

MODELIZACIÓN MATEMÁTICA DE LA VALORACIÓN BURSÁTIL - CASO DE EMPRESAS COLOMBIANAS

MATHEMATICAL MODELLING OF THE SECURITIES COLOMBIAN BUSINESS CASE

MARTÍN DARIO ARANGO

Escuela de Ingeniería de la Organización, Universidad Nacional de Colombia, mdarango@unalmed.edu.co

GIOVANNY PEREZ

Escuela de Ingeniería de la Organización, Universidad Nacional de Colombia, gperez@unalmed.edu.co

KARLA CRISTINA ALVAREZ

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, kcalvare@unalmed.edu.co

Recibido para revisar julio 28 de 2008, aceptado noviembre 12 de 2008, versión final noviembre 18 de 2008

RESUMEN: En este artículo se muestra la obtención de ecuaciones explicativas del valor bursátil de un conjunto de empresas Colombianas, las cuales se han seleccionado en razón de su importancia relativa en la generación de los índices de bolsa en el que se negocian, en especial COL20 (Índice de rentabilidad o liquidez que refleja las variaciones de los precios de las 20 acciones más liquidas de la Bolsa de Valores de Colombia) y el IGBC (Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia), a partir de la información económico-financiera suministrada por la Superintendencia de Valores de Colombia. Mediante la combinación del análisis factorial de componentes principales y regresión múltiple se han calculado ecuaciones de valoración fundamental de empresas, sintetizando la información disponible por el mercado y evitando el frecuente problema de la multicolinealidad. De esta forma, además de los métodos convencionales, se cuenta con otro criterio adicional de valoración de empresas, siendo útil en las salidas a bolsa, en los procesos de concentración o para la gestión financiera de estas empresas.

PALABRAS CLAVE: Valoración de empresas, modelos econométricos, empresas Colombianas, análisis bursátil.

ABSTRACT: In this article shows obtaining equations explanatory market capitalization of a set of Colombian companies, which have been selected because of their relative importance in generating rates in the bag that are traded, and in particular COL20 (Index of profitability or liquidity that reflects variations in prices of the 20 most liquid shares of Colombia Stock Exchange) and IGBC (General Index of Colombia Stock Exchange), from the financial resources provided by the Colombia of values superintendence. Through a combination of principal components analysis and multiple regression equations have been estimated valuation of key enterprises, synthesizing information available on the market and avoiding the frequent problem of multicolinealidad. Thus, in addition to conventional methods, there is other additional criterion for evaluating companies, being useful in IPOs, in the process of concentration or for the financial management of these companies.

KEYWORD: Rating firms, econometric models, Colombian firms, securities analysis.

1. INTRODUCCIÓN

La teoría financiera contemporánea señala como objetivo prioritario de la empresa la maximización de su valor para los propietarios.

En una sociedad anónima, el valor de mercado de la compañía puede ser aproximado por el precio de sus acciones, que a su vez anticipa y

refleja las decisiones de inversión, financiación y dividendos. Por lo tanto, y asumiendo la hipótesis de que el mercado de capitales funciona con perfección, el valor de las acciones es un parámetro a tener en consideración en la dirección de la empresa, la determinación de los resultados y la asignación eficiente de los recursos [1]. Dicho objetivo puede concretarse en la maximización de la diferencia entre el valor de la empresa y el capital invertido por los propietarios [2], en la creación de valor para los accionistas.

El objetivo creación de valor permite solucionar el tradicional problema de agencia, concediendo a los propietarios del capital la mayor importancia dentro de la empresa, con lo que se incentiva la orientación de la actividad hacia la maximización de su riqueza, es decir, la creación de valor para los accionistas [3].

En la valoración de empresas se han desarrollado principalmente dos modelos: Los modelos de descuento de flujos de caja [4] y la valoración de mercado. El primero de ellos, concede la importancia a los retornos o rendimientos líquidos de la empresa y la capacidad interna de la misma para generar futuros resultados. El segundo, menos dependiente de hipótesis restrictivas en cuanto a la estimación de los flujos de caja libre, valor de continuación y tasa de descuento, considera la valoración externa de la empresa por parte del mercado como la mejor aproximación a su valor económico.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VALORACIÓN DE EMPRESAS

Debido a la importancia de conocer el valor de una empresa, como herramienta de gestión y objetivo a maximizar de acuerdo con la moderna teoría financiera, y unido al hecho de la inexistencia de un mercado organizado de compra-venta de empresas (a excepción de las empresas que cotizan en bolsa, de las que se puede conocer el valor de capitalización bursátil), es necesario su determinación y para ello existe una variada metodología, sin que se

haya llegado a un estándar aceptado unánimemente por los autores en valoración.

Los métodos convencionales de valoración de empresas son procesos generalmente complejos, y sometidos a continuas críticas y revisiones, que toman como base la información económico-financiera de las entidades. Estos métodos se pueden clasificar en tres grandes grupos, según el valor perseguido.

1. *Métodos basados en la información contable*: Los métodos de valoración de empresas que emplean conceptos procedentes de la contabilidad tienen su fundamento en el cálculo del valor patrimonial, como diferencia entre el activo y el exigible. La valoración resultante está basada en los precios históricos de los activos, de forma que no refleja adecuadamente la situación real, y menos aun las expectativas de rentabilidad futura[5].
2. *Métodos basados en el descuento de resultados*: Calculado a partir del valor actual de los resultados que se espera genere la empresa durante un determinado horizonte temporal [6].

El valor de rendimiento se considera como un valor global que depende de dos factores: Uno tangible -medido por el valor sustancial- y otro intangible -representado por el goodwill que explicaría la previsible obtención de unos resultados distintos (mayores o menores) de los que se conseguirían de acuerdo con lo que sería normal para una empresa similar, en el mismo sector de actividad [7].

3. *Métodos basados en la información bursátil*: Se basan en la obtención de un valor de capitalización bursátil de las empresas que cotizan en los mercados de valores. Este método en principio estaría reservado a las sociedades anónimas cuyas acciones están admitidas a cotización en bolsa [8]. Se ha presentado tres líneas principales: Las Hipótesis de Eficiencia del Mercado, el CAPM (Capital Asset Pricing

Model) y el APT (Arbitraje Pricing Theory).

En este sentido, se destacan las investigaciones de Fama [9], Ou y Penman [10], Fama y French [11] y Lev y Thiagarajan [12]. Respecto al Capital Asset Pricing Model (CAPM) formulado por Sharpe [13] y que plantea una regresión entre los rendimientos de un título frente a los del mercado, donde la pendiente de la recta de regresión (denominada beta) representa el riesgo sistemático, siendo ésta la única medida del riesgo necesaria para explicar el rendimiento esperado de un título. Investigaciones posteriores han encontrado otras variables explicativas.

La Teoría del Arbitraje se desarrolla sobre la base del concepto "arbitraje" introducido por Miller y Modigliani [14] y El APT propuesto por Ross [15] y desarrollado posteriormente por otros autores, asume que el rendimiento de un título i puede determinarse mediante un modelo factorial identificable empíricamente mediante estudios de tipo econométrico (1):

$$E(R)_i = a + b_{i1}F_1 + b_{i2}F_2 + \dots + b_{in}F_n + e \quad (1)$$

Donde "a" es el rendimiento independiente de los factores, "b_{ij}" la sensibilidad del valor ante los cambios esperados del factor j , representados por los "F_j" (producción industrial, inflación, estructura temporal de los tipos de interés, etc...) y e el error o perturbación aleatoria.

3. EL VALOR BURSÁTIL COMO VALOR DE MERCADO DE UNA EMPRESA

En los modelos econométricos de valoración bursátil la variable a explicar es la cotización de la acción referida a un determinado momento o período de tiempo, que multiplicado por el número de acciones genera el valor bursátil de una empresa, que puede considerarse como un estimador del valor de mercado de la empresa.

No obstante, no se debe confundir el valor bursátil de una empresa con su valor de mercado, ya que un posible adquirente deberá pagar en ocasiones y dependiendo del volumen de títulos, un precio superior a la cotización por las acciones de la empresa que pretende adquirir, es decir, deberá pagar una prima [16]. Por lo tanto, el valor de

mercado (VM) de una empresa que cotiza en bolsa puede expresarse [17] como la suma de dos componentes: El valor bursátil (VB), y el valor complementario de control (VC): $VM = VB + VC$.

3.1 Formulación Del Modelo General Del Valor Bursátil En Análisis Fundamental

Las variables explicativas se pueden elegir mediante dos procedimientos diferentes [18]:

- a) A partir de modelos ya formulados teóricamente: El beneficio, el cash flow, el coste de la financiación ajena, el coeficiente de endeudamiento, las expectativas de dividendos o ampliaciones, etc., son algunas de las variables que se consideraran como explicativas en los modelos teóricos.
- b) A partir de una relación exhaustiva de variables que pueden influir en el valor bursátil: Los modelos teóricos pueden aportar, y de hecho aportan, una primera selección de variables explicativas del valor bursátil. Pero en un mercado tan sumamente complejo como lo es el mercado de valores, circunscribirse a modelos teóricos ya formulados, por muy conceptualmente amplios que parezcan, puede ser una restricción a priori, ya que, como es conocido, una teoría por muy compleja que sea, es incapaz de recoger todos los aspectos de la realidad en cada contexto espacial y temporal. Por ello, puede ser operativo elaborar una relación lo más amplia posible de variables que puedan influir, a priori, en el valor bursátil de una acción, tanto variables que afectan a la propia empresa como aquellas de carácter global que se refieren a su entorno, a la situación general de la economía.

El modelo general inicial (2) quedaría formulado de la siguiente manera:

$$VB = b_0 + b_1V_1 + b_2V_2 + \dots + b_nV_n + e \quad (2)$$

Donde:

VB: Valor bursátil medio del último trimestre

- b_i : Son los coeficientes de la regresión
 V_i : Son las variables explicativas; $i = 1, 2, \dots, n$
 e : Es el error o perturbación aleatoria (residuo).

Se considerará que la información sobre las variables explicativas es válida para justificar el comportamiento del mercado durante el período siguiente a su publicación y hasta el momento en que aparezca una nueva información sobre dichas variables. Así, la variable valor bursátil se calcula como la media del último trimestre del año de cierre del ejercicio, en función de los datos definitivos de ese ejercicio y será válida durante el ejercicio siguiente, aunque las empresas que cotizan en bolsa presentan información contable provisional con carácter trimestral y semestral.

Algunas variables aportan información redundante, y por lo tanto, su cálculo es prescindible. Además, en el modelo restringido buscado no se deben incluir variables altamente correlacionadas entre sí, a pesar de presentar una elevada correlación con la variable a explicar, valor bursátil. Si no se tiene en cuenta esta condición, los modelos de valoración basados en una regresión múltiple con elevado grado de multicolinealidad pueden contener coeficientes carentes de sentido [19]. En estos casos la probabilidad de obtener alguna inferencia útil del modelo es prácticamente nula. Por ello, la utilización del análisis de regresión en la valoración bursátil debe tener en cuenta el problema de la selección de las variables independientes bajo dos condiciones: Aumentar el coeficiente de determinación y reducir la correlación entre variables explicativas.

3.2 Análisis Factorial De Componentes Principales

Para la selección de variables en el análisis de regresión, se utiliza el análisis factorial de componentes principales.

Mediante la técnica de componentes principales se trata de sintetizar al máximo la información, con el criterio de pérdida mínima de capacidad explicativa en cuanto a la varianza total de los datos. Es frecuente que unas pocas variables

(canónicas) expliquen una proporción muy elevada de la varianza, con lo que la reducción de dimensionalidad conseguida es considerable. Con el análisis factorial se agrupan las variables en factores, pudiéndose explicar estos como combinación lineal de las variables. Cada variable queda asignada a un único factor, aquel con el que está más correlacionada. Los factores normalmente se someten a un proceso denominado rotación. Los factores rotados son combinaciones lineales de los originales y por lo tanto de las variables de partida. La rotación se realiza buscando la situación idónea en la que cada variable aparece en un solo factor [20].

3.3 Regresión De Componentes Principales

La siguiente etapa consiste en la aplicación del proceso de regresión entre el valor bursátil y cada componente principal, para detectar aquellos factores que son significativos en la explicación del valor bursátil. Desde un punto de vista teórico, una ecuación factorial sería válida para la explicación del valor bursátil, ahora bien, carece de utilidad para el valorador profesional, ya que los factores no son variables observables directamente. Por ello resulta más operativa la obtención de la ecuación simplificada, en la que únicamente una variable por cada factor se debe incluir en los modelos de regresión. Como las variables en cada factor tienden a estar muy correlacionadas entre sí, este procedimiento reduce sistemáticamente la probabilidad de que variables altamente correlacionadas sean incluidas en el modelo final.

Hay diversas alternativas para la elección de estas variables. Algunos autores, como Darling y Thamara [21], recomiendan elegir entre las variables con similar peso en el factor, aquella que presente una correlación simple mayor respecto a la variable dependiente. Esta técnica normalmente es la mejor para obtener un elevado coeficiente de determinación. No obstante, existen otras soluciones para el problema de selección cuando varias alternativas son posibles, por ejemplo, se puede elegir aquella variable cuya medida suponga un menor coste [22].

3.4 Cálculo Del Valor Bursátil (VB)

La aplicación de los criterios expuestos en epígrafes anteriores conduce a una ecuación (o a varias) con las siguientes características, que la hacen óptima para el cálculo del valor bursátil:

- 1) Cuenta con un número suficientemente bajo de variables explicativas para ser operativa.
- 2) Todas las variables son significativas, con un signo que les confiere sentido económico.
- 3) Sin correlación significativa entre sí (ausencia de multicolinealidad).
- 4) Coeficiente de determinación suficientemente elevado para ser útil a efectos de la valoración.

En algunos casos puede ser interesante fraccionar la base de datos en dos subconjuntos con el fin de poder estimar una ecuación para empresas que tengan distinta dimensión y calcular un valor bursátil para grandes empresas y otro para pequeñas y medianas empresas. La conveniencia o no de esta decisión dependerá de la observación del comportamiento de los distintos grupos de empresas frente a la ecuación general y, desde el punto de vista estadístico, está relacionada con el problema de la heteroscedasticidad, pudiendo utilizar para su separación, entre otros, el análisis cluster [23] [24].

4. VALORACIÓN BURSÁTIL DE EMPRESAS COLOMBIANAS QUE COTIZAN EN BOLSA

A efectos de poder aplicar la técnica de valoración analógico bursátil en empresas colombianas, propuesto por Caballer [17] y desarrollado por Caballer y Moya en diversos trabajos relacionados en la bibliografía, se ha seleccionado un grupo de empresas que cotizan en bolsa como se aprecia en las tablas 1 y 2 para los años 2007 y 2008. Estas empresas son representativas y su cotización influye en el índice de la bolsa en el que se negocian, en especial COL20 y el IGBC.

Tabla 1. Relación de empresas COL20 – 2008
Table 1. List of companies COL20 - 2008
(Fuente: Bolsa de Valores de Bogota, mayo 30/ 2008)

Nº	NOMBRE
1	TEXTILES FABRICATO TEJICONDOR S.A
2	ECOPETROL
3	BANCOLOMBIA S.A
4	TABLEROS Y MADERAS CALDAS
5	SURAMERICANA DE INVERSIONES S.A
6	COLTEJER
7	BOLSA DE VALORES COLOMBIA S.A
8	INTERCONEXIÓN ELECTRICA S.A ISA
9	CEMENTOS ARGOS
10	COMPAÑIA COLOMBIANA DE INVERSIONES S.A
11	INVERSIONES ARGOS
12	ACERIAS PAZ DEL RIO
13	ENKA DE COLOMBIA S.A
14	ALMACENES EXITO
15	INTERBOLSA COMISIONISTA DE BOLSA
16	CORPORACIÓN FINANCIERA COLOMBIANA
17	EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTA S.A E.S.P
18	GRUPO NACIONAL DE CHOCOLATES
19	BANCO DE CREDITO S.A HELM FINANCIAL SERVICES
20	AVAL S.A

Tabla 2 . Relación de empresas IGBC – 2008
Table 2. List of companies IGBC - 2008
(Fuente: Bolsa de Valores de Bogota, mayo 30/ 2008)

Nº	NOMBRE
1	ECOPETROL
2	SURAMERICANA DE INVERSIONES S.A.
3	BANCOLOMBIA S.A
4	BANCOLOM PREF ADR 'S
5	TEXTILES FABRICATO TEJICONDOR S.A
6	INTERCONEXION ELECTRICA S.A. ISA
7	CEMENTOS ARGOS
8	TABLEROS Y MADERAS DE CALDAS
9	INVERSIONES ARGOS
10	ACERIAS PAZ DEL RIO
11	ALMACENES EXITO S.A.
12	COMPAÑIA COLOMBIANA DE INVERSIONES S.A.
13	CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA
14	EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTA S.A. E.S.P.
15	BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA S.A.
16	GRUPO NACIONAL DE CHOCOLATES S.A
17	AVAL S.A.
18	INTERBOLSA COMISIONISTA DE BOLSA
19	BCO. DE BOGOTA
20	COLTEJER
21	ENKA DE COLOMBIA S.A.
22	ISAGEN S.A. E.S.P.
23	MINEROS S.A.
24	BANCO DE CREDITO S.A. HELM FINANCIAL SERVICES
25	VALOREM S.A.
26	CORPORACION FINANCIERA COLOMBIANA S.A.
27	BOLSA NACIONAL AGROPECUARIA S.A.

4.1 Descripción De La Base De Datos Y Las Variables

La tabla 3 muestra las variables explicativas que se van a utilizar en el cálculo de la ecuación general de la valoración bursátil, así como su definición. Las variables explicativas recogen los diferentes aspectos de la información económico-financiera pública presente en el mercado: Estructura del balance, rentabilidad, gestión, costes y riesgos.

Tabla 3. Variables explicativas 2007 y 2008
Table 3. Explanatory variables 2007 and 2008

	VARIABLES EXPLICATIVAS		VARIABLES EXPLICATIVAS
F	Facturación	C1(%)	RP/IN
AT	Activo Total	BNF(%)	BN/F
IN	Inmovilizado	C2(%)	ReP/IN
ET	Exigible Total	FP	F/Empleados
RP	Recursos Propios	RAI	F/IN
ReP	Recursos Permanentes	BNRP(%)	Rentabilidad financiera
BB	Beneficio Bruto	RE(%)	Rentabilidad económica
BN	Beneficio Neto	GFE(%)	Gasto Fro/ET
CF	Cash Flow	GPV(%)	Gasto Personal/Vlr. Añadido
GF	Gasto Financiero	GA(%)	Grado de amortización
EA (%)	IN/AT	BNCF(%)	BN/CF
EP(%)	Exig. Total/RP	VAP(%)	Vlr. Añadido / Empleados
EE(%)	Exigible LP/ Exigible CP	BNP	BN/Empleados
RPA(%)	RP/AT	VAF(%)	Vlr. Añadido / F
S(%)	AT/Exigible Total	FA (%)	F/AT
AU(%)	RP/ReP		

4.2 Análisis De Componentes Principales Y Cálculo Del Número Óptimo De Factores

En 2007 la agrupación de variables conduce a ocho factores, que tienen mayor capacidad explicativa que una sola variable por término medio. Con estos factores altamente correlacionados entre sí, se puede explicar el

89,88% de la variabilidad total de la base de datos formada para dicho año.

En 2008 son siete los factores seleccionados, explicando de este modo el 89,33% de la variabilidad total. En las tablas 4 y 5 aparecen los valores propios, la proporción de varianza explicada por cada factor y el porcentaje acumulado resultante del análisis para 2007 y 2008, respectivamente.

Tabla 4. Análisis de componentes principales (2007)
Table 4. Principal component analysis (2007)

Factor	Valores propios	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	8,086	26,083	26,083
2	7,603	24,526	50,609
3	4,452	14,361	64,970
4	2,479	7,996	72,966
5	1,698	5,478	78,444
6	1,310	4,226	82,670
7	1,216	3,922	86,592
8	1,018	3,284	89,876

Tabla 5. Análisis de componentes principales (2008)
Table 5. Principal components analysis (2008)

Factor	Valores propios	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	8,211	26,487	26,487
2	6,547	21,120	47,607
3	4,727	15,250	62,857
4	2,961	9,552	72,408
5	2,356	7,599	80,008
6	1,590	5,130	85,138
7	1,301	4,195	89,334

Determinando el número de factores, se muestran en las tablas 6 y 7 las variables que participan de cada factor. Esta clasificación se ha realizado mediante la rotación varimax de la matriz factorial, para facilitar la interpretación de los factores incorrelacionados y conseguir una mejor asignación de las variables.

Tabla 6. Análisis factorial sobre datos de 2007
Table 6. Factorial Analysis of data the 2007

Vble	Factor							
	1	2	3	4	5	6	7	8
AT	0,980					0,116		
REP	0,970				-0,122	0,132		
RP	0,956			0,163	-0,104	0,176		
ET	0,943			-0,225				
BN	0,907		0,156	0,118		0,306		
CF	0,904		0,156			0,309		
IN	0,813	-0,129	-	-0,116		-0,445		
GF	0,768		0,101	-0,137	-0,198	-0,295	0,180	
F	0,676	-0,118		-0,176	0,529	-0,134	-0,189	0,109
FP		0,995						
VAF		0,994						
VAP		0,994						
BNP		0,986	0,136					
C2		0,980				0,162		
C1		0,968				0,201		
RAI		0,935			0,112		-0,220	
EE	0,323	0,693	-	-0,107	-0,497			0,109
BN			0,179	0,112		0,147		
RP			0,925	0,112		0,147		
S			0,890	0,183		0,243		
BB	0,495		0,582	0,197	0,151		-0,284	0,121
RE		0,172	0,565		0,330	0,165		0,485
GPV		-0,160	-	-0,197	0,139	0,126	0,401	0,408
EP			0,534	-0,943	0,190			
AU		-0,105	0,151	0,907	0,263	0,135		-
RPA	0,105		0,314	0,872	-0,123	0,178		0,158
GFE	0,237	-0,214	-	-0,103	-0,829	0,160	-0,207	0,144
FA	-	-0,200	-	-0,312	0,735		-0,392	
BNF	0,103	0,107	0,204	0,276	0,112	-0,201	0,743	0,228
EA	-	-0,286	-	-0,205		-0,640		
GA		-0,250		0,105				0,843
BN					0,124			-
CF								0,902

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
Método de rotación: Normalización Varimax con Káiser.

Tabla 7. Análisis factorial sobre datos de 2008
Table 7. Factorial Analysis of data the 2008

Vble	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
AT	0,940		0,204	0,128		-0,223	
ET	0,940			0,227	-0,145		
REP	0,923		0,229	0,155		-0,237	
RP	0,904		0,276			-0,273	
CF	0,892				0,338	0,170	-0,128
IN	0,879	-0,123		-0,168		0,173	0,146
BB	0,863				0,160	0,360	0,105
BN	0,832			-0,142	0,418	0,167	-0,176
GF	0,815		-0,101	0,457	-0,203		
F	0,734			-0,378			0,290
C1		0,992					
C2		0,988					
RAI		0,974				0,170	
VAP		0,960	0,164			-0,187	
VAF		0,960	0,164			-0,187	
FP		0,805	0,242		-0,160	-0,477	
RPA	0,162	0,183	0,925	-0,146			
EP	-0,207	-0,153	-0,873	0,219		-0,123	
S			0,798	0,102	0,196	-0,160	0,119
GFE	0,164	-0,124	-0,294	0,821	-0,137	0,136	-0,106
FA		-0,195	-0,413	-0,677	-0,170		
AU			0,537	-0,656	0,274	-0,195	
EE		0,477	-0,157	0,649	-0,251	0,369	
BNCF		-0,180		0,592	-0,432	-0,154	0,235
EA	-0,212	-0,316	-0,299	-0,346	-0,146	0,342	0,304
RE			-0,114	-0,198	0,864	-0,125	0,208
BNF			0,236	-0,164	0,778	0,148	-0,355
BNRP		-0,192	0,438		0,762	0,282	0,116
GPV			-0,215	-0,164		-0,908	
BNP		-0,160	-0,233		0,301	0,837	
GA	0,111						0,936

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
Método de rotación: Normalización Varimax con Káiser.

4.3 Interpretación Económica - Financiera De Los Factores

Cada variable explicativa es asignada a un único factor, precisamente a aquel con el cual tiene una mayor correlación, representada por su carga o peso dentro del factor, tal como aparece en las tablas 8 y 9.

Tabla 8. Asignación de las variables 2007
Table 8. Allocation of variables 2007

Factor 1	AT, ReP, RP, ET, BN, CF, IN, GF, F
Factor 2	FP, VAF, VAP, BNP, C2, C1, RAI, EE
Factor 3	BNRP, S, BB, RE, (-) GPV
Factor 4	(-) EP, AU, RPA
Factor 5	(-) GFE, FA
Factor 6	BNF, (-) EA
Factor 7	GA
Factor 8	(-) BNCF

Tabla 9. Asignación de las variables 2008
Table 9. Allocation of variables 2008

Factor 1	AT, ET, ReP, RP, CF, IN, BB, BN, GF, F
Factor 2	C1, C2, RAI, VAP, VAF, FP
Factor 3	RPA, (-) EP, S
Factor 4	GFE, (-) FA, (-) AU, EE, BNCF, (-) EA
Factor 5	RE, BNF, BNRP
Factor 6	(-) GPV, BNP
Factor 7	GA

Como se puede observar en las tablas anteriores, existe un grupo de variables muy correlacionadas entre sí, las grandes magnitudes del balance y de la cuenta de resultados, que, además presenta una gran estabilidad de un año a otro (factor nº1). También se pueden identificar factores relacionados con la capacidad de endeudamiento (factor nº 4 para datos de 2007 y el nº 3 para datos de 2008). Otro factor que se puede identificar esta asociado a la rentabilidad (factor nº 3 para datos de 2007 y nº5 para datos de 2008). Adicionalmente puede verificarse la existencia de algunas variables que aparecen en el mismo factor, en ambos años. En términos operativos, esta correlación entre variables del mismo factor, se traduce en la imposibilidad de utilizar más de una sola variable de cada uno de los factores, así como la opción de sustituir una variable por otra, en los casos que se estime oportuno.

4.4 Regresión De Componentes Principales

La variable valor bursátil puede ser estimada mediante un modelo de regresión lineal, actuando los factores como variables explicativas, con una pérdida mínima de información. En la práctica, no todos los factores son significativos y la dimensión de la ecuación se reduce notablemente. En las tablas 10 y 11 se muestran los resultados de la regresión de componentes principales para los datos de 2007 y 2008. En 2007 (tabla 10), y para un nivel de significación estadística del 95%, resultan significativos todos menos el factor nº 5. Respecto a 2008 (tabla 11) resultan significativos al 95% los factores nº 1, 4, 5 y 6.

Tabla 10. Regresión de componentes principales.
 Datos 2007

Table 10. Regression of major components. Data 2007

Variable	Coeficientes no estandarizados		Coef. Estándar. Beta	t	Sig.
	B	Error típ.			
(Const.)	403.234,607	13.775,89		29,271	0,000
Factor 1	514.327,745	13.989,48	0,904	36,765	0,000
Factor 2	30.664,557	13.989,48	0,054	2,192	0,038
Factor 3	157.302,066	13.989,48	0,276	11,244	0,000
Factor 4	54.401,527	13.989,48	0,096	3,889	0,001
Factor 5	14.974,252	13.989,48	0,026	1,070	0,295
Factor 6	-155.151,700	13.989,48	-0,273	-11,091	0,000
Factor 7	-39.654,674	13.989,48	-0,070	-2,835	0,009

Variable dependiente: VB

Tabla 11. Regresión de componentes principales.
 Datos 2008

Table 11. Regression of major components. Data 2008

Variable	Coeficientes no estandarizados		Coef. Estándar. Beta	t	Sig.
	B	Error típ.			
(Const.)	327.366,808	12.701,02		25,775	0,000
Factor 1	532.986,288	12.886,44	0,956	41,360	0,000
Factor 2	-15.747,993	12.886,44	-0,028	-1,222	0,233
Factor 3	18.024,512	12.886,44	0,032	1,399	0,174
Factor 4	91.052,733	12.886,44	0,163	7,066	0,000
Factor 5	-58.235,972	12.886,44	-0,104	-4,519	0,000
Factor 6	98.274,332	12.886,44	0,176	7,626	0,000
Factor 7	23.983,224	12.886,44	0,043	1,861	0,074
Factor 8	7.789,829	12.886,44	0,014	0,604	0,551

Variable dependiente VB

4.5 Obtención De La Ecuación Simplificada Del Valor Bursátil

Las ecuaciones factoriales, aunque conceptualmente correctas, pueden resultar excesivamente complicadas a efectos de su uso por el valorador, ya que cada factor no es una variable observable directamente. Por ello, las ecuaciones factoriales pueden ser sustituidas por otras más operativas, empleando una sola variable de cada factor. La pérdida de capacidad explicativa en las nuevas ecuaciones no es excesiva, ya que se elige entre las variables de mayor carga factorial y correlación con el valor bursátil, con el fin de obtener el mayor coeficiente de determinación posible.

Con el objeto de evitar el posible efecto escala, se contempla también la transformación no lineal de las variables explicativas en valor absoluto, como es el caso de la utilización de logaritmos. De este modo, las ecuaciones explicativas del valor bursátil de las empresas colombianas analizadas, sobre datos de 2007, son la (3) (lineal) y la (4) (transformación no lineal) y las ecuaciones sobre datos de 2008 de las empresas analizadas son la (5) (lineal) y la (6) (transformación no lineal):

$$\begin{aligned}
 \text{VB} &= -220.523,07 + 0,7524*AT + 296.944,8*RPA + 45933,0961*BNF & (3) \\
 \text{LN}(\text{VB}) &= -1,44 + 0,9757*\text{LN}(AT) + 1,923*RPA & (4) \\
 \text{VB} &= -184718,315 + 0,7713*AT + 249262,538*RPA + 17,069*BNP & (5) \\
 \text{LN}(\text{VB}) &= -1,4769 + 1,00302*\text{LN}(AT) + 1,5088 RPA. & (6)
 \end{aligned}$$

Los coeficientes y test estadísticos de las ecuaciones (3), (4), (5) y (6) se muestran en las tablas 12, 13, 14, y 15.

Tabla 12. Modelo de Regresión Lineal. Datos 2007
Table 12. linear regression model. Data 2007

Parámetro	Standard		T	Sig.
	Coefficiente B	Error		
Constante	-220523,07	29974,4382	-7,357	0,000
AT	0,7524	0,0094	79,317	0,000
RPA	296944,8	43971,2111	6,7531	0,000
BNF	45933,0961	12181,356	3,7707	0,001
Variable Dependiente: VB				
R				0,9978
R cuadrado				0,9956
R cuadrado corregida				0,9952

Tabla 13. Modelo de Regresión con transformación no lineal. Datos 2007

Table 13 Model transformation with non-linear regression. Data 2007

Parámetro	Standard		T	Sig.
	Coefficiente B	Error		
Constante	-1,440	0,1812	-7,94576	0,000
RPA	1,9230	0,1050	18,30692	0,000
LNAT	0,9757	0,0151	64,41378	0,000
Variable Dependiente: VB				
R				0,9971
R cuadrado				0,9943
R cuadrado corregida				0,9939

Tabla 14. Modelo de Regresión Lineal. Datos 2008

Table 14. linear regression model. Data 2008

Parámetro	Standard		T	Sig.
	Coefficiente B	Error		
Constante	-184718,315	40534,7350	-4,5570	0,000
AT	0,7713	0,0128	60,215	0,000
RPA	249262,538	59173,3169	4,2124	0,000
BNP	17,0690	4,5650	3,7390	0,001
Variable Dependiente: VB				
R				0,9967
R cuadrado				0,9935
R cuadrado corregida				0,9928

Tabla 15. Modelo de Regresión con transformación no lineal. Datos 2008

Table 15. Model transformation with non-linear regression. Data 2008

Parámetro	Standard		T	Sig.
	Coefficiente B	Error		
Constante	-1,4769	0,0549	-26,8752	0,000
RPA	1,5088	0,0424	35,5743	0,000
LN(AT)	1,003	0,0050	198,8764	0,000
Variable Dependiente: LN(VB)				
R				0,9997
R cuadrado				0,9995
R cuadrado corregida				0,9994

La ecuación lineal (3) expresa el valor bursátil en función de una variable de naturaleza patrimonial, como es el activo total (AT), otra representativa de la capacidad de endeudamiento, recursos propios sobre activo total (RPA) y una tercera relacionada con la rentabilidad, beneficio neto sobre facturación (BNF). Es decir, en el valor bursátil de las empresas colombianas ha influido positivamente el tamaño, la salud financiera y la rentabilidad. Respecto a la ecuación con transformación no

lineal (4), la variable que representa el patrimonio es el activo total (AT), y el endeudamiento viene representado por recursos propios sobre activo total (RPA). El comentario sería similar al caso de la ecuación 3, excepto que en la ecuación 4, no ha resultado estadísticamente significativa la rentabilidad.

Respecto a 2008 las ecuaciones conservan la misma estructura, salvo que la variable de rentabilidad en este caso es BNP, en la ecuación lineal. La ecuación logarítmica contiene incluso las mismas variables en ambos años.

5. COMPARACIÓN ENTRE EL VALOR BURSÁTIL REAL Y LOS DISTINTOS VALORES ESTIMADOS EN LAS EMPRESAS COLOMBIANAS ANALIZADAS

En la tabla 16 se recoge el número de orden (Nº) de menor a mayor, el valor bursátil (VB), el valor bursátil estimado por ecuaciones multivariantes, lineales (VABML) y logarítmicas (VABMLN), todo ello en millones de pesos (colombianos), así como los errores relativos en tanto por uno (E1 y E2, respectivamente).

Las figuras 1 y 3 representan el valor bursátil real de las empresas analizadas, en comparación a los dos valores bursátiles estimados mediante las ecuaciones (3), (4), (5) y (6), respectivamente para ambos años. Los errores relativos en tanto por uno se muestran en las figuras 2 y 4. Como se ha puesto de manifiesto en las figuras anteriores, la transformación logarítmica de las variables de grandes magnitudes, proporciona una mejor estimación del valor bursátil.

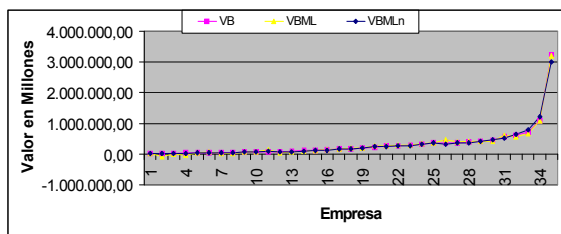


Figura 1. Representación de los valores Obtenidos frente al valor bursátil real (2007)

Figure 1. Representation of the values Obtained compared to actual market capitalisation (2007)

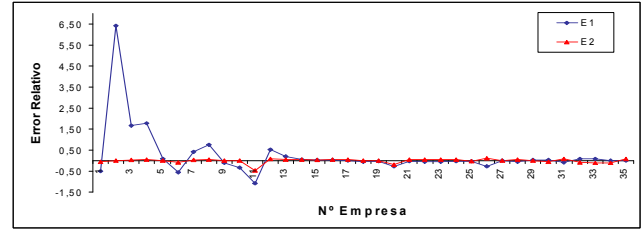


Figura 2. Errores relativos en tanto por uno (2007)

Figure 2. Relative errors while one (2007)

Tabla 16. Valoración Bursátil de Empresas Colombianas. Datos 2008

Table 16: Business Colombian securities. Data 2008

N	NOMBRE	VB	VBL	VBLn	E1	E2
1	TEXTILES FABRICATO TEJCONDOR S.A	139.763,2	136.981,3	130.909,1	0,02	0,06
2	EMPRESA DE TELECOMUNICACION ES DE BOGOTA S.A E.S.P	172.721,2	174.049,1	163.987,6	-0,01	0,05
3	BANCO DE CREDITO S.A HELM FINANCIAL SERVICES AVAL S.A	176.116,3	185.663,1	177.268,1	-0,05	-0,01
4	TABLEROS Y MADERAS CALDAS	184.475,8	190.878,5	184.942,1	-0,03	0
5	COLTEJIER	215.033,9	272.705,3	255.175,4	-0,27	-0,19
6	INTERBOLSA COMISIONISTA DE BOLSA	262.908,4	271.944,3	250.382,2	-0,03	0,05
7	ALMACENES EXITO S.A.	280.661,7	292.626,4	266.778,6	-0,04	0,05
8	ENKA DE COLOMBIA S.A.	281.891,8	293.776,5	263.483,2	-0,04	0,07
9	CORPORACIÓN FINANCIERA COLOMBIANA	322.116,4	333.835,4	307.762,8	-0,04	0,04
10	ACERIAS PAZ DEL RIO	360.683,2	369.059,3	372.088,9	-0,02	-0,03
11	GRUPO NACIONAL DE CHOCOLATES	364.499,9	469.106,8	325.825,1	-0,29	0,11
12	COMPAÑIA COLOMBIANA DE INVERSIONES S.A	378.515,7	383.699,4	374.700,6	-0,01	0,01
13	INVERSIONES ARGOS	395.656,1	420.379,3	369.602,3	-0,06	0,07
14	INTERCONEXIÓN ELECTRICA S.A ISA	427.502,3	421.319,9	428.567,9	0,01	0
15	CIA. COLOMBIANA DE TEJIDOS S.A.	444.654,1	430.091,8	466.541,5	0,03	-0,05
16	BANCOLOMBIA S.A	571.041,4	616.240,4	527.105,2	-0,08	0,08
17	SURAMERICANA DE INVERSIONES S.A	608.808,1	565.381,7	654.086,0	0,07	-0,07
18	CEMENTOS ARGOS	706.516,1	655.247,9	781.649,0	0,07	-0,11
19	ECOPETROL	1.089.142,9	1.080.330,5	1.212.221,7	0,01	-0,11
20		3.231.707,2	3.210.870,3	3.003.020,2	0,01	0,07

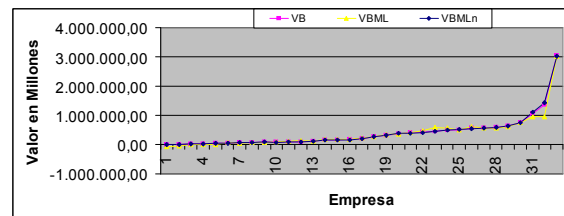


Figura 3. Representación de los valores Obtenidos frente al valor bursátil real (2008)

Figure 3. Representation of the values Obtained compared to actual market capitalisation (2008)

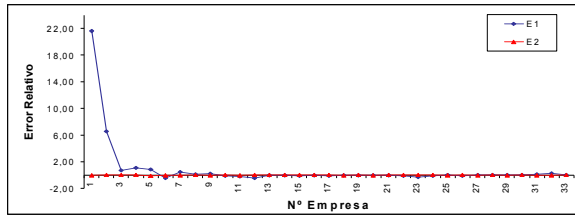


Figura 4. Representación de los valores Obtenidos frente al valor bursátil real (2008)

Figure 4. Representation of the values Obtained compared to actual market capitalisation (2008)

6. CONCLUSIONES

En la modelización matemática de la valoración bursátil, se han obtenido las ecuaciones explicativas a partir de un conjunto de empresas colombianas que cotizan en bolsa y son representativas en las bolsas de valores de Medellín y Bogotá (IGBC, COL20) a partir de la información económico-financiera suministrada por la Superintendencia de Valores de Colombia de los años 2007 y 2008. De este modo la ecuación de valoración bursátil obtenida podría ser aplicada para el cálculo del valor analógico-bursátil de otras empresas que no cotizan en bolsa. Así, además de los métodos denominados convencionales de valoración, se cuenta con otro criterio adicional de valoración de empresas, siendo útil como herramienta de análisis bursátil en general, en la valoración de salidas a bolsa como referencia, y en la gestión estratégica de empresas que persiguen la creación de valor para los accionistas.

Mediante la metodología analógico-bursátil de regresión de componentes principales se han calculado ecuaciones de valoración fundamental de estas empresas que cotizan en bolsa. Los coeficientes tienen el signo esperado y poseen sentido económico, evitándose el problema derivado de la multicolinealidad.

La aportación de esta metodología a la valoración de empresas se ve potenciada por las dificultades e imprecisiones en la aplicación de los métodos tradicionales. La existencia de hipótesis restrictivas y alejadas de la realidad, así como los errores inevitables que se cometen por la necesidad de realizar predicciones sobre los parámetros (resultados, tasa de descuento, crecimiento, etc.) en las valoraciones

convencionales son una buena muestra de ello. No obstante, hay que tener presente que la ecuación obtenida mediante este modelo econométrico tiene una validez temporal y local, que marca no solamente el valor de los coeficientes, sino también la propia estructura del modelo. Por lo tanto, para cada momento de tiempo y mercado de valores es preciso formular una nueva ecuación explicativa a partir de la metodología propuesta.

El análisis multivariante realizado sobre las empresas indica que el factor que contribuye en mayor grado a la explicación del valor bursátil es la dimensión de la empresa y está integrado por las variables en valor absoluto del balance y de la cuenta de resultados: Activo total, recursos propios, inmovilizado neto, cash flow neto, beneficio bruto y neto, valor añadido bruto y facturación. Se observa una estructura aproximadamente constante, así en las ecuaciones lineales ha resultado significativo el tamaño, la estructura financiera y la rentabilidad, mientras que las ecuaciones con transformación logarítmica, la rentabilidad pierde su peso, pero mantiene las dos variables restantes, no obstante la transformación logarítmica de las variables en valor absoluto, ha disminuido el error relativo cometido en las estimaciones, al evitar el efecto escala de las variables relacionadas con la dimensión.

REFERENCIAS

- [1] MARCO, M^a. A., MOYA, I., 1999. La creación de valor empresarial y la eficiencia en el proceso de producción bancario, *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. VIII, n^o 1 pp. 31-40.
- [2] MOYA, I., 1995. Valoración bursátil de empresas. Propuesta de una metodología, *Análisis Financiero*, (66), pp. 92-106.
- [3] GRANT, R.M., 1992. *Contemporary Strategy Analysis*. Blackwell. Cambridge.
- [4] GREGORY, A., 1992. *Valuing companies*. London: Wood head-Faulkner.

- [5] BRILMAN, J., MAIRE, C., 1988. Manuel d'évaluation des entreprises, Les Editions d'Organisation, Paris.
- [6] COPELAN, T., KOLLER, T., MURRIN, J., 1990. Valuation: Measuring and managing the value of companies, John Wiley, New York.
- [7] CARRASCO, F., 1988. Relación entre los enfoques de empresa y de goodwill. Implicaciones estratégicas de su adquisición, Alta Dirección, n° 138, pp. 137-143.
- [8] CABALLER, V., MOYA, I., 1997. Valoración de las empresas españolas. Editorial Pirámide, Madrid.
- [9] FAMA, E.F., 1991. Efficient Capital Markets II, Journal of Finance, (46) December, pp.1575-1617.
- [10] OU J.A., PENMAN, S.H., 1989. Financial statement analysis and the prediction of stock returns, Journal of Accounting and Economics, (11), June, pp.295-329.
- [11] FAMA E.F., FRENCH, K.R., 1992. The cross-section of expected stock returns, Journal of Finance, June, pp. 427-465.
- [12] LEV B., THIAGARAJAN, R., 1993. Fundamental Information Analysis, Journal of Accounting Research, (31), pp. 190-215.
- [13] SHARPE, W.F., 1964. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of risk, Journal of Finance, (19), pp. 425-442.
- [14] MILLER M., MODIGLIANI, F., 1961. Dividend Policy, Growth and the Valuation of Shares, Journal of Business, October, pp. 411-433.
- [15] ROSS, S.A., 1976. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing, Journal of Economic Theory, (13), December, pp. 341-360.
- [16] MASCAREÑAS, J., 1992. La valoración de una empresa que cotiza en Bolsa, Actualidad Financiera, (17), pp. 297-320.
- [17] CABALLER, V., 1994. Métodos de valoración de empresas, Pirámide, Madrid.
- [18] MOYA, I., 1996. Valoración analógico-bursátil de empresas. Aplicación a las Cajas de Ahorro, Revista Española de Financiación y Contabilidad, 25, (86), pp. 199-234.
- [19] CIBRAN, P., CRESPO, M.A., 1994. Incidencia de la información financiera en los precios de las acciones, Análisis Financiero (63), pp. 40-47.
- [20] CUADRAS, C.M., 1991. Métodos de Análisis Multivariante, Eunibar, Barcelona.
- [21] DARLING, J., TAMURA, H., 1970. Use of Orthogonal Factors for Selection of Variables in a Regression Equation, Applied Statistique (19), pp. 260-268.
- [22] DRAPER, N., SMITH, H., 1966. Applied Regression Analysis, Wiley, New York.
- [23] CABALLER, V., MOYA, I., 1996. Valoración analógico-bursátil de las Cajas de Ahorro españolas. Nuevos desarrollos (fraccionamiento óptimo y no linealidad), Comunicaciones V Foro de Finanzas, CECA, Madrid, pp. 73-101.
- [24] CABALLER, V., MOYA, I., 1997. Companies valuation: an analogical stock-market empirical approach, Contemporary Developments in Finance, Topsacalian, P. (ed.), Editions ESKA, Paris.
- [25] Bolsa de Valores de Colombia. <http://www.bvc.com.co/> (Consultada 15 de mayo de 2008).