

Investigación y Desarrollo, un Método Comparativo de su Valuación

Dr. Eduardo A. Ochoa

EGADE-ITESM, Monterrey N.L, Mexico, eduardo.ochoa@itesm.mx

RESUMEN

La forma de valuar proyectos de investigación y desarrollo ha variado desde los años cincuentas por medio de metodologías de flujos descontados y el valor presente neto.

Más recientemente, basados en teoría de opciones, este tipo de proyectos han sido valuados por medio de modelos de opciones reales, los cuales capturan el potencial que los proyectos tienen de generar posibilidades relacionadas a su flexibilidad e incertidumbre.

Si el establecer una jerarquía entre los proyectos es algo difícil, es más complicado aún hacerlo con diferentes maneras de valuación. El presente escrito trata una forma de comparar proyectos de investigación y desarrollo a ser valuados tanto por flujos descontados como por opciones reales. Más importante aún, el efecto causado por ciertas variables que intervienen en ambos métodos de valuación, puede ser puesto en contraste.

Palabras claves: Investigación y Desarrollo, Valuación, Inversión de Capital, Opciones Reales.

ABSTRACT

Research and development valuation has evolved from early 50's in which a traditional discounted cash flows and net present valuation techniques were used, to recent approaches, based on options theory, and the real options analysis, where the potential of flexibility in arenas of uncertainty is captured.

Establishing an investment hierarchy has been difficult to determine in research and development projects, being more complicated where both valuation techniques are used. This paper aims to show a comparative method for research and development valuation using discounted cash flows and real options analysis; more importantly, the effect of some variables used in both valuation methods can be put in contrast.

Keywords: Research and Development, Valuation, Capital Investments, Real Options.

1. INTRODUCCION

Proyectos de investigación y desarrollo tienen como característica que por una parte requieren una inversión de capital y por la otra la magnitud de los resultados es desconocida, más aún, algunas veces después de invertir considerables cantidades de recursos, ya sea materiales, financieros, humanos y tiempo, los resultados pueden ser inciertos o no llegar nunca.

Adicionalmente, es importante tomar en cuenta que en este tipo de proyectos, se deben considerar las oportunidades que se pueden generar a posteriori, esa investigación puede generar patentes que en el futuro ofrecerían posibilidades más allá de las que fueron consideradas originalmente en el proyecto que generó esa patente. Si las posibilidades que la investigación y desarrollo puedan generar a futuro no fueran cuantificadas adecuadamente, pudiera ser que las organizaciones sub invirtieran en este tipo de proyectos (Dixit y Pindyck, 1996).

En el caso de proyectos de cogeneración de energía, por nombrar un ejemplo, existen proyectos de inversión en investigación y desarrollo que buscan la mejora del desempeño de turbinas para generar una mejor eficiencia de

cogeneración. Estos proyectos varían desde la modificación del equipo como la inyección de agua en quemadores, hasta proyectos que buscan una mayor eficiencia en procedimientos de arranque y paro del equipo. Como el capital es finito, formas de valuación son importantes para poder determinar cuales proyectos fondear financieramente. La forma de valorar esta clase de proyectos ha sido por flujos descontados, y más recientemente por valuación basada en la teoría de opciones reales. Ambos métodos se describen a continuación.

2. VALUACIÓN POR FLUJOS DESCONTADOS

En los años cincuentas casi desde sus inicios, la valuación de proyectos de investigación y desarrollo, que implican una inversión de capital considerable, se hacía y algunos lo siguen haciendo, por medio de modelos de flujos descontados a través del valor presente neto.

Esta técnica de valuación financiera y piedra angular de los presupuestos de capital introducida por Joel Dean (1951), trae a valores actuales los estimados flujos de efectivo y costos esperados que el proyecto generará en el futuro y les resta la inversión hecha para el proyecto. La siguiente ecuación resume el procedimiento para su cálculo:

$$NPV = \sum^t \frac{E_t}{(1 + Rf_t)^t} \text{ para toda } t$$

Donde

$$E_t = (\text{Ingresos de Efectivo}_t - \text{Costos de Efectivo}_t)$$

Los flujos positivos resumen los ingresos del proyecto, mientras los flujos de efectivo negativos lo hacen para los gastos. La variable “*t*” es el período de tiempo del proyecto, el tiempo en que se realiza cada flujo de efectivo. Las siglas “*Rf*” representan la tasa de descuento usada para traer a unidades monetarias de hoy los flujos futuros; de tal manera que, el valor del proyecto, calculado por medio de esta forma de valuación, está dado por la sumatoria de los flujos positivos y negativos descontados a precios corrientes.

Estos modelos permiten claramente poder discriminar la inversión o no en un proyecto. Un valor presente neto positivo indica la aceptación del mismo, mientras que un valor presente neto negativo automáticamente lo rechaza (Dixit y Pindyck, 1996). La facultad de determinar entre invertir o no, es factible, sin embargo no permite, si la decisión es inversión entre varios, cuál o cuáles fondear ante la existencia de recursos limitados.

3. VALUACION POR MEDIO DE OPCIONES REALES

La valuación por medio de opciones reales es otra técnica de valuación de proyectos de inversión de capital. Esta técnica es basada en la valuación de opciones financieras desarrolladas a mediados del siglo pasado (Black y Sholes, 1973; Merton, 1973), en que la valuación versa sobre el intercambio de instrumentos financieros derivados.

En el caso de opciones reales acuñadas en ese término por Mayers (1977), implican activos reales o físicos (Kogut y Kulatilaca, 2001) y no de títulos financieros intercambiables. Esta metodología toma en cuenta las posibilidades u opciones que un proyecto tiene más allá del solo descuento de sus flujos de efectivo, esto es, la capacidad de un proyecto de expandir, contraer, posponer o retrasar sus fases (Mun, 2002), y la flexibilidad dada por tomar la opción u opciones mas apropiadas entre ellas solo si es conveniente al proyecto (McGrath, 1997). Esa flexibilidad de ejercer la opción a conveniencia tiene como premisa el derecho mas no la obligación de incurrir en un a decisión a no ser que le sea rentable y conveniente al proyecto evaluado.

La ecuación general para la valuación de opciones financieras y reales está dada por la ecuación equivalente a la valuación de una opción call:

$$C = N(d_1) - Xe^{-RfT} N(d_2)$$

donde N representa la distribución normal estándar de los valores d_1 y d_2 dados por:

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (Rf + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

y

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + (Rf - \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

Cada una de las variables que intervienen en el cálculo de valuación está descrita en la tabla 1. Cabe hacer notar que estas variables son igualmente usadas para opciones financieras, precisamente para valuar opciones principalmente sobre acciones; al igual que para opciones reales, el significado de cada variable según su aplicación también es descrito en la tabla 1.:

Tabla 1. Variables financieras y de opciones reales, Trigeorgis (1996)

Variable	Black y Scholes	Opciones Reales
T	Tiempo a expirar	Tiempo a expirar
Rf	Tasa Libre de Riesgo	Tasa Libre de Riesgo
X	Precio de Ejercicio	Costo de Implementación
S	Precio de la Acción	Valor Presente de los Flujos de Efectivo Futuros
.σ	Volatilidad del Movimiento del Precio de la Acción	Volatilidad de los Retornos Futuros

4. COMPARACIÓN Y DISCRIMINACIÓN DE PROYECTOS

Siendo el capital un recurso limitado, la correcta valuación de los proyectos debería permitir asignar recursos a los proyectos más convenientes a la empresa. Una situación problemática se presenta al tratar de comparar proyectos para poder jerarquizarlos y determinar en cual o cuales invertir. Por una parte, independientemente de la metodología usada, el valor del proyecto es un dato fijo que no revela el tiempo dedicado para su logro. Dos proyectos con un valor de un millón de dólares cada uno, nos indica solamente la magnitud del proyecto, sin embargo uno puede requerir una inversión considerable con altos rendimientos recuperables durante poco tiempo y el otro una inversión más modesta con retornos moderados durante una vida más larga y ambos valer un millón de dólares.

Menos crítico, pero igualmente considerable es la situación en que varios proyectos tengan la capacidad de ser aceptados de acuerdo a su valor positivo, y esos valores sean diferentes entre ellos. El hecho de tener un valor positivo, indica que la inversión en ese proyecto es correcta y que generará utilidades. Sin embargo, una capacidad de inversión limitada llevaría a tomar la decisión basada en los proyectos que provean el mayor

rendimiento por unidad monetaria invertida, por lo que de esta forma no siempre el proyecto de mayor valor positivo es necesariamente el mejor proyecto a invertir.

4.1 RAZON DE RENTABILIDAD

La situación anterior nos da la pauta para introducir la razón de rentabilidad, basado en el índice de rentabilidad descrito por Brealey y Myers (2000), este ratio se determina como:

$$Rr = \frac{Vp}{Ip}$$

Donde:

I_p , es la inversión del proyecto en valor corriente. Y V_p , es el valor del proyecto obtenido por valuación de opciones reales o flujos descontados.

La relación existente entre el valor del proyecto y el monto de inversión da como resultado ese ratio de rentabilidad y este es una forma de, por una parte ordenar los proyectos dentro de una misma técnica de valuación, para tomar una decisión de inversión, al igual que se pueden estandarizar los valores de los proyectos para poder ser comparados por sus diferentes metodologías de valuación, en nuestro caso valor presente neto y opciones reales.

4.2 JERRQUIZACION PARA SU INVERSION

Una de las principales decisiones estratégicas de la gerencia de empresas de base tecnológica es el poder determinar el grado y monto de asignación de recursos a investigación y desarrollo (Hartman et al., 2006). Esta razón de rentabilidad nos permite ordenar los proyectos ya valuados por valor presente neto como por opciones reales para poder decidir en cual invertir dentro de una misma técnica, teniendo como objetivo la inversión el proyecto o los proyectos que presenten una razón de mayor magnitud, mayor retorno sobre la inversión.

En el caso de flujos descontados, los resultados de la relación pueden ser fraccionada o un número real mayor a la unidad, pero nunca será negativo pues esto implicaría que ya sea la inversión o el valor presente de los flujos lo fueran, lo cual hubiera hecho que en cualquiera de estas dos situaciones fuera rechazado el proyecto sin necesidad de obtener esta razón.

Si se obtiene una razón fraccionaria, cuando la inversión es mayor que el valor del proyecto, implicaría recibir una fracción monetaria por cada unidad monetaria invertida, tomando en cuenta, claro está, la tasa a la que fueron descontados los flujos, y su longitud en el tiempo. Razones mayores a la unidad, indican los múltiplos, o numero de veces que el proyecto es mayor que la inversión por unidad monetaria.

En el caso de valuación por opciones reales, cuando el proyecto no presenta oportunidades o posibilidades adicionales, la valuación obtenida por opciones es exactamente igual al valor obtenido por la valuación de valor presente neto (Mun, 2002), manteniéndose la igualdad para la razón de inversión en esta situación. Vale la pena mencionar que opciones reales es una herramienta que permite limitar los efectos negativos (Bowman y Hurry, 1993) pues por una parte sólo se ejerce una opción si es conveniente y por otra parte el valor mínimo que se pudiera tomar es el de el valor presente neto del proyecto.

Más importante aún, la razón de rentabilidad nos permite, usándola como metodología de comparación, poder estandarizar en un parámetro, valores de proyectos obtenidos como el valor presente neto y el valor de un proyecto por opciones reales. De esta manera se puede poner en contraste para su estudio, variaciones de una misma variable que interviene en ambos métodos de valuación como por ejemplo la tasa de descuento y el tiempo de madurez de un mismo proyecto.

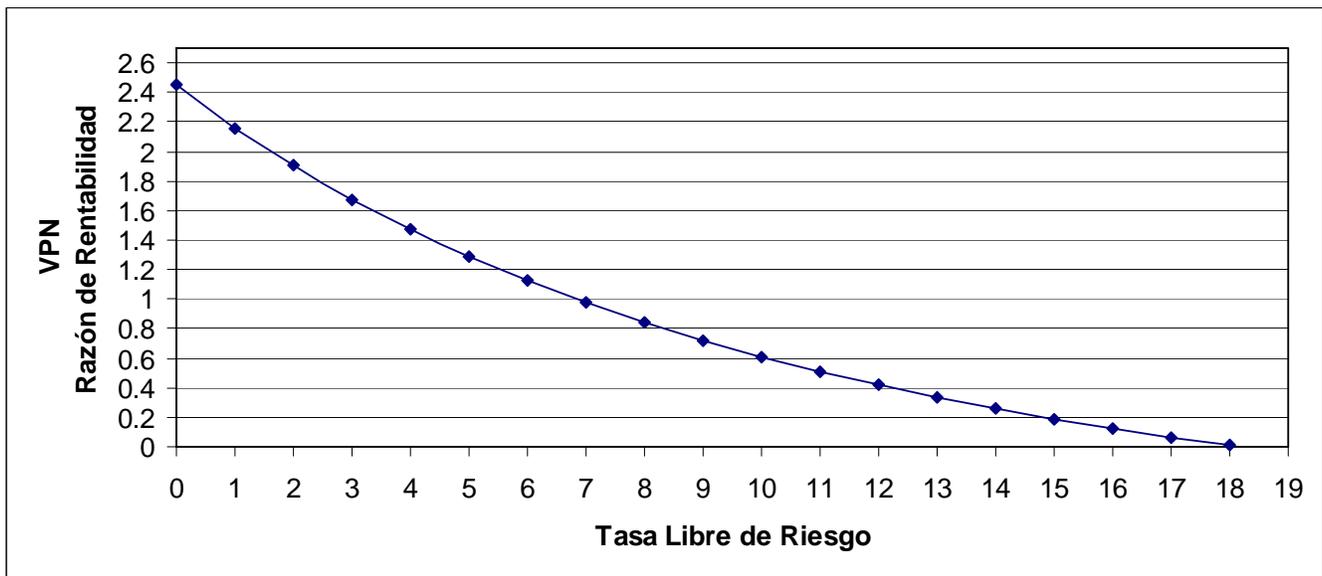
4.3 RAZON DE RENTABILIDAD COMO ESTANDAR COMPARATIVO ENTRE METODOS DE VALUACION

Ahondando un poco más en este tema, esta razón de rentabilidad permite comparar dos o más metodologías de valuación de acuerdo a una forma congruente y equitativa que pueda hacer contrastes estandarizados entre ellas, de tal manera que se obtenga un valor certero en un mismo proyecto. Adicionalmente es posible observar variaciones en las variables que intervienen tanto en el análisis por valor presente neto como en opciones reales, como lo son la tasa libre de riesgo y el tiempo en que se incurren gastos e ingresos y la vida del proyecto, factores críticos que están presentes en ambas metodologías y cuyo efecto puede ser estudiado por este indicador.

Ochoa (2007), utiliza esta razón de rentabilidad para comparar proyectos de investigación y desarrollo en la industria de cogeneración de energía, para determinar como influye la tasa de descuento en ambas técnicas de valuación sobre un mismo proyecto. Primero determina usar tasas que van en un rango de cero al dieciocho por ciento real, obtenidas como aproximación de la tasa de crédito dividida por la tasa de inflación de 174 países listados por el fondo monetario internacional de 1977 al 2006, tasas mayores no existen en el mundo real, o por lo menos no han existido en esos años, y tasas menores al cero no arrojarían información útil.

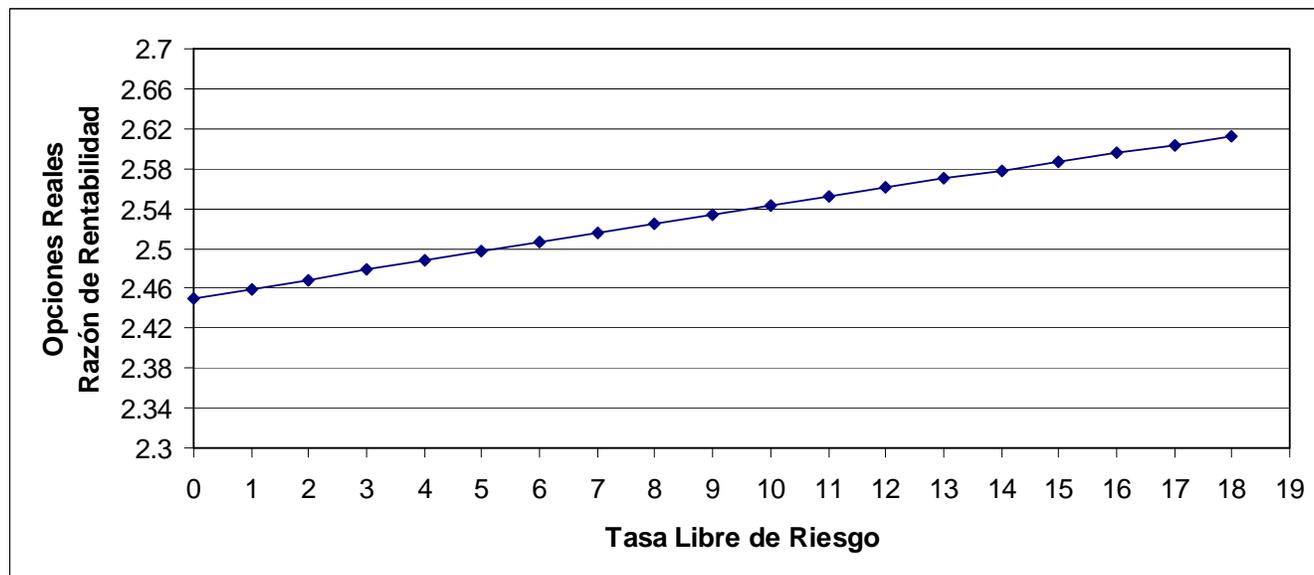
Una vez hecho esto, toma proyectos previamente valuados por valor presente neto y los revalúa para cada tasa de interés y luego los analiza por opciones reales, una vez obtenidos los valores de los proyectos la razón de rentabilidad es calculada y se observan variaciones de la tasa libre de riesgo para un mismo proyecto. Esto permite ver que a un incremento en la tasa de descuento, el valor de los proyectos valuados por valor presente neto y por lo tanto su razón de rentabilidad disminuye, mientras que por el contrario una situación inversa se presenta cuando se valúa por opciones reales, como se muestra en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Valor presente neto, razones de rentabilidad variando la tasa libre de riesgo



La razón de rentabilidad permite comparar y ver el efecto dentro de un mismo proyecto a diferentes tasas de descuento. Adicionalmente, presenta los beneficios de poder hacer comparaciones de métodos de valuación sin tener que mostrar información confidencial de montos de inversión, costos e ingresos. Más aún, permite determinar valores críticos de acuerdo a la tasa de descuento en que un proyecto puede cambiar de aceptable a peligroso de acuerdo a una razón de rentabilidad más pequeña.

Tabla 3. Opciones reales, razones de rentabilidad variando la tasa libre de riesgo



5. COMENTARIOS FINALES

La principal contribución de este escrito es establecer una forma en que la valuación de los proyectos de inversión en investigación y desarrollo pueden ser ordenados de acuerdo a su conveniencia económica. Adicionalmente, esta metodología puede ser usada para comparar un mismo proyecto con diferentes procedimientos de valuación. Si bien puede ser debatible cuál es la forma de evaluar un proyecto de investigación y desarrollo que capture su valor real, el uso del método de comparación usado en aquí, permite contrastar las técnicas de valor presente neto y opciones reales por la estandarización en un parámetro que es compatible entre ambas formas de valuación. A la vez que es una herramienta que permite al tomador de decisiones poder basar su elección en hechos que rebelen la bondad económica del proyecto por cada unidad monetaria invertida.

Se hace notar implícitamente en este artículo que si la herramienta evaluadora es empleada incorrectamente por seguir una moda, o es desconocido el funcionamiento e implicaciones de las variables que intervienen en ellas, puede traer como resultado conclusiones erróneas, al castigar o favorecer un mismo proyecto con una misma variable de acuerdo al procedimiento usado, como lo fue la situación presentada con la tasa de descuento.

Tal vez, investigación en esta misma línea pudiera ser continuada con otras técnicas de valuación mas allá de las dos descritas aquí. Posiblemente los árboles de decisión y los escenarios probabilísticas de acuerdo a valores esperados pudieran generar conocimiento adicional sobre valuación de inversiones de capital al compararse entre estos métodos y los diferentes escenarios que se pudieran presentar en cuanto a la manipulación de sus variables principales.

REFERENCIAS

- Black, F., and M. Scholes. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(May -June), 637-659.
- Bowman, E. H., & Hurry, D. (1993). Strategy Through the Option lens: An Inegrated View of Resource Investments and the Incremental Choice Process. *Academy of Management Reiew*, 18(4), 760-782.
- Brealey, R. A., & Meyers, S. C. (2000). *Principles of corporate finance* (6 th ed.). Boston: IRWIN/McGraw-Hill.
- Dean, J. (1951). *Capital Budgeting*: Columbia University Press.
- Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1996). *Investment Under Uncertainty* (Second Printing ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.

- Hartmann, G. C., Myers, M. B., & Rosenbloom, R. S. (2006). Planning Your Firms's R&D Investment. *Research Technology Management*, 49(2), 25-37.
- Kogut, B., & Kulatilaca, N. (2001). Capabilities As Real Options. *Organization Science*, 12(6), 744.
- McGrath, R. G. (1997). A Real Options Logic For Initiating Technology Positioning Investments. *Academy of Management Reiew*, 22(4), 974-996.
- Merton, R. C. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics and management Science*, 4(1), 141-183.
- Mun, J. (2002). *Real options analysis: tools and techniques for valuing strategic investments and decisions*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Myers, S. C. (1977). Determinanta of Corporate Borrowing. *Journal of Financial Economics*, 5, 147-175.
- Ochoa, E. A. (2007). *Risk Free Rate and the Symmetry Between Discounted Cash Flow and The Real Options Analysis in Research and Development Valuation: A Convenience Sample in the Energy Cogeneration Industry*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey.
- Trigeorgis, L. (1996). *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy In Resource Allocation*. Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology Press.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editors no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.