
3	12,61	12,63	12,63	12,62	12,62	12,63
4	13,60	13,62	13,63	13,62	13,62	13,63
5	14,84	14,87	14,88	14,86	14,87	14,88

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 18
COSTE DEL CAPITAL DE CORTEFIEL EMPLEANDO EL CCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	11,09	11,11	11,11	11,11	11,11	11,12
2	11,78	11,80	11,81	11,80	11,80	11,81
3	12,60	12,62	12,63	12,62	12,62	12,63
4	13,59	13,62	13,63	13,61	13,62	13,63
5	14,84	14,87	14,87	14,86	14,86	14,88

FUENTE: Elaboración propia.

probabilidad, que incluso supone que la prima por riesgo de crédito sea negativa.

■ Los valores obtenidos de la propuesta no presentan una relación constante en el

tiempo para el FCF y el CCF, es decir, las tasas calculadas a partir de uno de los flujos no siempre es mayor o menor que la determinada empleando el otro flujo (cuadro 27).

A partir de los resultados expresados en cuadro 27, procedimos a determinar si en el conjunto de las empresas estudiadas, la *ratio* de endeudamiento o apalancamiento guardaba relación con las tasas obteni-

A. FALCÓ MONTESINOS / M. GONZÁLEZ SÁNCHEZ

**CUADRO 19
COSTE DEL CAPITAL DE ENDESA EMPLEANDO EL FCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	20,80	12,35	18,20	17,35	12,10	13,11
2	23,50	13,21	20,20	19,16	12,92	14,09
3	27,42	14,26	22,94	21,58	13,93	15,30
4	33,89	15,58	27,01	25,08	15,17	16,85
5	48,39	17,29	34,14	30,85	16,78	18,92

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 20
COSTE DEL CAPITAL DE ENDESA EMPLEANDO EL CCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	20,32	11,85	16,81	16,30	11,72	12,49
2	22,88	12,64	18,50	17,87	12,50	13,38
3	26,55	13,60	20,73	19,94	13,43	14,46
4	32,49	14,78	23,90	22,82	14,58	15,82
5	45,06	16,29	28,96	27,28	16,04	17,59

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 21
COSTE DEL CAPITAL DE FCC EMPLEANDO EL FCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	7,61	8,71	1,86	6,42	8,10	15,74
2	7,92	9,13	1,88	6,65	8,45	17,20
3	8,27	9,60	1,90	6,89	8,85	19,10
4	8,67	10,15	1,91	7,15	9,31	21,70
5	9,12	10,79	1,93	7,45	9,84	25,60

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 22
COSTE DEL CAPITAL DE FCC EMPLEANDO EL CCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	18,18	3,77	12,96	17,74	18,24	20,31
2	20,18	3,85	13,92	19,63	20,25	22,88
3	22,92	3,92	15,10	22,20	23,01	26,55
4	26,98	4,01	16,60	25,95	27,11	32,48
5	34,07	4,09	18,60	32,29	34,31	45,04

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 23
COSTE DEL CAPITAL DE REPSOL-YPF EMPLEANDO EL FCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	7,72	7,67	1,51	12,00	11,06	21,14
2	8,04	7,99	1,52	12,82	11,75	23,94
3	8,40	8,35	1,53	13,80	12,56	28,04
4	8,81	8,75	1,54	15,02	13,55	34,91
5	9,28	9,21	1,55	16,59	14,78	51,00

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 24
COSTE DEL CAPITAL DE REPSOL-YPF EMPLEANDO EL CCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	12,12	5,50	8,27	12,59	11,08	21,80
2	12,96	5,66	8,64	13,49	11,77	24,80
3	13,96	5,83	9,06	14,60	12,58	29,26
4	15,22	6,02	9,54	15,98	13,57	36,97
5	16,83	6,22	10,10	17,80	14,81	56,92

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 25
COSTE DEL CAPITAL DE TELEFÓNICA EMPLEANDO EL FCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	20,75	20,75	16,01	6,29	5,16	6,59
2	23,44	23,44	17,52	6,50	5,30	6,82
3	27,33	27,33	19,49	6,73	5,45	7,08
4	33,75	33,75	22,22	6,99	5,61	7,36
5	48,04	48,04	26,38	7,27	5,79	7,68

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 26
COSTE DEL CAPITAL DE TELEFÓNICA EMPLEANDO EL CCF
(%)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	21,28	18,76	18,38	13,22	4,82	6,37
2	24,13	20,90	20,44	14,22	4,84	6,43
3	28,29	23,87	23,25	15,46	4,86	6,65
4	35,34	28,37	27,46	17,04	4,87	6,78
5	52,16	36,60	34,93	19,17	4,89	6,89

FUENTE: Elaboración propia.

das bajo la propuesta presentada, tanto para el caso del FCF como para el CCF, lo cual nos podría servir de justificación de la variación de ambas tasas. Así pues, la relación que estimamos para el conjunto fue del tipo:

$$\Delta \ln [K_{t,i}] = a + b \cdot \Delta \ln [e_{t,i}] \quad [\text{XXIV}]$$

Donde K es el coste del capital obtenido, en el instante t y para la entidad i, mientras que e es el grado de apalanca-

miento o endeudamiento. La técnica de estimación será lógicamente la de datos de panel.

Los resultados obtenidos fueron los que aparecen en los cuadros 28 y 29.

VALORACIÓN DE EMPRESAS...

CUADRO 27
COMPARATIVA DEL COSTE DE CAPITAL EMPLEANDO EL FCF Y EL CCF

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Altadís	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$
Banco Popular	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$
Cortefiel	$K_{FCF} \equiv K_{CCF}$	$K_{FCF} \equiv K_{CCF}$	$K_{FCF} \equiv K_{CCF}$	$K_{FCF} \equiv K_{CCF}$	$K_{FCF} \equiv K_{CCF}$	$K_{FCF} \equiv K_{CCF}$
Endesa	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF} (*)$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$
FCC	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$
Repsol-YPF	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$
Telefónica	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} < K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$	$K_{FCF} > K_{CCF}$

(*) Sólo en algunos de los vencimientos.

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 28
PARÁMETROS ESTIMADOS EN LA REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA EL CASO DEL FCF

	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
b	-0,1367	-0,1484	-0,1642	-0,1875	-0,2274
Test	-0,6669	-0,6999	-0,7441	-0,8069	-0,9045
Significación (%)	62,56	61,12	59,28	56,78	53,19

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 29
PARÁMETROS ESTIMADOS EN LA REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA EL CASO DEL CCF

	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
b	-0,0129	-0,0171	-0,0231	-0,0324	-0,0479
Test	-0,0642	-0,0814	-0,1047	-0,1377	-0,1845
Significación (%)	95,92	94,83	93,36	91,29	88,38

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 30
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO DEL FCF DE ALTADÍS

Altadís	B. Popular	Cortefiel	Endesa	Repsol -YPF	Telefónica
Beta	-0,0367	0,5129	0,0319	0,0560	0,0674
Error típico	-0,7487	10,4500	0,6500	1,1413	1,3723
Significación (%)	48,78	0,01	54,43	30,54	22,83

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 31
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO DEL CCF DE ALTADÍS

Altadís	B. Popular	Cortefiel	Endesa	Repsol -YPF	Telefónica
Beta	0,1420	0,3869	0,0139	0,0181	0,0222
Error típico	3,0809	8,3960	0,3009	0,3918	0,4826
Significación (%)	2,74	0,04	77,56	71,14	64,98

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 32
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO DEL FCF DEL BANCO POPULAR

B. Popular	Altadís	Cortefiel	Endesa	Repsol -YPF	Telefónica
Beta	-4,6047	5,1519	0,0789	-0,1300	0,1446
Error típico	-5,0041	5,5988	0,0858	-0,1412	0,1572
Significación (%)	0,41	0,25	93,50	89,32	88,13

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 33
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO DEL CCF DEL BANCO POPULAR

B. Popular	Altadís	Cortefiel	Endesa	Repsol -YPF	Telefónica
Beta	-11,3803	13,5149	-0,7388	-0,0133	0,0030
Error típico	-4,4635	5,3007	-0,2898	-0,0052	0,0012
Significación (%)	0,66	0,32	78,36	99,61	99,91

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 34
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO DEL FCF DE CORTEFIEL

Cortefiel	Altadís	B. Popular	Endesa	Repsol -YPF	Telefónica
Beta	0,9086	0,1016	0,0143	0,0577	-0,0043
Error típico	45,9018	5,1314	0,7227	2,9131	-0,2162
Significación (%)	0,00	0,37	50,23	3,33	83,74

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 35
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO DEL CCF DE CORTEFIEL

Cortefiel	Altadís	B. Popular	Endesa	Repsol -YPF	Telefónica
Beta	0,8959	0,0375	0,0452	0,0226	0,0098
Error típico	55,4159	2,3164	2,7954	1,3968	0,6045
Significación (%)	0,00	6,84	3,82	22,13	57,19

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 36
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO
DEL FCF DE ENDESA

Endesa	Altadis	B. Popular	Cortefiel	Repsol -YPF	Telefónica
Beta	-3,6978	0,5299	4,8707	-0,5876	0,0075
Error típico	-1,1236	0,1610	1,4800	-0,1785	0,0023
Significación (%)	31,22	87,84	19,89	86,53	99,83

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 37
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO
DEL CCF DE ENDESA

Endesa	Altadis	B. Popular	Cortefiel	Repsol -YPF	Telefónica
Beta	-8,7742	-0,4642	10,2484	-0,0050	0,2099
Error típico	-4,2509	-0,2249	4,9651	-0,0024	0,1017
Significación (%)	0,81	83,10	0,42	99,81	92,30

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 38
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO
DEL FCF DE REPSOL-YPF

Repsol-YPF	Altadis	B. Popular	Cortefiel	Endesa	Telefónica
Beta	-9,6786	-0,4790	10,7809	-0,3226	-0,1781
Error típico	-6,1209	-0,3030	6,8180	-0,2040	-0,1126
Significación (%)	0,17	77,41	0,10	84,64	91,47

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 39
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO
DEL CCF DE REPSOL-YPF

Repsol-YPF	Altadis	B. Popular	Cortefiel	Endesa	Telefónica
Beta	-12,3989	-0,0217	13,3112	-0,0131	-0,6027
Error típico	-3,4481	-0,0060	3,7018	-0,0036	-0,1676
Significación (%)	1,83	99,54	1,40	99,72	87,35

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 40
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO
DEL FCF DE TELEFÓNICA

Telefónica	Altadis	B. Popular	Cortefiel	Endesa	Repsol -YPF
Beta	2,3296	1,7818	-2,6736	0,0137	-0,5953
Error típico	0,5125	0,3920	-0,5882	0,0030	-0,1310
Significación (%)	63,01	71,12	58,20	99,77	90,09

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 41
PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN PARA EL CASO
DEL CCF DE TELEFÓNICA

Telefónica	Altadis	B. Popular	Cortefiel	Endesa	Repsol -YPF
Beta	-8,1777	0,0073	8,4478	0,8000	-0,8838
Error típico	-1,6257	0,0014	1,6794	0,1590	-0,1757
Significación (%)	16,49	99,89	15,39	87,99	86,74

FUENTE: Elaboración propia.

Como puede observarse en los cuadros 28 y 29, sólo es significativa la *ratio* de endeudamiento cuando se emplea el CCF, más cuanto menor es el plazo. Esto resulta lógico ya que el pasivo exigible interviene directamente (variación deuda) e indirectamente (intereses) en la estimación del CCF; además, la disminución del grado de significación al aumentar el plazo se justifica por el hecho de que la estructura financiera de la empresa (nivel de apalancamiento) es menos predecible a largo plazo, ya que dependerá de otros condicionantes como son las necesidades financieras futuras y el tipo de interés esperado.

Finalmente, y dado que el CAPM no resulta aplicable, determinamos la relación que pudiera existir entre las empresas analizadas, con el objetivo de identificar situaciones similares. Para ello estimamos la relación:

$$K_{t,i} - R_f = \underbrace{\sum_{j \neq i} \sum_t \beta_j (K_{t,j} - R_f)}_{\text{mercado}} + \underbrace{\varepsilon_{t,i}}_{\text{crédito}} \quad [XXV]$$

Donde K es el coste de capital estimado bajo la propuesta, Rf es la tasa libre de riesgo y t representa cada uno de los vencimientos de los flujos de caja, siendo j cada una de las compañías. Los resultados obtenidos, tanto empleando el coste calculado a partir del FCF como del CCF, fueron los recogidos en los cuadros 30-41.

CONCLUSIONES

Como principales conclusiones de este trabajo podemos destacar las siguientes:

■ La metodología propuesta supera el problema que se presenta en el CAPM al

estimar el coste del capital cuando los flujos esperados son negativos. Lo que hasta ahora, en la práctica, cuando el mercado era bajista, es decir, el rendimiento del mercado era negativo o menor que la tasa libre de riesgo, se subsanaba aumentando el número de años de observación para que la rentabilidad del mercado fuese siempre positiva y mayor que la tasa libre de riesgo.

■ Comprobamos que el nivel de apalancamiento de las empresas estudiadas, medido a través de la *ratio* de endeudamiento (e), sólo influye en el valor de éstas cuando se estima para el conjunto del pasivo, esto es, cuando se emplea el CCF; no ocurre así cuando se pretende valorar la capacidad de generar recursos en el desarrollo de la actividad principal (FCF).

■ La metodología propuesta estima una estructura temporal del coste del capital,

es decir, una tasa para cada vencimiento, como sucede para el tipo de interés libre de riesgo, lo que permite superar el inconveniente de utilizar una tasa única (estructura temporal plana) como coste de capital de cualquier proyecto, con independencia del plazo.

■ Esta propuesta permite determinar la prima de riesgo para cada plazo, mediante la comparación de las tasas obtenidas con los tipos de interés libres de riesgo de los vencimientos correspondientes. Así, a modo de ejemplo, para el año 2000, en lo relativo a la actividad principal (tasas según el FCF), véase gráfico 2.

■ Finalmente, a partir de la relación existente entre las primas de riesgo de las empresas estudiadas, obtenidas de la diferencia entre el coste del pasivo determinado y la tasa libre de riesgo, pudimos comprobar cómo existe cierta relación entre las mismas, pero con diferente significación según se emplee la tasa obtenida del FCF o del CCF (tablas 30-40); lo cual nos hace pensar en la posibilidad de simular comportamientos en el futuro de los FCF y de los CCF según el nivel de significación obtenido. Esto puede resultar de especial interés para desarrollar procesos de simulación del tipo Cash Flow at Risk, dada la escasez de información contable disponible para cada empresa (un dato al año), pudiéndose así completar ésta con la de otras entidades que hayan mostrado una clara relación con la empresa estudiada.



NOTAS

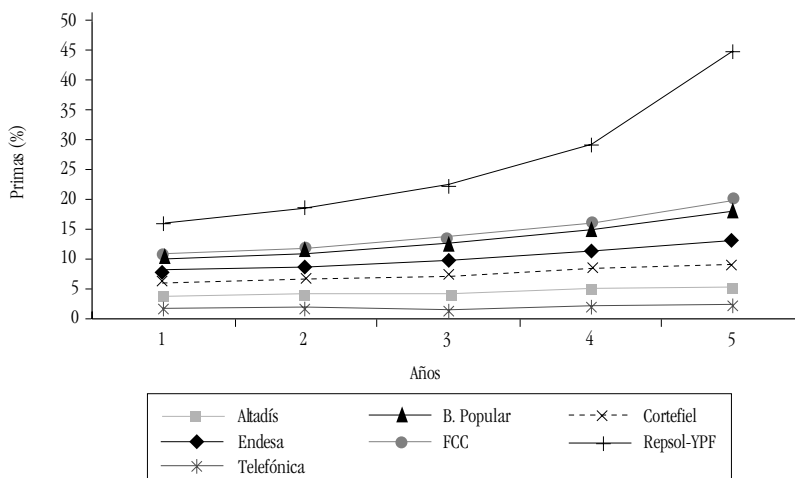
(1) Esta simulación la realizamos en tiempo discreto asumiendo una distribución normal con media y desviación iguales a los de los *cash-flows* estimados para cada compañía, tanto Free Cash-Flow como Capital Cash-Flow.

•••••
ANEXO 1

En una combinación lineal de *cash-flows* como:

$$x \bullet Cf_t \geq 0 \quad [A.I]$$

GRÁFICO 2
ESTRUCTURA TEMPORAL DE LAS PRIMAS DE RIESGO PARA EL AÑO 2000



FUENTE: Elaboración propia.

diremos que un vector x en \mathfrak{R}^n es una oportunidad de arbitraje si $x \bullet Cf_t \geq 0$ con probabilidad uno para todo $t = 0, 1, \dots, T$, donde \bullet representa el producto escalar usual; mientras que p sería la probabilidad de que exista un $t^* \in \{0, 1, \dots, T\}$ de forma que $x \bullet Cf_{t^*} > 0$, esto es, estrictamente mayor que cero. Nótese que la existencia de oportunidades de arbitraje la podemos escribir para el modelo binomial propuesto como:

$$\sum_{t=0}^T \binom{t}{i} \cdot p^i \cdot (1-p)^{t-i} \cdot \left[\sum_{k=1}^n x_k \cdot Cf_0^{(k)} \cdot (u^i \cdot d^{t-i}) \right] \quad [A.II]$$

$i = 0, 1, \dots, t$

La expresión matricial que incluya en el total de flujos de caja del mercado sería:

$$A_{CF} \bullet x \geq 0 \quad [A.III]$$

siendo la matriz:

$$A_{CF} = \begin{bmatrix} Cf_0^{(1)} & Cf_0^{(2)} & \dots & Cf_0^{(n)} \\ p \cdot Cf_1^{(1)}(u) & p \cdot Cf_1^{(2)}(u) & \dots & p \cdot Cf_1^{(n)}(u) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (1-p)^T \cdot Cf_T^{(1)}(d^T) & (1-p)^T \cdot Cf_T^{(2)}(d^T) & \dots & (1-p)^T \cdot Cf_T^{(n)}(d^T) \end{bmatrix} \quad [A.IV]$$

donde el elemento $Cf_t^{(i)}$ de la matriz A_{CF} representaría el posible valor del *cash-flow* en el instante t y recorrido simulado i .

Entonces, a partir del Teorema de la Alternativa, o bien el sistema:

$$\begin{matrix} A_{CF} \bullet y \geq 0 \\ A_{CF} \bullet y \neq 0 \end{matrix} \quad [A.V]$$

tiene una solución y en \mathfrak{R}^n , o bien el sistema:

$$\begin{matrix} A_{CF} \bullet K = 0 \\ A_{CF} \bullet K > 0 \end{matrix} \quad [A.VI]$$

tiene una solución K en \mathfrak{R}^n de columnas de A' , pero ambos sistemas no pueden tener solución al mismo tiempo, es decir, bien existen oportunidades de arbitraje (y), o bien existe un vector de parámetros que permiten una combinación lineal estrictamente positiva y definida como:

$$K = [K_0(1), K_1(u), K_1(d), \dots, K_T(d^T)] \quad [A.VII]$$

con lo que conocidos los valores de los flujos de caja en el instante $t=0$, entonces el valor actual de un flujo sería:

$$-Cf_0^{(k)}(1) = \sum_{t=0}^T \sum_{i=0}^t \binom{t}{i} \cdot p^i \cdot (1-p)^{t-i} \cdot Cf_0^{(k)} \cdot (u^i \cdot d^{t-i}) \cdot \frac{K_t(u^i \cdot d^{t-i})}{K_0(1)} \quad [A.VIII]$$

$k = 1, 2, \dots, n$

Donde los componentes de este vector K representan las tasas de actualización estocásticas libres de oportunidades de arbitraje.

La expresión [A.VIII] supone que si consideramos que:

$$Pr[Cf_t] = Pr[Cf_0 \cdot (u^i \cdot d^{t-i})] = Pr[K_t(u^i \cdot d^{t-i})] \quad [A.IX]$$

obtenemos:

$$-Cf_0^{(k)}(1) = \sum_{t=0}^T E \left[\Phi_t^{(k)}(u^i \cdot d^{t-i}) \cdot \frac{K_t(u^i \cdot d^{t-i})}{K_0(1)} \right] \quad [A.X]$$

CUADRO 42 FCF SIMULADO PARA ALTADÍS						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-27,65	-33,12	-75,13	-22,16	-13,26	-16,50
1	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
2	1,21	0,93	1,17	0,90	0,85	1,21
3	1,36	0,78	1,29	0,72	0,61	1,36
4	1,54	0,64	1,42	0,56	0,40	1,53
5	1,74	0,53	1,56	0,43	0,26	1,72

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 43 FCF SIMULADO PARA BANCO POPULAR						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-135,71	-150,25	-67,91	-66,90	-62,65	-37,10
1	-0,89	-0,89	-0,89	-0,89	-0,89	-0,89
2	12,46	6,87	0,61	1,85	4,76	4,98
3	-21,48	-11,52	-0,39	-2,59	-7,76	-6,68
4	164,55	52,00	0,24	4,25	25,76	27,08
5	-397,09	-116,30	-0,14	-6,52	-53,68	-49,06

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 44 FCF SIMULADO PARA CORTEFIEL						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-19,11	-23,08	-18,27	-23,50	-26,02	-17,70
1	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14
2	0,20	0,07	0,05	0,12	0,10	0,01
3	-5,17E-02	-1,52E-02	-9,95E-03	-3,02E-02	-2,51E-02	-1,27E-03
4	4,36E-02	5,14E-03	2,56E-03	1,65E-02	1,20E-02	1,11E-04
5	-1,53E-02	-1,41E-03	-6,14E-04	-5,33E-03	-3,73E-03	-9,38E-06

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 45 FCF SIMULADO PARA ENDESA						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-10,58	-13,59	-16,83	-24,25	-19,31	-18,15
1	-1,89	-1,88	-1,89	-1,89	-1,88	-1,89
2	5,60	2,69	4,35	4,53	2,72	2,99
3	-14,41	-3,48	-9,70	-10,40	-3,58	-4,58
4	38,60	4,28	21,73	24,05	4,51	6,96
5	-102,20	-5,11	-48,68	-55,55	-5,55	-10,56

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 46 FCF SIMULADO PARA FCC						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-58,24	-71,22	-36,48	-34,40	-19,50	-20,20
1	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
2	4,62	3,55	3,67	3,91	3,51	3,97
3	9,89	5,27	5,77	6,84	5,09	7,07
4	21,17	7,42	8,79	11,86	6,94	12,50
5	45,31	10,17	13,23	20,54	9,12	22,06

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 47 FCF SIMULADO PARA REPSOL-YPF						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-24,31	-29,51	-39,97	-16,17	-21,90	-17,02
1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
2	4,24	2,69	4,79	3,96	0,15	18,71
3	1,56	0,99	1,77	1,46	0,05	6,92
4	18,11	7,33	23,10	15,78	0,03	350,69
5	9,92	3,98	12,67	8,64	0,01	194,04

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 48 FCF SIMULADO PARA TELEFÓNICA						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-10,46	-18,00	-27,92	-13,61	-23,58	-17,60
1	1,69	1,70	1,70	1,69	1,69	1,70
2	3,86	3,28	3,86	2,38	2,39	2,16
3	8,21	6,26	8,23	3,21	3,24	2,45
4	17,75	11,96	17,78	4,28	4,36	2,61
5	38,22	22,85	38,30	5,70	5,85	2,67

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 49 CCF SIMULADO PARA ALTADÍS						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-29,76	-34,64	-77,41	-24,95	-42,63	-35,22
1	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
2	1,28	1,01	1,25	0,98	0,92	1,30
3	1,48	0,87	1,41	0,80	0,69	1,51
4	1,71	0,74	1,58	0,64	0,48	1,76
5	1,98	0,63	1,78	0,51	0,32	2,05

FUENTE: Elaboración propia.

Donde Φ es la distribución de probabilidad subjetiva seguida por los *cash-flow*, con lo cual, la expresión del valor de la empresa en términos de valor esperado puede expresarse como:

$$V_0 = E_0^Q(cf) = \frac{cf}{1 + Rf} = E_0^P(cf^*) = \frac{cf^*}{1 + K} \quad [A.XI]$$

Siendo $E(\cdot)$ el valor esperado, Q denota la probabilidad riesgo neutral o martingala, Rf es

la tasa de interés libre de riesgo, cf el *cash-flow* futuro riesgo neutral, P una probabilidad subjetiva, cf^* el *cash-flow* futuro estimado bajo la probabilidad P , y K el coste del pasivo libre de oportunidades arbitraje.

VALORACIÓN DE EMPRESAS...

CUADRO 50
CCF SIMULADO PARA BANCO POPULAR

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-141,68	-156,58	-74,24	-74,36	-70,87	-39,67
1	-2,22	-2,215	-2,22	-2,22	-2,22	-2,22
2	7,69	8,95818	3,68	4,62	7,07	7,09
3	-23,20	-28,817	-5,45	-9,58	-20,47	-20,55
4	72,79	100,129	7,56	19,88	60,69	61,04
5	-225,79	-338,55	-10,09	-41,25	-178,81	-180,15

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 51
CCF SIMULADO PARA CORTEFIEL

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-19,57	-23,50	-18,80	-24,17	-26,36	-18,07
1	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
2	0,20	0,06	0,04	0,12	0,09	0,01
3	-3,83E-02	-1,15E-02	-7,35E-03	-2,23E-02	-1,79E-02	-5,45E-04
4	4,06E-02	4,46E-03	2,06E-03	1,46E-02	9,78E-03	3,69E-05
5	-1,12E-02	-1,05E-03	-4,39E-04	-3,83E-03	-2,49E-03	-2,45E-06

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 52
CCF SIMULADO PARA ENDESA

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-11,76	-15,02	-18,33	-24,91	-20,79	-19,62
1	-1,72	-1,72	-1,72	-1,72	-1,72	-1,72
2	5,14	2,25	3,84	4,04	2,29	2,55
3	-12,58	-2,67	-8,14	-8,80	-2,78	-3,69
4	32,87	3,02	17,40	19,50	3,24	5,31
5	-84,01	-3,33	-37,14	-43,07	-3,71	-7,65

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 53
CCF SIMULADO PARA FCC

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-70,34	-84,40	-50,63	-38,79	-24,78	-22,97
1	2,88	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
2	7,78	6,46	6,43	6,69	6,26	6,67
3	20,94	13,24	13,06	14,58	12,09	14,50
4	56,34	26,15	25,48	31,12	21,96	30,83
5	151,56	50,71	48,73	65,94	38,38	65,04

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 54
CCF SIMULADO PARA REPSOL-YPF

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-24,88	-30,27	-40,42	-21,81	-60,18	-29,10
1	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
2	4,29	2,77	4,95	4,06	0,22	18,69
3	3,00	1,95	3,47	2,84	0,11	13,23
4	18,90	8,02	25,07	17,02	0,06	351,74
5	19,19	8,03	25,61	17,23	0,03	370,44

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 55
CCF SIMULADO PARA TELEFÓNICA

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
0	-11,74	-19,23	-29,27	-15,00	-25,00	-18,39
1	1,95	1,96	1,95	1,96	1,95	1,96
2	4,72	4,10	4,69	3,13	3,10	2,87
3	10,97	8,58	10,87	4,76	4,66	3,75
4	25,70	17,92	25,34	7,14	6,91	4,61
5	60,13	37,46	59,04	10,67	10,18	5,44

FUENTE: Elaboración propia.

En consecuencia, si cada componente de K representa un factor de actualización, podemos determinar las tasas libres de oportunidades de arbitraje a partir de la expresión:

$$\left\{ \frac{K_t(u^t \cdot d^{t-1})}{K_0(1)} \right\} \quad [A.XII]$$

La cuestión ahora radica en qué procedimiento computacional podemos emplear para calcular el sistema de ecuaciones planteado:

$$\begin{aligned} A_{CF} \cdot x &\geq 0 \\ A_{CF} \cdot x &\neq 0 \end{aligned} \quad [A.XIII]$$

Es fácil comprobar que dicho sistema es equivalente a:

$$\begin{aligned} A_{CF} \cdot x &\geq 0 \\ -(A'_{CF} \cdot H) \cdot x &< 0 \end{aligned} \quad [A.XIV]$$

siendo:

$$H = [1 \dots 1]' \quad [A.XV]$$

Una forma de resolver este último sistema [A.XIV] es recurrir a considerar el problema como de mínimos cuadrados acotados:

$$\min_{x \geq 0} \|A_{CF}' \cdot x^* + A_{CF}' \cdot H\|^2 \quad [A.XVI]$$

Es conocido que este problema siempre tiene solución.

De este modo, si la solución fuese:

$$y = A_{CF}' \cdot x^* + A_{CF}' \cdot H \neq 0 \quad [A.XVII]$$

entonces, y representará una oportunidad de arbitraje.

Pero si, por el contrario, fuera:

$$K = A_{CF}' \cdot x^* + A_{CF}' \cdot H = 0 \quad [A.XVIII]$$

entonces, K permitirá construir un vector formado por las tasas de actualización estocásticas libres de oportunidades de arbitraje.

ANEXO 2

Los FCF por acción simulados esperados o promedios se indica en los cuadros 42-48.

Por su parte, los CCF por acción simulados esperados resultaron ser los recogidos en los cuadros 49-55.

