

Caso estudio para valorar el diseño de un software en empresas de parques tecnológicos de software en Cali-Colombia, a partir de opciones reales.

Áreas de investigación: Finanzas

Patricia González González

Departamento Contabilidad y Finanzas

Universidad del Valle

Colombia

pagonza@univalle.edu.co, patricia.gonzalez@correounivalle.edu.co.



Octubre 5, 6 y 7 de 2011
Ciudad Universitaria
México, D.F.

CONGRESO INTERNACIONAL DE CONTADURÍA ADMINISTRACIÓN E INFORMÁTICA

Clayton E. B. Marinho / Pexels (Imagen de stock)

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

informacongreso@fca.unam.mx

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax

52 (55) 5616.03.08



División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

Caso estudio para valorar el diseño de un software en empresas de parques tecnológicos de software en Cali-Colombia, a partir de opciones reales.

Resumen

El artículo tiene como objetivo presentar la forma de valorar un activo intangible, que para este caso es un *software*, a partir de la técnica de Opciones Reales e, igualmente, contrastar los resultados con otras técnicas como *Black and Scholes* y los Flujos de Caja Descontados corridos a través de Simulaciones Montecarlo, además de identificar las ventajas y desventajas que se desprenden de cada una de ellas para el tomador de decisión.

La metodología empleada es la del diseño de un caso estudio a partir del cual se plantea la necesidad de valorar un *software* para una compañía ubicada en el Parque Tecnológico de *Software* en Cali-Colombia. Las técnicas empleadas en la simulación fueron la de *Black and Scholes*, los Flujos de Caja Descontados corridos a través de Simulaciones Montecarlo y las Opciones Reales.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que la técnica de Opciones Reales es la mejor opción para valorar este tipo de activo intangible. Una vez que atiende mejor el contexto de los negocios en los días de hoy, al considerar dentro de su proceso de análisis dos variables que las otras dos técnicas no consideran, apropiadamente, como es el caso de la incertidumbre y la flexibilidad para realizar cambios a través del desarrollo del proyecto, aspectos importantes para fines de toma de decisión.

Palabras claves: Activos Intangibles, *software*, valoración, Opciones Reales, *Black and Scholes* y Flujos de Caja Descontados.

Octubre 5 y 7 de 2011
Ciudad Universitaria
México, D.F.

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

informacongreso@fca.unam.mx

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08



División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

Caso Estudio para valorar el diseño de un software en empresas de Parques Tecnológicos de *Software* en Cali-Colombia, a partir de Opciones Reales.

Introducción

Al suceder el cambio de la era industrial por la era de la información, los activos tangibles que generaban ventaja competitiva y, por ende, creaban valor, fueron perdiendo su influencia sobre estas variables, siendo reemplazados por los activos intangibles.

No obstante, esto trajo un nuevo problema para los tomadores de decisión, ya que la contabilidad financiera tradicional y las finanzas parecían que estaban diseñadas para ayudar a valorar los activos tangibles, permitiendo que su valor e impacto en el desempeño de las organizaciones fueran evidenciados en el balance general y estado de resultados, respectivamente. Situación que es diferente para los activos intangibles, ya que por su naturaleza, muchas veces es difícil de identificarlos en cuentas del balance o de resultado y, por lo tanto, la manera de determinar su *fair value* también resulta difícil de calcular, para algunos casos, en los días de hoy.

Cheiza, et al. (2005) y Cañibano et al. (1999) consideran que los métodos tradicionales de valoración de activos tangibles no son adecuados para valorar activos intangibles y que de ser utilizados dichos métodos, existiría el riesgo de que los intangibles queden mal valorados por subestimación o sobrestimación.

A consecuencia de lo anterior, ha venido ganando terreno como técnica para valorar los activos intangibles, el uso de las opciones reales, pues es una técnica que se ajusta a las características y variables del nuevo contexto de los negocios, inclusive, esta técnica es considerada por algunos autores (Copelan, et al, 2003; Mung, 2003 y Kodukula et al, 2006) como una técnica que supera a otros métodos de tradicional uso, por ejemplo, los flujos de caja descontados y árboles de decisión, ampliamente, usados en la valoración de activos tangibles y toma de decisiones relacionadas con inversiones.

El artículo tiene como objetivo presentar la forma de valorar un activo intangible, que para este caso es un *software*, a partir de la técnica de Opciones Reales, e igualmente, contrastar los resultados con otras técnicas como *Black and Scholes* y los Flujos de Caja Descontados corridos a través de Simulaciones Montecarlo, además de identificar las ventajas y desventajas que se desprenden de cada una de ellas para el tomador de decisión.

En ese sentido, el artículo se compone de la justificación, una breve revisión bibliográfica, metodología, desarrollo del caso, análisis de resultados y consideraciones finales.

1. Justificación

En las últimas dos décadas, los activos intangibles han llegado a representar una parte importante del valor del mercado de las compañías, una vez que en los comienzos de los 80 hasta finales del año 2000, el valor de los activos intangibles, paso del 40% para convertirse en algo más del 85% del valor de mercado de la compañías. (Daum, 2001; Kaplan y Norton, 1996)

<http://informacongreso@fca.unam.mx>

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08

División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

 ANFECA
Asociación Nacional de Facultades y
Escuelas de Contaduría y Administración

Pero lo crítico de esta situación es que la contabilidad financiera, la gerencial y los sistemas de monitoreo de desempeño no estaban preparados para este cambio en la nueva composición de los activos de las compañías.

Daum (2001) considera que durante la actual recesión económica que ha azotado al mundo, se hace necesario que existan medidas que permitan medir adecuadamente los retornos sobre la inversión en activos tangibles fijos y en intangibles, esto con miras a realizar una mejor asignación de los recursos.

Según Talha (2004), el desarrollo de habilidades y la creación de métodos al interior de las compañías que permitan medir adecuadamente el impacto que tiene en los días de hoy los activos intangibles, permitirá que se cree valor para los accionistas y otros usuarios, además de contribuir con la continuidad de la compañía en un mercado altamente competitivo.

Por otro lado, Reilly (1998, p. 45) considera que existen seis razones para evaluar, el activo intangible relacionado con tecnología y entre ellas están:

1. “Darle un precio que permita su venta o licenciamiento.
2. Para aspectos de financiamiento de la titulación y constitución de garantías ya sea que dicha financiación se base en flujos de caja o en activos.
3. Para fines de planeación tributaria.
4. Para constituir un banco de datos sobre información financiera que contribuya con la planeación estratégica, con la estimación del valor del negocio.
5. Para fines de procesos de bancarrota.
6. Para fines de apoyo legal y resolución de disputas relacionadas con infracciones, fraudes, derechos de los acreedores, incumplimientos de contratos, diferencias con autoridades fiscales, entre otros”.

Finalmente, El estudio realizado por la *Commission of the European Communities Enterprise Directorate General*, en abril de 2003, citado por Talha (2004), reconocía la importancia del activo intangible y consideraba que para los gobiernos, entes reguladores, las empresas, la profesión contable y otros usuarios, aspectos como la evidenciación y la medición de dichos activos han llegado a ser tema de alto grado de importancia a consecuencia del crecimiento significativo que se ha dado en inversiones en activos intangibles por parte del sector privado y por las limitaciones relacionadas con la obtención de información actualizada relacionada con dichos activos.

2. Revisión Bibliográfica.

2.1 Definición, Características y Clases de las Opciones Reales

La opción real puede ser definida como un derecho, no una obligación, para realizar una acción (diferir, expandir, contraer o abandonar) a un predeterminado costo llamado Precio del ejercicio, para un predeterminado período de tiempo – la vida de la opción. (Copeland y Antikarov, 2003; Kodukula y Papudesu, 2006; Bowman y Moskowitz, 2001).

Las opciones pueden ser clasificadas en dos grandes categorías: financieras y reales y esto se vincula con el tipo de activo. Un activo financiero está conformado por las acciones y bonos

emitidos y negociados en bolsa de valores. Las opciones para estos activos son listadas en el *Chicago Board Options Exchange* o en el *American Stock Exchange*. Por otro lado, un activo real puede ser una propiedad raíz, un proyecto o una propiedad intelectual. (Copeland y Antikarov, 2003; Kodukula y Papudesu, 2006)

Las opciones reales pueden ser Americanas o Europeas. Serán Americanas cuando ellas pueden ser ejercidas en una fecha anterior a la fecha de su expiración. Cuando la opción es ejercida en la fecha de expiración, entonces se habla de las opciones Europeas.

El abordaje de las opciones reales ha sido sugerido como una herramienta de toma de decisión estratégica y de presupuesto de capital, debido a que explícitamente representa la flexibilidad en la determinación del valor futuro. (Trigeorgis, 1996; Amram and Kulatilaka, 1999; Bowman y Moskowitz, 2001).

Meyers (1977) fue el primero en dar el concepto de una opción real y en plantear las similitudes que existen entre una opción financiera y una real. Este autor considera que las empresas pueden adquirir derechos después de tomar decisiones de inversiones. En ese sentido, el derecho se fundamenta en poder comprar o vender un activo físico o un portafolio de inversión, en un tiempo futuro. Otro aporte importante de este autor es que él sostiene que cuando un proyecto de inversión tiene una alta incertidumbre, el valor del proyecto debería ser igual al Valor Presente Neto del Proyecto más el valor de la futura opción, aspecto que es retomado por Mascareña en sus tratados sobre opciones reales.

Trigeorgis (1993) Divide las opciones reales en siete categorías atendiendo su flexibilidad: Opción para diferir, opción por etapas de inversión, opción para modificar la escala de funcionamiento, opción de abandonar, opción de cambiar, opción de crecer, opción de interactuar.

Amran y Kulatilaka (1999) aplicaron la Teoría del Precio de la Opción y las reglas del mercado financiero, para valorar activos no negociables en bolsa de valores, como era el caso de inversiones estratégicas, proyectos de investigación y desarrollo, proyectos de alta tecnología, entre otros.

Los modelos de opciones reales se basan en la presunción de que existen fuentes de incertidumbre, tales como el precio de un *commodity* o el resultado de un proyecto de investigación. No obstante a través del tiempo, el resultado de la incertidumbre es revelado, permitiendo a los gerentes realizar ajustes a sus estrategias. (Bowman y Moskowitz, 2001; Kodukula y Papudesu, 2006; Copeland y Antikarov, 2003; Dixit y Pyndick, 1995; Hooper, y Riggs, 1987; Lander y Pinches, 1998)

2.2 Las Opciones Reales y la Toma de Decisión Tradicional

Meyers (1984) establece las limitaciones de los flujos de caja descontados para fines de toma de decisión en proyectos de inversión, considerando que la mejor alternativa era el uso del precio de las opciones reales, igualmente, plantea la importancia de la estrategia en los presupuestos de capital de las empresas.

<http://informacongreso@fca.unam.mx>

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08



División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

Trigeorgis y Manson (1987) consideran que cuando los gerentes usan los métodos de valor presente neto o de los flujos de cajas descontados, parten de la premisa que los futuros flujos de caja pueden ser estimados para un futuro cierto. Por lo tanto, si el futuro es incierto, el uso del valor presente neto podría llegar a generar resultados sesgados induciendo a malas decisiones y, por otro lado, el uso de esta herramienta no permite que la gerencia sea flexible y efectúe cambios en la medida que el proyecto se va desarrollando.

Bradley y Meyers (1992) abordaron el asunto de invertir en investigación y desarrollo. Las conclusiones a las que llegaron estos autores, es que evidentemente una inversión en investigación y desarrollo trae implícita una opción para una compañía dentro de un periodo específico de tiempo, ya que la empresa puede tomar la decisión de implementar el proyecto o no. Por otro lado, si la investigación y desarrollo falla, la compañía sufrirá las respectivas pérdidas que corresponderán a los costos iniciales de la inversión. Contrariamente, si la compañía tiene éxito en el desarrollo de proyecto, los flujos de caja que se generarán a partir de él crearán valor para la compañía y para los accionistas. En este caso, para los autores, los costos en investigación y desarrollo se convertirán en regalías en esta opción, lo que es muy similar a una *Call Option*. Bradley y Meyers (1992) concluyen que la Teoría de precio de la Opción podría ser aplicada a programas de inversión en Investigación y Desarrollo.

Ross (1995) considera que los criterios que se generan para tomar una decisión a partir de métodos tradicionales como el valor presente neto contemplan únicamente dos situaciones o se “acepta ahora” o “nunca se acepta”. Criterios que no serían los más adecuados para evaluar el valor presente o futuro de una inversión en un escenario en el que una de las variables es la incertidumbre.

2.3. Activos Intangibles y las Empresas de Tecnología.

La importancia de las opciones reales en empresas de tecnología se hace evidente, en la medida que este abordaje contribuye con la medición de los productos generados por ellas, es así como, Xia, Zeng and Tang (2004), citados por Zeng y Zhang (2011), usan el método de análisis de opciones reales para estudiar la inversión óptima en nueva tecnología. Los resultados pueden ser usados para predecir la estrategia de inversión de las compañías y proveer un soporte teórico a partir del análisis empírico.

En cuanto a la clase de activos relacionados con tecnología, se suele mencionar los denominados intangibles de procesamientos de datos los cuales se vinculan con el *software* para computador y las bases de datos electrónica. (Really y Schweihs, 1998)

Según Really y Schweihs (1998), un *software* es algunas veces definido como un programa que le dice al computador que hacer y, en una definición más amplia, se entiende como *software* todas aquellas cosas que no se relacionan con el *hardware*. Los autores clasifican el software de un computador en grupos funcionales tal como se muestra a seguir:

Tabla 1. Clasificación de Software

Grupo Funcional	Tipos representativos de Software	Ejemplos
Sistemas de Software	Sistemas de operación,	Windows 7, Unix, Cobol,

	lenguajes, herramientas	C++, Anti-virus,
Aplicaciones Operación de Negocios	<ul style="list-style-type: none"> • Contabilidad • Producción • Control • Ingeniería 	<ul style="list-style-type: none"> • Nomina, Libro mayor, facturación de Materiales • control de inventarios • Diseño por computador
Automatización de la Oficina	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador de palabra • Hojas electrónicas • Trabajo en grupo 	Word perfect Microsoft Excel Lotus notas
Educación y recreación	<ul style="list-style-type: none"> • Referencia • Tutoriales • Juegos 	<ul style="list-style-type: none"> • Enciclopedia, Atlas • Lenguas extranjeras, matemáticas • Cartas o simuladores de juegos.

Fuente: Reilly, R. y Swchweih, R. Valuing Intangible Assets. Boston: McGraw Hill, p.364.

En cuanto al propietario o usuario del activo intangible, el *software* cae en dos categorías. La primera categoría tiene que ver con *software* para la venta o licencia o el *software* como producto. La segunda categoría corresponde a *software* destinado para uso interno o *software* operacional. El *software* operacional puede incluir el *software* diseñado internamente o el *software* comprado o licenciado desde otra parte.

Finalmente, dado que el *software* o una base de datos deben ser copiados o almacenados en un medio físico, como es un *diskette*, un CD, o una USB, algunos piensan que estos activos son tangibles, cosa que no es cierta, pues el valor intrínseco de estos activos es atribuido al programa o a los datos y, no, a los medios físicos en los cuales se suelen almacenar o copiar.

Por otro lado en la investigación adelantada se detectó que para el caso colombiano el *software* puede tener las siguientes categorías: *software* de gestión, *software* a la medida; *software* empaquetado.

3. Metodología

La metodología empleada fue la de desarrollar un caso de estudio, a través del cual se calculó el valor de un *software* utilizando los métodos de opciones reales, *Black* y *Scholes* y los flujos de caja descontados a valor presente corridos en Simulaciones Montecarlo.

Para los cálculos de los árboles binomiales de Lattice y *Black* y *Scholes* se utilizó la herramienta de Excel y para correr los flujos de caja descontados a valor presente a través de la Simulación Montecarlo se empleó el software Simularsoft.com.

Para la construcción del caso de estudio se tuvo en cuenta los datos obtenidos de una encuesta levantada en el Parque Tecnológico de Software (*Parquesoft*) de la ciudad de Cali-Colombia. *Parquesoft* es un lugar que alberga un número pequeño de empresas de informática dedicadas algunas al desarrollo de *software*.

http://co
informac
Teléfono

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08

División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

Asociación Nacional de Facultades y
Escuelas de Contaduría y Administración

3.1. Ficha Técnica

La ficha técnica del estudio atiende a las siguientes características:

- Geográfica: La investigación se realizó en el área metropolitana de Cali-Yumbo.
- Población objetivo: Micro, pequeñas y medianas empresas de *Software* ubicadas en el Parque Tecnológico del Software Parquesoft de Cali.
- Temporal: Las encuestas se aplicaron durante el primer semestre del año 2010.
- Número de empresas encuestadas: 21 empresas.

3.2 Limitaciones del Trabajo

La investigación se limitó a seguir el perfil de empresas ubicadas en el Parquesoft de Cali y solamente se tuvieron en cuenta empresas desarrolladoras de *software* que cumplieran con las condiciones de estar registradas en Cámara de Comercio y llevar contabilidad, de ahí, el número tan reducido de empresas que conforman la muestra.

4. Caso Estudio

La compañía Visión es una pequeña empresa dedicada al desarrollo de *software*, su sede es en el Parquesoft de Cali. Esta empresa tiene una participación en el mercado de desarrollo de *software* de gestión de un 45%, siendo líder en el desarrollo de diversos aplicativos relacionados con control y gestión de procesos para empresas importantes de la región. En la actualidad adelanta un proyecto sobre el desarrollo de un aplicativo de indicadores de desempeño. No obstante dada la dinámica del mercado y la economía, lo cual genera una alta incerteza, la empresa quiere saber cuál sería el valor de la opción para esperar o diferir el proyecto.

Basada en su experiencia con productos similares, la empresa sabe que puede esperar hasta un máximo de cuatro años antes de realizar el nuevo producto sin que esto genere una substancial pérdida en las ventas.

Para fines de desarrollar los cálculos se cuenta con la siguiente información: El Flujo de Caja Descontado estimado usando una apropiada tasa de descuento ajustada al riesgo muestra que el valor presente de los futuros flujos de caja para el nuevo *software* es de \$184.000 (miles de pesos), en cuanto que la inversión para desarrollarlo y mercaderarlo es de \$270.000 (miles de pesos). La volatilidad del retorno logarítmico de los flujos de caja futuros está estimada en un 30% y la tasa anual libre de riesgo es del 5% sobre la vida de la opción que es de cuatro años. El caso estudio se desarrollará por los métodos *Black and Scholes*, Opciones Reales y el resultado de los flujos de caja descontados a valor presentefueron corridos a través de aplicar Simulación Montecarlo, para lo cual se utilizó, la herramienta Simularsoft com.

a) Método *Black and Scholes*

- Para efectos del cálculo identificamos los parámetros de entrada de la ecuación:

$$S_0 \text{ (Valor actual del activo)} = \$ 184.000$$

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

Información

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08



X (Precio del Ejercicio) = \$ 270.000

σ (volatilidad) = 30%

r (tasa libre de riesgo) = 5%

T (tiempo de expiración) = 4 años

- Calculamos los parámetros de la opción:

$$d_1 = \{\ln(S_0/X) + (r + 0.5\sigma^2)T\} / \sigma\sqrt{T}$$

$$d_1 = \{\ln(184/270) + (0.05 + 0.3^2)4\} / 0.3\sqrt{4}$$

$$d_1 = 0.152522998$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$$d_2 = 0.152522998 - 0.3*\sqrt{4}$$

$$d_2 = -0.447477002$$

Encontrar $N(d_1) = 0.560612773$ (calculado a través de Microsoft excel)

Encontrar $N(d_2) = 0.327265345$ (calculado a través de Microsoft excel)

Resolver ecuación *Black and Sholes* para calcular el valor de la opción real:

Octubre 5, 6 y 7 de 2011

Ciudad de México, D.F.

$$C = (N(d_1)S_0 - N(d_2)X) \exp(-rt)$$

$$C = \$30.81 \text{ Millones}$$

b) *Flujos de Caja Descontados corridos a través de Simulación Montecarlo:*

Después de correr varias veces el estado de flujo de caja libre descontado a través de un programa de Simulación Montecarlo se obtuvo un valor presente de \$ (-86) millones. Las variables que se utilizaron para correr la simulación Montecarlo caja libre descontado fueron las siguientes:

- Identificar los parámetros de entrada:

S_0 (Valor actual del activo) = \$ 184.000

<http://congreso.investigacion.fca.unam.mx>

información X (Precio del Ejercicio) = \$ 270.000

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08



División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

σ (volatilidad) = 30%

r (tasa libre de riesgo) = 5%

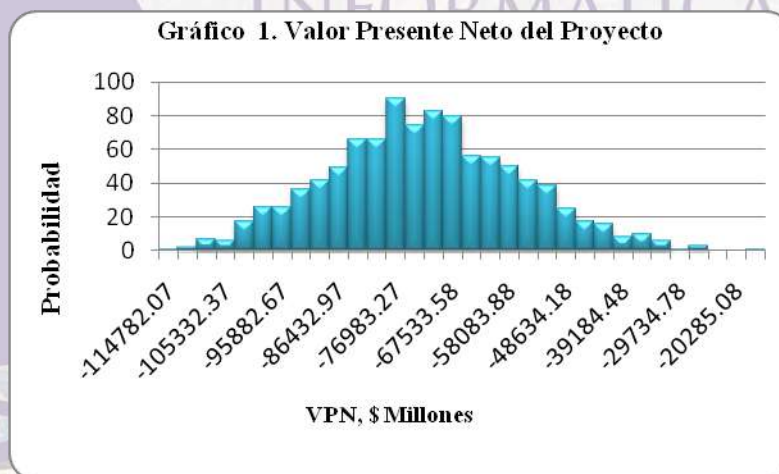
T (tiempo de expiración) = 4 años

Esta simulación fue corrida en el programa Simularsoft.com., 1000 veces.

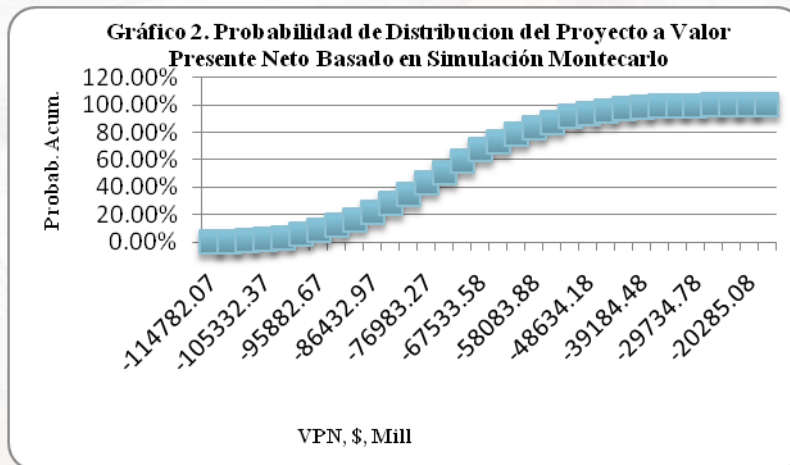
El resultado de la simulación arrojó un valor promedio de la Opción Real de \$- 86. El valor del activo al final del cuarto año (\$184) es comparado con el valor del precio del ejercicio, que para este caso fue de \$270 millones. La toma de decisión se realiza teniendo en cuenta estas premisas:

- Si el valor final de la opción es superior al precio del ejercicio, la opción se ejerce, y se considera que la *call option* está en dinero. En este caso el valor de la opción será igual al valor final menos el precio del ejercicio.
- Por otro lado, si, el valor final de la opción es inferior al precio del ejercicio, la opción no se ejerce y se considera que está en pérdida, resultando en un valor de cero para la opción a partir de la simulación.

A seguir se presentan unos gráficos arrojados por el simulador Simularsoft.com



El gráfico 1 presenta el punto de la distribución de probabilidad del valor presente neto calculado desde la simulación Montecarlo.



El gráfico 2 muestra la probabilidad de distribución acumulada, la cual nos indica cual es la probabilidad de que el proyecto sea mayor que cero. En este caso si se tomara la decisión a partir de los datos obtenidos por este procedimiento, definitivamente, sería la de abandonar el proyecto, pues en los dos gráficos se observa que el proyecto genera pérdida.

c) Método Binomial:

Para elaborar el árbol de decisión a partir del Método Binomial y determinar el valor de la opción se realiza un proceso de seis pasos, los cuales se explican a seguir:

1) **Determinar la estructura de la opción:** en este paso se describe el problema en simples palabras y figuras, identificando el tipo de opción y, por consiguiente, el tipo de decisión contingente y la regla de decisión. Algunas aplicaciones involucran más de una decisión u opción. Por ejemplo, escoger opciones puede incluir abandono, diferir, expandir, contrato u otras opciones. Este punto corresponde en lo expuesto en el Caso Estudio.

2) **Identificar los Parámetros de Entrada:** que para este caso son los siguientes:

S_0 (Valor actual del activo) = \$ 184.000

X (Precio del Ejercicio) = \$ 270.000

σ (volatilidad) = 30%

r (tasa libre de riesgo) = 5%

T (tiempo de expiración) = 4 años

δt (tiempo incremental) = 1 año

3) **Calcular los Parámetros de la Opción:** los cuales son los factores *up* (u) y el *down* (d) y la probabilidad del riesgo neutral (p), elementos importantes para una solución Binomial.



$$= 1.350$$

$$d = 1/u$$

$$= 1/1.350$$

$$= 0.741$$

$$p = \frac{\exp(r\delta t) - d}{u - d}$$

$$= \frac{\{\exp(0.05*1) - 0.741\}}{(1.350 - 0.741)}$$

$$= 0.510$$

4) **Construir el Árbol Binomial y se Calcula el Valor del Activo en cada Nodo del Árbol:**

El árbol binomial se construye teniendo en cuenta el número de tiempos incrementales seleccionados. El valor del activo subyacente en cada nodo del árbol es calculado comenzando con S_0 en el tiempo cero, en el lado izquierdo del árbol y moviéndose hacia el lado derecho usando los factores “U” y “d”, así, por ejemplo:

$$1) S_0 * U = S_0 U$$

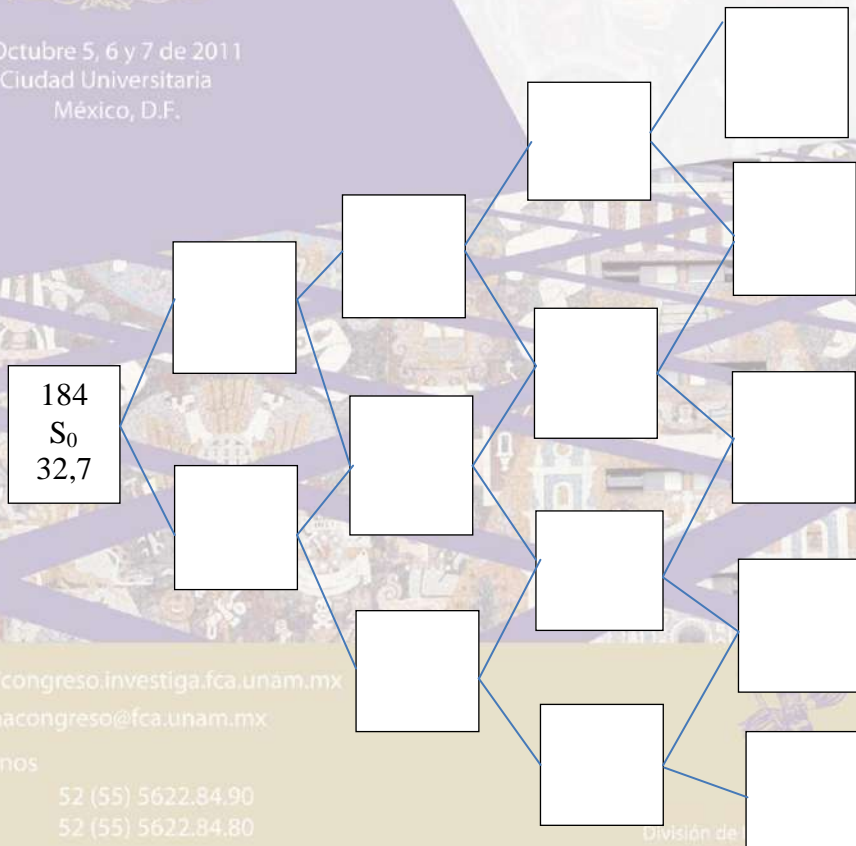
$$184 * 1,350 = 248,4$$

$$2) S_0 * d = S_0 d$$

$$184 * 0.741 = 136,31$$

Figura 1. Árbol Binomial Valor de la Opción.

Octubre 5, 6 y 7 de 2011
Ciudad Universitaria
México, D.F.



<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>
informacongreso@fca.unam.mx

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90
52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08

ANFECA
Asociación Nacional de Facultades y
Escuelas de Contaduría y Administración

División de... Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

5) **Calcular el Valor de la Opción en cada Nodo del Árbol:** en este paso el cálculo se hace en el sentido derecha – izquierda del árbol. La regla de decisión es aplicada en cada nodo y la óptima decisión seleccionada. El valor de la opción es identificado como el valor del activo que refleja la decisión óptima. Moviéndose hacia la izquierda del árbol. Los valores de la opción en cada nodo son calculados a partir de los nodos que están en la derecha, del mismo modo en el cálculo se utiliza la tasa libre de riesgo y el factor de probabilidad de riesgo neutral. Este proceso se continua hasta que se alcanza el extremo izquierdo del árbol, lo cual refleja el valor del proyecto. Es de anotar que en el paso cuatro se calcula el valor subyacente del activo en cada nodo sin tener en cuenta la toma de decisión gerencial. Contrariamente en este paso se identifica el valor del activo que refleja la decisión óptima, por parte de la gerencia, en aquel nodo.

Así, por ejemplo:

Los valores del extremo derecho del árbol se calculan así:

$$S_0U^4 - X = \text{Valor Neto del Activo}$$

$$610,90 - 270 = 340,90$$

En el S_0U^4 , el Valor esperado del activo es \$610,90 si se invierte \$270 para el nuevo producto, por lo tanto, el valor neto del activo es \$340,90.

$S_0U^2d^2 = 0$, porque el valor esperado del activo es 184 si se hace una inversión de 270, lo que resulta en una pérdida neta de \$ 86. Por lo tanto la decisión en este nodo es la de no invertir en el desarrollo del producto, lo que significa que el valor de la opción en este nodo es cero.

Para el siguiente nivel que corresponde S_0U^3 , el cálculo se hace de la siguiente manera:

$$S_0U^3 = \{p(S_0U^4) + (1-p)(S_0U^3d)\} * \text{EXP}(-r\delta t)$$

$$= \{0.510(340,90) + (1-0.510)(65,27) * \text{EXP}(-5\% * 1) = 195,74$$

$$S_0Ud^2 = \{0.510(\$0) + (1-0.510)(\$0)\} \text{EXP}(-0.05)(1)$$

$$= 0$$

El paso seis de esta metodología se explica a seguir:

5. Análisis de Resultados

Los valores para la opción real para la compañía obtenidos a partir de los tres métodos fueron los siguientes:

- *Black y Scholes* = \$ 30,81
- Simulación Montecarlo = \$ - 86,00
- Binomial Laticce Opciones Reales = 32,72

<http://congreso.investigacion.unam.mx/informacongreso@fca.unam.mx>

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax 52 (55) 5616.03.08

División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510


Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración

Los cálculos mostrados por *Black y Scholes*, simplemente, resultan de reemplazar los números dentro de la ecuación y resolverlo, lo cual hace que de los tres métodos, sea el más fácil de usar. La desventaja que presenta es que no hay transparencia con este modelo en relación a la lógica que hay detrás del resultado obtenido. (Kodukula y Papudesu, 2006)

Si la decisión fuera tomada a partir de los flujos de cajas descontados (FCD) usando una tasa de descuento ajustada al riesgo (corrida a través de una simulación Montecarlo), muestra un pago de \$184 millones para el nuevo producto y el costo de la inversión es de \$270 millones para desarrollarlo y mercaderarlo. Lo que significa que el valor presente neto del proyecto es de \$-86 (\$184-\$270). Lo cual no favorece al inversionista y por lo tanto no se haría la inversión en este proyecto. No obstante, el proyecto tiene un valor de la opción real de aproximadamente \$ 32,72, el cual es creado a partir de las características del proyecto relacionado a la alta incertidumbre. El valor creado por la opción es la diferencia entre el Valor de la Opción Real de \$32,72 y los FCD – calculados a partir del VPN de \$-86, lo que es igual a \$118,72: $(32,72 - (-86) = 118,72)$.

A partir de la creación de este valor, la compañía podría explorar otras alternativas diferentes a abandonar el proyecto. Así, por ejemplo, la empresa podría esperar hasta que la incertidumbre del mercado disminuya y, en ese momento, se debería de re-estimar los pagos del proyecto. Si los pagos siguen siendo desfavorables, la empresa podría continuar esperando o abandonar el proyecto. Por otro lado, si el proyecto resulta favorable con altos pagos, la decisión podría ser invertir en el producto.

Finalmente, en el método binomial, los números que están en la parte inferior del árbol, representan el valor de la opción basado en la maximización de la inversión en aquel punto que de no ser así podría dar origen a esperar para el próximo periodo. No obstante en el fin del año 4 no se puede esperar más tiempo que ese, ya que la opción expira en aquel año. Esto significa que se puede ejercer la opción e invertir los \$270 millones (precio del ejercicio) ya que el valor esperado es mayor que \$270 millones, o se deja expirar en caso contrario.

6. Consideraciones Finales.

Se puede considerar que el método de las opciones reales es un método que nos permite calcular el valor de un *software* involucrando variables como la flexibilidad y la incertidumbre, lo que facilita la toma de decisión en cuanto a continuar con un proyecto o posponerlo hasta que la incertidumbre sea más clara. Estas variables no son contempladas por los otros dos métodos que se utilizaron en este caso estudio: *Black y Scholes*, y flujos de caja descontados a valor presente corridos en simulaciones Montecarlo.

El resultado arrojado por *Black y Scholes* se limita a un valor numérico que no va más allá de informar eso. En cuanto al resultado obtenido por los flujos de caja descontados corridos en simulación Montecarlo, dado que el resultado arrojado fue de pérdida, la decisión que seguramente tomaría un inversionista sería la de desistir del proyecto, esto dentro del modelo de decisión que maneja esta alternativa que es la aceptar o rechazar una inversión.

No obstante, esa decisión podría ser reconsiderada si complementamos dicha información con

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

http://con
informacongreso@fca.unam.mx

Teléfonos

Fax 52 (55) 5616.03.08

la obtenida por las opciones reales, esto da una mayor flexibilidad en cuanto a decidir si se abandona el proyecto o se pospone y por lo tanto podría inducir a una mejor toma de decisión hasta que el panorama sea más claro.

El método de opciones reales ofrece más transparencia al mostrar el valor del proyecto en el futuro a través de los posibles pagos lo que implicaría una toma de decisión más racional. Por lo tanto al ser más claro el panorama en el futuro la gerencia puede tomar mejor decisiones al poder comparar los pagos esperados con los costos de la inversión. El método Binomial provee un mapa estratégico que facilita este proceso y, por lo tanto, lo hace superior frente a los otros dos métodos expuestos.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en este artículo se puede plantear para futuros artículos evaluar la pertinencia del método de flujos de caja descontados a valor presente en los días de hoy como herramienta de toma de decisión. De tal modo que se responda si, definitivamente, el método no es el más adecuado o, por el contrario, el método es aún vigente pero requiere de ser integrado con otras herramientas de tal forma que la información obtenida contribuya con una buena toma de decisión para realizar inversiones.



Octubre 5, 6 y 7 de 2011
Ciudad Universitaria
México, D.F.

CONGRESO NACIONAL DE CONTADURÍA ADMINISTRACIÓN E INFORMÁTICA

Copyright © 2011. Todos los derechos reservados. Fotografía: Andrés López Ochoa

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

informacongreso@fca.unam.mx

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax

52 (55) 5616.03.08



División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510

BIBLIOGRAFIA

Amran, M. and Kulatilaka N (1999). Real Option Managing Strategies Investment in an uncertain World. Boston, Mass: Harvard Business School Press.

Brealy, R.A. and Meyers, S.C (1992). Principles of Corporate Finance. New York: McGraw Hill.

Bowman, E. and Moskowitz, G. (2001). Real Option Analysis and Strategic. Organization Science; 12,6., p. 772.

Cañibano et. Al (1999). La Relevancia de los Intangibles para la Valoración y la Gestión de Empresas: Revisión de la Literatura. Revista Española de Financiación y Contabilidad. No. 100, p. 17-88.

Chiesa, Vittorio, et. Al (2005). The Valuation of Technology in Buy Cooperate-sell Decisions. European Journal of Innovation Management, p. 5-30.

Copeland, T. and Antikarov, V. (2003). Real Options a Practitioner's guide. United States: Cengage Learning.

Daum, J. (2001). How to Better Exploit Intangible Asset to Create Value. The New Economy Analyst Report, Available at: www.juergendaum.com/news/07_06_2001.htm

Dixit, A. K. and Pyndick, R. (1995). The Options Approach to Capital Investment , Harvard Business Review, vol. 77. No. 3, p. 105-115.

Hooder, J.E. and Riggs, H.E (1987). Pitfalls in Evaluating Risk Projects, Harvard Business Reviews. Vol. 63 no. 1, p. 128-135

Kodukula, P. and Papudesu, C. (2006). Project Valuation Using Real Options. A practitioner's Guide. Fort Lauderdale. J.Ross, Publishing.

Lander, D. M. and Pinches, G.E (1998). Challenges to the Practical Implementation of Modeling and Valuing Real Options. The Quarterly Review of Economics and Finance, vol. 38 No. 3, p. 537-567.

Meyers, S. C (1977). Determinants of Corporate Borrowing. Journal of Financial Economics, vol. 5 No. 2. P.147-175.

Meyers, S.C. (1984). Finance Theory and Financial Strategy. Interfaces, vol. 14, no. 1, 1984, p.p. 126-137.

Mung, J (2003). Real Options and Analysis Course. Business Cases and Software Applications. New Jersey: John Wiley & Son, In.

Ross, S.A. (1978). A simple approach to the valuation of risky income stream. Journal of

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

52 (55) 5616.03.08

Business, vol. 51, no. 3, p. 453-75.

Reilly, Robert (1998). The Valuation of Proprietary Technology. *Management Accounting*, 79,7, p.45-49.

Reilly, Robert and Schweih, Robert (1999). *Valuing Intangible Assets*. New York: McGraw-Hill.

Ross, S.A (1995). Uses, Abuses and Alternatives to the Net Present Value Rule. *Financial Management*. Vol 24, no. 3. p. 96-102 doi: 10.2307/366556.

Talha, M. (2004). Valuation of Intangible Assets in Accounting. *Construction Accounting & Taxation*. Boston, vol. 14. ISS 1, p. 25.

Trigeorgis, L. (1993). Real Options and Interaction with Financial Flexibility. *Financial Management*, vol. 22, No. 3, p. 202-224.

Trigeorgis, L. and Mason, P.S (1987). Valuing Managerial Flexibility. *Midland Corporate Finance Journal*, Vol. 5, No. 1, pp. 14-21.

Xia, H et al (2004). Survey of Real Options Approach to Analyze Strategic Investments of Technology Innovation. *Journal of Management Sciences in China*, vol. 7, no. 1, p. 88-96.

Zeng, S. y Zhang, S (2011). Real Options Literature Review. *IBusiness*, p. 3,43-48 doi: 10.4236/ib.2011.31007.



Octubre 5, 6 y 7 de 2011
Ciudad Universitaria
México, D.F.

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx>

informacongreso@fca.unam.mx

Teléfonos

52 (55) 5622.84.90

52 (55) 5622.84.80

Fax

52 (55) 5616.03.08



ANFECA
Asociación Nacional de Facultades y
Escuelas de Contaduría y Administración

División de Investigación. Facultad de Contaduría y Administración, UNAM
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510