

Tres aplicaciones de la Teoría de Valoración de Opciones

REALIZADA POR Isabel Abínzano Guillén.

DIRIGIDA POR Javier Fernández Navas.

LUGAR DE CELEBRACIÓN Universidad de Navarra.

FECHA DE LECTURA 17 de febrero de 2006.

TRIBUNAL Gonzalo Rubio Irigoyen (Presidente).
Carmen Aranda León (Secretaria).
Manuel Moreno Fuentes (Vocal).
Luis Seco (Vocal).
Juan Ignacio Peña Sánchez de Rivera (Vocal).

RESUMEN

El trabajo más influyente de la Teoría de Valoración de Opciones en términos de impacto en la práctica financiera es el modelo de valoración de opciones de Black y Scholes (1973). Su principal contribución se debe al significado teórico y práctico de su método de análisis. Su aplicación se extiende a la valoración de activos derivados así como a la valoración en otras áreas. De hecho, en su trabajo ya se señala la posible aplicación de su modelo a la valoración de *warrants* y a la valoración de los recursos propios de una empresa.

De este modo el trabajo de Black y Scholes (1973) ha sido el punto de partida de muchos trabajos de valoración de opciones, contribuyendo al rápido desarrollo de los mercados de derivados en las tres últimas décadas. A su vez, la evolución de los mercados ha generado nuevas necesidades de valoración, lo que ha provocado un mayor desarrollo de la Teoría de Valoración de Opciones. En la presente tesis estudiamos la solución de tres problemas de valoración financiera mediante la aplicación de los modelos de valoración de opciones existentes en la literatura así como mediante la utilización de fórmulas de valoración propuestas en este trabajo.

El primer problema estudiado es la valoración de los recursos propios y la deuda de una empre-

sa en caso de que ésta pueda llevar a cabo la renegociación de su deuda en situación de crisis financiera. En la literatura encontramos artículos que estudian la reorganización pero no ofrecen una expresión para los recursos propios o la deuda de la empresa. Además, en dichos artículos no se contempla la posibilidad de que los acreedores prefieran rebajar la deuda con el objetivo de recuperar su capital, esto es, que el valor nominal de la nueva deuda sea inferior al de la deuda a refinanciar. Y, por otro lado, tampoco permiten que las negociaciones necesarias para llevar a cabo la reorganización tengan un coste.

En esta investigación hemos logrado cubrir las limitaciones encontradas en dichos trabajos. Hemos considerado dos estructuras de deuda diferentes: empresas con un único tipo de deuda, y empresas con dos tipos de deuda. Para ambos casos hemos contemplado tres situaciones: que la empresa no pueda llevar a cabo una reorganización, que pueda llevar a cabo una única reorganización o que pueda llevar a cabo varias reorganizaciones. En el caso de un único tipo de deuda, hemos utilizado el modelo de Merton (1974) para valorar los recursos propios cuando no existe la posibilidad de reorganización. Cuando existe la posibilidad de una única reorganización, hemos desarrollado una fórmula de valoración de los recursos propios aplicando el

concepto de opción extensible propuesto por Longstaff (1990). En el caso de varias reorganizaciones, hemos aplicado el concepto de opción extensible n veces desarrollado por Chung y Johnson (1994). Por otro lado, cuando la deuda de la empresa está formada por dos tipos de deuda diferentes y no existe la posibilidad de reorganización, hemos utilizado el modelo de Geske y Johnson (1984). En el caso de que la empresa sí pueda refinanciar una de sus deudas una o varias veces, hemos desarrollado una fórmula de valoración de opciones compuestas extensibles varias veces.

Mediante la aplicación de las expresiones obtenidas hemos comprobado que el modelo corrobora la evidencia empírica obtenida por Franks y Torous (1994), demostrando que cuanto mayor es la importancia de la deuda en el pasivo de una empresa, mayor es el valor de la opción a extender el vencimiento de la deuda. Por otra parte, hemos visto cómo el modelo sostiene las conclusiones obtenidas por Leland (1994) y Dumitrescu (2002), esto es, el valor de los recursos propios es mayor cuando existe la posibilidad de llevar a cabo una reorganización. Además, hemos analizado la influencia del coste de reorganización, obteniendo que cuanto mayor es dicho coste menor es el valor de los recursos propios, ya sea una empresa con un tipo de deuda o con varias deudas, y ya exista una única posibilidad de reorganización o varias. También hemos visto que el valor a partir del cual la empresa se reorganiza es mayor cuanto mayor es el coste de dicha reorganización.

En segundo lugar, hemos desarrollado un modelo de valoración de opciones europeas sobre activos cuyo precio sigue un proceso de reversión a la media. Con el objetivo de no limitarnos a un único modelo, hemos propuesto un proceso general de reversión a la media. Este proceso contempla como casos particulares el proceso de Ornstein-Uhlenbeck utilizado por Grundy (1991), el proceso de Ornstein-Uhlenbeck con tendencia estudiado por Lo y Wang (1995), y el movimiento Browniano supuesto por Black y Scholes (1973). Además, el proceso propuesto permite que en el caso de que el subyacente sea una acción, ésta reparta dividendos durante la vida de la opción.

El modelo de valoración de opciones desarrollado consiste en una modificación de la fórmula de valoración de opciones de Merton (1973). Dicho ajuste consiste simplemente en relacionar el parámetro con la varianza del logaritmo del precio de la acción y con la velocidad de reversión a la media. De este modo podemos destacar dos características del modelo desarrollado. Por un lado, consiste en una generalización de los modelos de valoración de opciones cuando el logaritmo del precio del subyacente sigue un movimiento Browniano aritmético, un proceso Ornstein-Uhlenbeck o un proceso Ornstein-Uhlenbeck con tendencia. Por otro lado, la fórmula de valoración desarrollada supone una alternativa a las expresiones obtenidas por Merton (1973), Grundy (1991) y Lo y Wang (1995), de especial utilidad en los dos últimos casos, debido a la mayor dificultad de las fórmulas ofrecidas por dichos autores. Además, con el fin de permitir la posibilidad de que el activo subyacente sea un contrato de futuros, hemos desarrollado una extensión del modelo de valoración de opciones sobre futuros de Black (1976).

A continuación, para estudiar la implementación de las fórmulas de valoración propuestas las hemos aplicado a la valoración de opciones sobre acciones y opciones sobre futuros del mercado español (MEFF). Antes de aplicar nuestro modelo, hemos realizado un estudio empírico de la existencia de reversión a la media en el mercado español. Basándonos en diferentes contrastes, hemos encontrado que las acciones de Abertis, Acerinox, Banco Popular, Bankinter, BSCH, Gas Natural, Iberdrola, Inditex, Indra, Repsol, Sogecable, Telefónica Móviles y Unión Fenosa presentan reversión a la media para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2000 y el 31 de agosto de 2005. Una vez estimados los parámetros de los modelos que describen el comportamiento del precio de estos títulos, hemos aplicado nuestro modelo de valoración de opciones. En segundo lugar, hemos estudiado la existencia de reversión a la media en el precio de los Futuros Mini sobre el IBEX-35. Finalmente, hemos demostrado que tanto para el modelo de valoración de opciones sobre acciones como para el modelo de valoración de opciones sobre futuros, cuanto mayor es la velocidad de rever-

sión a la media del subyacente, mayor es el precio obtenido para la opción.

Por último, el tercer problema estudiado es la valoración de *warrants* teniendo en cuenta el riesgo de crédito de su emisor. Concretamente hemos propuesto dos formas alternativas de valoración según si el ejercicio del *warrant* implica o no la dilución de los recursos propios de la empresa.

En el caso de *warrants* emitidos sobre acciones propias y cuyo ejercicio conlleva una ampliación de capital, hemos realizado una extensión del trabajo de Ukhov (2004), que valora los *warrants* a partir del precio del activo subyacente y de su volatilidad. Ukhov (2004) resuelve el problema hallado en otros trabajos que proponen una fórmula de valoración basada en variables no observables. Nuestra extensión de su modelo consiste en la introducción de deuda en el pasivo de la empresa. De este modo tenemos en cuenta el riesgo de crédito del emisor, a diferencia de otros trabajos, como Galai y Schneller (1978) y Schulz y Trautmann (1994).

Por otro lado, cuando se trata de *warrants* sobre índices, materias primas, tipos de interés, divisas o acciones propias en autocartera, no existe dilución de los recursos propios a consecuencia del ejercicio del *warrant*. En este caso, para reflejar el riesgo de crédito del emisor hemos propuesto la aplicación del modelo de valoración de opciones vulnerables de Hull y White (1995), que miden el riesgo de crédito a través del diferencial de crédito de los bonos emitidos por el emisor del *warrant*. La aplicación de este modelo para valorar *warrants* supone una alternativa al modelo utilizado por Chen (2003), que requiere estimar el umbral y los costes de quiebra de la empresa.

Una vez propuestas las fórmulas de valoración de *warrants*, hemos estudiado los efectos del riesgo de crédito y de la dilución sobre el precio del *warrant*. Por un lado, cuanto mayor es la dilución menor es el valor obtenido para el *warrant* de compra, debido a que la pérdida para los accionistas es mayor. Por el otro lado, cuanto mayor es el riesgo de crédito menor es el valor del *warrant*. Este resultado coincide con la evidencia empírica hallada por Klein (1996) y Jarrow y Turnbull (1995). Además, comprobamos que cuando no existe ni riesgo de crédito ni dilución, las fórmulas de valoración propuestas

coinciden con la aplicación de Black y Scholes (1973) a la valoración de *warrants*.

Debido a la escasa evidencia empírica sobre la valoración de *warrants* del mercado español, hemos estudiado la implementación de las fórmulas de valoración propuestas utilizando datos de dicho mercado. En primer lugar, hemos utilizado la extensión del modelo de Ukhov (2004) desarrollada en este trabajo para valorar los *warrants* de compra sobre acciones propias emitidos por Sogecable. Por otra parte, hemos aplicado el modelo de valoración de opciones vulnerables de Hull y White (1995) a la valoración de *warrants* sobre acciones de otras empresas y *warrants* sobre el índice IBEX-35. El análisis realizado muestra que la mayoría de los precios dados por el mercado reflejan el riesgo de crédito del emisor del *warrant*, dando un menor valor al *warrant* cuanto mayor es el riesgo de crédito de la entidad emisora. De este modo, para algunos *warrants* logramos una mejor valoración teniendo en cuenta el riesgo de crédito de su emisor.

REFERENCIAS:

- BLACK, F. 1976. The pricing of commodity contracts, *Journal of Financial Economics*, 3, 167-179.
- BLACK, F.; SCHOLLES, M. 1973. The pricing of options and corporate liabilities, *Journal of Political Economy*, 81, 637-654.
- CHEN, S. 2003. Valuation of covered warrant subject to default risk, *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, 6, 21-44.
- CHUNG, Y. P., y JOHNSON, H. 1994. Extendible options: The general case, *Working Paper*.
- DUMITRESCU, A. 2007. Valuation of Defaultable Bonds and Debt Restructuring, *Journal of Corporate Finance*, 13, 94-111.
- FRANKS, J.; TOROUS, W. 1994. A comparison of financial recontracting in distressed exchanges and Chapter 11 reorganizations, *Journal of Financial Economics*, 35, 345-370.
- GALAI, D.; SCHNELLER, M. I. 1978. Pricing of warrants and the value of the firm, *Journal of Finance*, 33, 1.333-1.342.
- GESKE, R.; JOHNSON, H. E. 1984. The valuation of corporate liabilities as compound options: A correction, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19, 231-232.
- GRUNDY, B. D. 1991. Option pricing and the underlying asset's return distribution, *Journal of Finance*, 46, 1.045-1.068.

- HULL, J. C.; WHITE, A. 1995. The impact of default risk on the prices of options and other derivative securities, *Journal of Banking and Finance*, 19, 299-322.
- JARROW, R. A., TURNBULL, S. M. 1995. Pricing derivatives on financial securities subject to credit risk, *Journal of Finance*, 50, 1, 53-85.
- KLEIN, P. 1996. Pricing Black-Scholes options with correlated credit risk, *Journal of Banking and Finance*, 20, 1, 211-1.129.
- LELAND, H. 1994. Corporate debt value, bond covenants and optimal capital structure, *Journal of Finance*, 49, 1, 213-1.252.
- LO, A. W.; WANG, J. 1995. Implementing option pricing models when asset returns are predictable, *Journal of Finance*, 50, 87-129.
- LONGSTAFF, F. 1990. Pricing options with extendible maturities: Analysis and applications, *Journal of Finance*, 45, 935-957.
- MERTON, R. C. 1973. Theory of rational option pricing, *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, 141-183.
- MERTON, R. C. 1974. On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates, *Journal of Finance*, 29, 449-470.
- SCHULZ, G. U., y TRAUTMANN, S. 1994. Robustness of option-like warrant valuation, *Journal of Banking and Finance*, 18, 841-859.
- UKHOV, A. D. 2004. Warrant pricing using observable variables, *Journal of Financial Research*, 27, 3, 329-339.