

OPCIONES REALES

Un nuevo paradigma en las decisiones de inversión

Conceptos Básicos

Una opción es un derecho a tomar una acción en el futuro. Por ejemplo, una opción sobre una acción es un contrato que le da al comprador la oportunidad de comprar una acción a un precio fijo en una fecha determinada, si el precio de la acción supera el precio de ejercicio de la opción. Del mismo modo, muchas inversiones estratégicas crean nuevas oportunidades que pueden ser aprovechadas por los gerentes y así, las oportunidades de inversión pueden verse como una corriente de flujo de caja más un conjunto de opciones reales. De esta manera, en una primera aproximación, las opciones sobre activos reales son una extensión de las opciones sobre activos financieros. El paso de las opciones financieras a las opciones reales implica incluir la disciplina de los mercados financieros a las decisiones estratégicas de inversión.

De acuerdo con Amran y Kulatilaka (2000), el enfoque de las opciones reales tiene tres componentes que pueden ser de gran utilidad para los directivos de las empresas:

- i) Las opciones son decisiones contingentes, es decir, dependen del desarrollo de los acontecimientos y esto significa que el flujo de caja cambia con la decisión.
- ii) La valoración de las opciones reales es consistente con las valoraciones en los mercados financieros, utilizando los conceptos y técnicas financieras para valorar todo tipo de activos reales
- iii) El enfoque las opciones reales permite a los directivos identificar, valorar, rediseñar y gerenciar las inversiones estratégicas proactivamente.

Desde el punto de vista tradicional, a mayor incertidumbre menor es el valor de los activos. En la perspectiva de las opciones reales, la incertidumbre crea oportunidades y flexibiliza las posibles respuestas a los eventos futuros, incrementando el valor de los activos. De esta manera, el factor clave del valor de una opción reside en la volatilidad de los retornos de los activos (reales o financieros) subyacentes.

El uso de las opciones reales no siempre es adecuado. En los casos de inversiones con rentabilidades extremas (buenas o malas), la consideración de opciones no cambiará el resultado, o cuando los efectos de la incertidumbre en los resultados son de menor cuantía. En estos casos, los métodos tradicionales como la valoración por flujo de caja descontado son suficientemente precisos.

Sólo cuando hay decisiones de inversión contingentes de carácter irreversible y con suficiente incertidumbre en los resultados para que las posibilidades futuras afecten significativamente a las proyecciones del flujo de caja, el enfoque de opciones reales tiene sentido. Los directivos que utilicen este enfoque estarán más proclives a realizar inversiones irreversibles pero por etapas y

después de esperar la resolución parcial de la incertidumbre.

Identificar las opciones es el primer paso para administrar oportunidades estratégicas en un mundo incierto, pero no es suficiente. La toma de decisiones se basa en el valor de las alternativas de inversión, para esto es necesario que la valoración interna de los resultados sea consistente con la valoración en los mercados financieros para asegurar que las opciones están realmente creando valor.

Principales Aplicaciones

La siguiente tabla muestra los principales tipos de opciones reales con sus características y aplicaciones, en algunos de los trabajos de autores clásicos hasta mediados de los años noventa

Cuadro N° I

Autores	Tipo de Opción	Características	Aplicación
Ingersoll y Ross (1992) Paddock (1988) McDonald y Siegel (1986)	Opción de Diferir	La decisión puede posponerse	Recursos Naturales Negocios Inmobiliarios
Trigeorgis (1993)	Opción de Inversión por Etapas	Cada etapa es una opción sobre las etapas anteriores	Proyectos I+D
Pindyck (1988) McDonald y Siegel (1985)	Opción de alterar la escala de operaciones	Opciones de expandir o reducir la escala y cerrar o reiniciar actividades.	Industrias Mineras
Myers y Majd (1990)	Opción de Abandono	Abandono de operaciones y liquidación de activos	Nuevos productos
Kulatilaka y Trigeorgis (1994)	Opción de Intercambio	Flexibilidad de producción y procesos.	Industria Electrónica
Pindyck (1988)	Opción de Crecimiento	Inversiones con posibilidades futuras de crecimiento	Alta Tecnología
Trigeorgis (1993) Kulatilaka y Trigeorgis (1994)	Opciones combinadas	Interacción múltiple entre distintas opciones	Diversas Industrias

Fuente: Trigeorgis (1996)

Los métodos de valoración basados en opciones reales no deben ser vistos como una alternativa totalmente distinta a los métodos de flujo de tesorería tradicionales sino como métodos complementarios. De hecho, en el análisis de opciones reales, el punto de partida suele ser la determinación del flujo de te-

sojería tradicional y posteriormente se valoran las opciones reales en el caso de que las características de la empresa y las condiciones del entorno sean las apropiadas (Ríos y Rojo, 2004). En general, en mercados altamente competitivos, cuanto mayor sea la incertidumbre más alto será el valor de las opciones.

Por otro lado, el valor de las opciones depende también de la habilidad de los gerentes en tomar ventaja de las oportunidades existentes en entornos inciertos y de esta manera incrementar el valor de la empresa. El enfoque de las opciones reales permite evaluar el riesgo y retorno de estas oportunidades en términos de los mercados financieros

Algunas de las principales aplicaciones del análisis de opciones reales aparecen a mediados de los años ochenta en recursos naturales (Brennan y Schwartz, 1985) y principios de los noventa en manufactura (Kulatilka, 1993) que se amplían a otras áreas como biotecnología, investigación y desarrollo, valoración de acciones, estrategia y tecnología entre otros. La siguiente tabla muestra algunos de los trabajos más relevantes en en estas áreas:

Cuadro N° 2

Recursos Naturales	Biotecnología
Cortazar, Schwartz y Cassasus (2001)	Brach y Parson (2001)
Imai y Nakajima (2000)	Rausser y Small (2000)
Cortazar y Cassasus (1998)	Kelogg y Charness(2000)
Kelly (1998)	
Valoración de Acciones	Investigación y Desarrollo
Schwartz y Moon (2000, 2001)	Lit y Penning (2001)
Kelogg y Charness(2000)	Kim y Koo(2001)
Jagle(1999)	Lee y Paxson (2001)
Kelly (1998)	Jensen y Warren (2001)
Estrategia	Tecnología
Kilaheyko (2002)	McGrath y MacMillan(2000)
Kogut y Kulatilaka (2001)	Boer (2000)
Bernardo y Chowdhry (2000)	Amram, Kulatilaka y Henderson (1999)
	Panayi y Trigeorgis (1998)

Fuente: Miller y Park (2002) y propia

Además de los numerosos trabajos de investigación con aplicaciones, muchas empresas están empezando a considerar el enfoque de las opciones reales para mejorar su estrategia competitiva, especialmente las dedicadas a la explotación de recursos naturales, investigación y desarrollo y biotecnología. De hecho, en este tipo de empresas los gerentes valoran subjetivamente las opciones y se adaptan de manera natural al análisis de opciones reales si las técnicas utilizadas son accesibles (Miller y Park, 2002).

Actualmente se utilizan dos tipos de técnicas bien diferenciadas. Los modelos en tiempo discreto: modelos binomiales (Cox et al., 1979) y multinomiales (Park y Herat 2002) y los modelos en tiempo continuo: fórmulas cerradas para tipos específicos de opciones (Black-Scholes, 1973) y las ecuaciones diferenciales estocásticas que permiten obtener soluciones aproximadas mediante Simulación Montecarlo para tipos de opciones más generales(Schwartz y Moon,2001).

Los siguientes trabajos forman parte de una serie de investigaciones que utilizan ecuaciones diferenciales estocásticas para modelar las opciones reales. Como en la mayoría en los casos no existe una solución cerrada, aplican técnicas de Simulación Montecarlo y Programación Dinámica para obtener la solución:

Cuadro N° 3

Autores	Tipo de Opción	Variables	Aplicación
Brennan y Schwartz (2001)	Abandono y Diferimiento	Costos Precio del activo	Valor de una mina
McDonald y Siegel (1985)	Cese temporal de operaciones	Costos Ventas	Inversión en proyectos riesgosos
Majd yPindyck (1987)	Opción de diferir la inversión	Tasa de inversión acumulada	Inversión de un proyecto
Trigeorgis y Mason (1987)	Opción de Expansión	Tasa de Producción	Escala de Producción
Paddock,Siegel y Smith (1988)	Opción de inversión	Costo de oportunidad	Yacimiento de Petróleo
Cortázar y Schwartz (1993)	Inversión por etapas	Precio de venta	Procesos de Producción
Schwartz y Moon (2000)	Opción de inversión	Nivel de Inversión Pagos futuros	Inversiones I+D Industria Farmacéutica
Cortázar y Cassasus (2000)	Múltiples etapas de producción	Precio de venta	Recursos Naturales
Slade(2001)	Estudio empírico 80-93	Precios, Costos, Tasas de producción	Proyectos mineros
Bernardo y Chowdry (2002)	Opciones de inversión	Nivel de Recursos	Proyectos Múltiples

Fuente: Diversos autores y propia

Variables que determinan el Valor de una Opción

La mayoría de las empresas utilizan métodos de flujo de caja descontado para valorar oportunidades de inversión. Si embargo, este método puede no ser adecuado cuando existen opciones reales. Por ejemplo, cuando hay una opción de abandono, si se ejerce, el riesgo desaparece pero si no, hay riesgo en mantener la opción y el activo. En este caso, la tasa de descuento no reflejará adecuadamente el riesgo del flujo de caja futuro.

Para determinar el valor de las opciones existen distintos métodos. Las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales definen la evolución del valor de la opción en términos del activo subyacente, la volatilidad de los retornos y la tasa libre de riesgo. En particular, la conocida fórmula de Black-Scholes es una solución simple y elegante de un tipo particular de ecuación diferencial. Si la aplicación es muy compleja con múltiples fuentes de incertidumbre o los activos muy específicos, puede no existir una solución analítica y ser necesarios instrumentos matemáticos y métodos numéricos especializados. El modelo binomial de Cox, Ross y Rubinstein es simple y robusto

pero muy útil cuando se trata de opciones reales complejas. Su metodología se basa en la valoración neutral al riesgo, en donde los valores de la opción son independientes de las preferencias ante el riesgo de los inversores. En ambos métodos, las variables necesarias para calcular el valor de una opción son:

El valor actual del activo subyacente (observable en el mercado)

El tiempo de vencimiento (definido por las características de la inversión)

El costo de la inversión o precio de ejercicio

La tasa de interés libre de riesgo (determinada por el mercado)

La volatilidad del activo subyacente (generalmente debe ser estimado)

Los pagos o ganancias (dividendos) de los tenedores del activo subyacente

No son necesarios, sin embargo, las probabilidades de los posibles precios futuros del activo subyacente. Tampoco los retornos esperados del activo o la opción, ni tasas de descuento ajustadas por riesgo ya que la valoración es neutral al riesgo.

Existen otros métodos alternativos o complementarios al flujo de caja descontado que utilizan las empresas y las firmas consultoras. Los más importantes son: El análisis de escenarios que incorpora la incertidumbre al análisis pero con posibilidades limitadas por la estructura de los escenarios; árboles de decisión que permiten representar decisiones secuenciales en el tiempo pero requieren de una asignación de probabilidades, generalmente subjetivas; métodos de simulación que permiten explorar miles de posibles combinaciones entre las variables pero son difíciles de interpretar, especialmente si no incorporan información adecuada de los mercados financieros.

Flexibilidad, Incertidumbre e Irreversibilidad

La pertinencia del análisis de las opciones reales en las decisiones de inversión depende fundamentalmente de la existencia de flexibilidad en las acciones futuras. Sin embargo, la mayoría de los trabajos publicados se concentran en la aplicación de los distintos métodos de valoración de opciones reales. En una investigación reciente, Dimpfel y Algesheimer (2002) analizan el impacto de los dos factores determinantes de la relevancia de la flexibilidad: incertidumbre e irreversibilidad.

Para analizar el valor de una inversión en un contexto complejo y dinámico, estos autores, distinguen entre fuentes de incertidumbre endógena y exógena. Entre las variables endógenas se encuentran el precio, los costos y la calidad, que al interactuar con las preferencias del consumidor generan la volatilidad de la demanda. Una forma de reducir la incertidumbre es utilizando medidas de monitoreo y señales para influenciar las preferencias del consumidor pero en aquellas industrias en donde las preferencias del consumidor son heterogéneas y volátiles, las compañías tienen poca posibilidad de reducir este tipo de incertidumbre.

El componente exógeno de la incertidumbre está representado por las estrategias de los competidores, nuevos desarrollos tecnológicos, los cambios en las tasas de interés y las tasas de cambio y el contexto

político, especialmente en países en desarrollo o emergentes. La combinación compleja y dinámica de todos estos factores determinan la incertidumbre total de un proyecto de inversión.

El grado de irreversibilidad de una inversión se debe principalmente al monto y carácter de los costos fijos y por lo tanto, del riesgo operativo y del potencial de reventa de los recursos involucrados. El riesgo operativo se refiere a la variabilidad del beneficio operativo y depende de la razón entre los costos fijos y los costos variables. Una firma en la que prevalecen los costos fijos es más rígida y difícil de modificar cuando las condiciones económicas cambian. La segunda fuerza que determina el grado de irreversibilidad depende de la posibilidad de reventa de los recursos utilizados. En ese sentido, la especificidad de los activos, la eficiencia de los mercados secundarios y las regulaciones legales y políticas son determinantes.

Dimpfel y Algesheimer también estudian el impacto sobre diferentes categorías de opciones. Para esto, clasifican las opciones reales en cuatro grupos: opciones de aprendizaje, opciones de garantía, opciones de expansión y opciones de crecimiento.

Las opciones de aprendizaje permiten a la empresa posponer la decisión de invertir de inmediato y diferirla en el tiempo (opción de esperar) o decidir en cada paso si continuar o no con el proyecto (opción de inversión por etapas). La relevancia de este tipo de opciones depende fuertemente del grado de irreversibilidad. Si la proporción de costos fijos de los costos totales es alta y las posibilidades de reventa de los recursos es baja, la importancia de estas opciones aumenta porque contribuyen a la eficiencia en el uso de los recursos fijos. Esto es especialmente importante en condiciones de alta incertidumbre por el impacto combinado de los dos factores.

Las opciones de expansión potencian el incremento de la actividad económica mediante la expansión de la producción o distribución y su importancia es mayor en la medida que aumenta el grado de irreversibilidad. Esto se debe a que estas opciones permiten compensar los altos costos fijos con el incremento de

las ventas. El impacto de la incertidumbre es menor porque esencialmente está vinculada a la demanda de los mercados.

Las opciones de garantía permiten reaccionar contra el impacto de condiciones económicas negativas mediante la reducción de la actividad (contracción, cierre temporal o abandono) o su modificación (opciones de intercambio). Debido a que la importancia de estas opciones es mayor cuánto más altos sean los costos variables, la irreversibilidad no es el factor determinante. Por el contrario la incertidumbre asociada a la demanda de mercado es fundamental para este tipo de opciones, ya que permiten adaptar la producción a las condiciones del mercado.

Las opciones de crecimiento están asociadas al desarrollo de productos innovadores y son de gran importancia estratégica. Su relevancia es mayor en condiciones de alta incertidumbre e irreversibilidad ya que permiten a una compañía penetrar en nuevos mercados potenciales y por lo tanto, generar flujo de caja futuro adicional que compense altas inversiones iniciales.

Dimpfel y Algesheimer concluyen que este enfoque conceptual ayuda a comprender mejor las potenciales aplicaciones de los diferentes tipos de opciones reales, especialmente por la diversidad de los modelos de valoración utilizados. Sin embargo, sugieren la realización de futuras investigaciones empíricas para analizar la validez de sus planteamientos.

Consideraciones Finales

En la aplicación de la teoría de opciones reales a la toma de decisiones de inversión, es importante tener en cuenta algunos aspectos de carácter práctico que pueden contribuir a valorar adecuadamente las opciones asociadas al proyecto de inversión.

- a) El Valor Presente Neto tradicional puede subvalorar las oportunidades de inversión si no considera las opciones implícitas en el proyecto de inversión. Además, proyectos con VPN negativo deberían ser aceptados si el valor de las opciones vinculadas a la flexibilidad de las acciones futuras supera el valor

actual del flujo de caja esperado del proyecto sin opciones.

- b) El valor de la flexibilidad futura es mayor en entornos inciertos y aumenta en la medida que las tasas de interés son más altas. Si bien el VPN tradicional es menor cuando hay incertidumbre y tasas de descuento altas, las opciones asociadas a la inversión incrementan su valor contrarrestando los efectos negativos de estas variables. Este efecto es especialmente importante en las opciones de crecimiento.
- c) Una opción real sólo tiene valor si provee una ventaja competitiva sostenible. La posibilidad de mantener esta ventaja en el tiempo, depende de la naturaleza de la ventaja competitiva y de las características de los competidores.
- d) Las opciones que representan derechos exclusivos como patentes o ventajas tecnológicas no imitables tienen más valor que las opciones asociadas a oportunidades colectivas como la participación en mercados con escasas barreras de entrada.

En su último libro, *Real Options* (2001), Tom Copeland, afirma que los métodos basados en Opciones Reales sustituirán en el corto plazo al Valor Presente Neto como paradigma central en las decisiones de inversión.

BIBLIOGRAFÍA

AMRAM M. y KULATILAKA N. (2000): *Real Options*, Harvard Business School Press

AMRAM, M. y KULATILAKA, N. (1999): "Disciplined Decisions: Aligning Strategy with the Financial Markets". *Harvard Business Review*, Vol. 77 í1, p95-104

BLACK F. y SCHOLES M. (1973): "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, Vol.81 p.637-659

BRENNAN M. y SCHWARTZ E. (1985): "Evaluating Natural Resource Investments" *Journal of Business*, Vol. 58 N° 2 p.135-157

COPELAND, T. (2001): "The Real Options Approach to Capital Allocation". *Strategic Finance*, October p.33-37

COPELAND, T. y ANTIKAROV V.(2001): *Real Options*, Texere , NewYork

COPELAND, T. y HOWE, K .M. (2002): "Real Options and Strategic Decisions". *Strategic Finance*, Vol. 83 í10, p.8-10

COX J., ROSS S. y RUBINSTEIN M. (1979): "Option Pricing: A Simplified Approach", *Journal of Financial Economics*, Vol. 7 p.229-263

DIMPFEL M. y ALGESHEIMER R. (2002): "What really drives the relevance of real options? - A conceptual analysis on the basis of neo-institutional economics". 6th Annual Real Options Conference, Chipre

DIXIT A.K. & PINDYCK R.S. (1995): "The Options Approach to Capital Investment". Harvard Business Review may-june

FERNÁNDEZ P. (2001): "Valuing real options: frequently made errors". IESE Business School, Universidad de Navarra

HULL J.C. (2000): "Options, Futures and other Derivatives" Prentice Hall 4a Ed.

INGERSOLL J.E. y ROSS S.A. (1992): "Waiting to Invest: Investment and Uncertainty", Journal of Business, vol.65, n°1

KULATILAKA N. & MARCUS A.J.(1993): "Project Valuation under Uncertainty: When does DCF Fail" , Journal of Applied Corporate Finance, vol.5 n°4, autumm

MILLER, L.T. y PARK, C.S. (2002): "Decision Making under Uncertainty- Real Options to the Rescue?". Engineering Economist, v47 i2 p105-150

PARK C. y HERATH H. (2000): "Exploiting Uncertainty – Investment Opportunities as Real Options: A New of Thinking in Engineering Economics, Engineering Economist, v45 i1 p1 -36

RIOS J. y ROJO A. (2004): "Valor de la Empresa: Variables Estratégicas y Opciones Reales" Anales de la Universidad Metropolitana, Vol. 4, N°1

SCHWARTZ E.S. (1997): "The Stochastic Behavior of Commodity Price: Implication for Valuation and Hedging". The Journal of Finance, Vol. LII, N° 3

SCHWARTZ E. & MOON M. (2001): "Rational Pricing of Internet Companies, Revised". The Financial Review Vol.36

TRIGEORGIS L. (1996): " Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation, MIT Press
