

**USO DE LA TEORIA DE OPCIONES REALES PARA VALORAR
FUENTES E INSTRUMENTOS DE FINANCIAMIENTO**

**ANDREA LUCIA FLOREZ SALAMANCA
MARYLUZ PINILLA VEGA**



SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNAB

ADQUISICIONES

B. Jardín B. Basque ___ B. Caimas ___ CIEM ___ Precio \$ 20.000

Clasificación _____ Tiempiar _____

Proveedor _____

Compra _____ Donación Canje _____ Unab _____

Fecha de ingreso: 00 _____ día _____ de _____

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA FINANCIERA
BUCARAMANGA
2007**

**USO DE LA TEORIA DE OPCIONES REALES PARA VALORAR
FUENTES E INSTRUMENTOS DE FINANCIAMIENTO**

**ANDREA LUCIA FLOREZ SALAMANCA
MARYLUZ PINILLA VEGA**

Proyecto de grado

**Asesor
Edinson Torrado Picón**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA FINANCIERA
BUCARAMANGA
2007**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga 17 de Abril del 2007

DEDICATORIA

A lo largo de nuestra vida universitaria siempre contamos con el apoyo de nuestros padres, de nuestros docentes, de nuestra facultad y de nuestra universidad; lo cual permitió que en conjunto lucháramos por alcanzar nuestras metas profesionales. Hoy nos sentimos satisfechas pues en el logro de nuestros sueños encontramos la compañía y la dedicación de personas que con sus consejos hicieron de una idea un aporte para la sociedad. A ellos dedicamos este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de avanzar en nuestra vida personal y en nuestra vida académica. Ya que él hizo posible que se encontrará un equilibrio para realizar nuestro proyecto de grado. También agradecemos a nuestros padres y amigos, quienes de una u otra forma contribuyeron con su apoyo a la realización del mismo. Agradecemos especialmente al profesor Edinson Torrado Picón, quien dirigió cada uno de nuestros avances. A toda la facultad de Ingeniería financiera la cual proporcionó la infraestructura y el material necesario para llevar a cabo esta investigación.

OBJETIVO GENERAL

Estructurar una metodología que permita el uso de la teoría de opciones reales para valorar fuentes e instrumentos de financiación.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar el uso de la teoría de opciones reales para valorar fuentes de financiación en empresas.
- Demostrar el impacto que causa el uso de las opciones reales en las empresas al financiarse por medio de deuda o de recursos propios.
- Elaborar y diseñar una herramienta que permita evaluar el uso de las opciones reales para valorar las fuentes de financiamiento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de emisión de una opción	24
Figura 2. La incertidumbre aumenta el valor de los activos	31
Figura 3. Variables.	32
Figura 4. El impacto de las variables sobre el valor de las opciones <i>CALL Y PUT</i> .	34
Figura 5. Valor de flexibilidad operativa	40
Figura 6. Evolución del activo subyacente	46
Figura 7. Modelo binomial multiperiodo	48
Figura 8. Árbol binomial del activo subyacente	49
Figura 9. Desarrollo del árbol binomial para valorar	51
Figura 10. Metodología de una opción de crecimiento	60
Figura 11. Árbol binomial de una inversión inicial	62
Figura 12. VAN del proyecto con la opción de ampliarlo	63
Figura 13. Opción de diferir	65
Figura 14. Análisis del VAN	67
Figura 15. Cálculo del VAN	68
Figura 16. Cálculo del VAN_{total}	68
Figura 17. Opción de abandono	69
Figura 18. VA de los flujos de caja de la empresa	71
Figura 19. VA con la opción de abandono	72

LISTA DE ECUACIONES

1. Cálculo de van	38
2. Van total	39
3. d_1 y d_2	43
4. <i>PUT</i> .	44
5. Paridad PUT CALL	44
6. Opción CALL	46
7. Cálculo Probabilidad	47
8. Valor teórico opción	47
9. Opción PUT	54
10. Costo de Retraso	56
11. Valor empresa	62
12. Factor U y d	62
13. Tasa libre de riesgo	62
14. Cálculo del VAN por nodo	63
15. Precio de ejercicio	68
16. Calculo del VAN _{total}	69

CONTENIDO

OBJETIVOS	
INTRODUCCION	11
1. MARCO TEORICO	13
2. OPCIONES	20
2.1 DEFINICION DE OPCION	20
2.2 VARIABLES DE UNA OPCION	20
2.3 CLASIFICACION DE LAS OPCIONES	22
2.4 FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO DE OPCIONES	22
3 OPCIONES FINANCIERAS Y OPCIONES REALES	26
3.1 OPCIONES FINANCIERAS	26
3.2 OPCIONES REALES	27
3.2.1. Opciones reales como una filosofía	29
3.3 VARIABLES DE LAS OPCIONES REALES Y OPCIONES FINANCIERAS	32
4. PROYECTOS DE INVERSION COMO OPCIONES REALES	35
5. LOS MODELOS DE VALORACION DE OPCIONES	41
5.1 METODO DE BLACK SCHOLES	42
5.2 MODELO BINOMIAL	44
5.2.1 Modelo binomial para un solo periodo	46
5.2.2 Modelo binomial multiperiodo	47
6. TIPOS DE OPCIONES REALES	53

6.1 OPCIÓN DE DIFERIR LA INVERSIÓN	53
6.2 OPCIÓN DE AMPLIAR O DE CRECIMIENTO UN PROYECTO	55
6.3 OPCIÓN DE ABANDONAR	56
7. USO DE LA TEORIA DE OPCIONES REALES PARA VALORAR PROYECTOS DE INVERSION Y GENERAR FUENTES DE FINANCIACION	59
7.1 OPCION DE EXPANSION, AMPLIACION O CRECIMIENTO DE UN PROYECTO	60
7.2 OPCION DE DIFERIR UN PROYECTO	65
7.3 OPCION DE ABANDONO	69
CONCLUSIONES	73
BIBLIOGRAFIA	75

INTRODUCCION

Debido al constante cambio del mundo de los negocios surge la necesidad de crear métodos que permitan aprovechar la incertidumbre que esta inmersa en el mercado; ya que la nueva realidad empresarial implica tomar decisiones bajo presión en un mercado cambiante, altamente competitivo y en el que cada decisión necesita enormes cantidades de capital.

Como una alternativa para aprovechar la incertidumbre nacen las opciones reales que pretenden dar un giro a la manera común de tomar decisiones ya que no solo se basa en cálculos numéricos de un proyecto si no que analizan un número amplio de posibilidades que quedan abiertas generando valor para la empresa.

Según Stewart Myers de la Sloan School of Management del MIT, "las opciones reales son una extensión de la teoría de las opciones financieras a las opciones sobre activos reales y nace como una filosofía que pretende unir la planificación estratégica con las finanzas. Debido a que los cálculos de los valores actuales son necesarios para poder comprobar el análisis estratégico y viceversa".

El uso de las opciones reales se ha limitado a ser una herramienta de valoración de proyectos de inversión pero no ha sido utilizado para valorar fuentes e instrumentos de financiación en las empresas; dejando a un lado la posibilidad de considerar una opción como un ingreso de dinero que abre posibilidades a la empresa de generar nuevos proyectos que antes se consideraban inadecuados.

El objetivo principal de este trabajo de investigación es plantear una metodología que permita visualizar el uso de la teoría de las opciones

reales para valorar fuentes e instrumentos de financiación en las empresas.

El presente trabajo de investigación inicia con un recorrido por las características de una opción, clases de opciones, valoración de opciones hasta llegar a demostrar el uso de la teoría de las opciones reales para cumplir con el objetivo propuesto. La metodología planteada presenta los agentes que intervienen en el mercado de las opciones reales y mediante esquemas se plasma los beneficios que cada uno de ellos obtiene por interactuar en el mercado de las opciones reales.

Dentro de las limitaciones que se presentaron para la realización de este trabajo de investigación y por consiguiente el cumplimiento de los objetivos propuestos se tiene la escasez de información del tema en este país. El uso de las opciones reales en Colombia es limitado y por ende pocos autores se interesan en escribir acerca de ellas. Fue necesario importar material bibliográfico para efectuar la exploración pertinente.

MARCO TEÓRICO

Para financiar sus inversiones una empresa puede disponer de fondos propios y/o acudir a fuentes externas de financiación; dentro de estas fuentes externas cabe mencionar el crédito tradicional y la banca de fomento; fuentes en las cuales determinado monto es depositado a favor de la empresa solicitante. Pero si los requerimientos de capital son mayores, la empresa puede acudir a la sindicación de recursos.

Además de las mencionadas anteriormente existe la alternativa de financiarse vía contrato de arrendamiento llamado leasing, mediante el cual se arrienda un bien mueble o inmueble con la opción de comprarlo al final del contrato. Dentro de las modalidades a seguir se encuentra el leasing operativo, financiero y el Lease back.

Las necesidades de financiación se determinan de acuerdo al tamaño de la empresa y en algunos casos debido a los altos requerimientos de capital la empresa puede participar en el mercado público mediante la emisión de títulos valores como son los bonos convertibles.

Existen fuentes de financiación no tradicionales como los warrants que son valores negociables que dan a su tenedor el derecho pero no la obligación de comprar o vender un activo en una fecha determinada y a un precio establecido.

Si la financiación se realiza por medio de recursos propios; se contempla la posibilidad de aplicar políticas de retención de utilidades lo cual representa un desestímulo para el inversionista.

Como una nueva alternativa para las empresas surge el uso de la teoría de las opciones reales para valorar fuentes e instrumentos de financiación

lo cual permite estimar el valor de mercado de las fuentes de financiación en una empresa (deuda y recursos propios).

Muchos directivos consideran que la incertidumbre debe ser excluida de las políticas empresariales; y por lo tanto al momento de realizar valoraciones tienden a utilizar métodos que le aporten seguridad, dejando de un lado el valor que puede generar la incertidumbre a través de inversiones estratégicas.

Es muy común encontrar aún directivos que utilizan el VAN como su método clave de valoración ya que les permite encontrar proyectos de inversión cuya rentabilidad supera el costo de llevarlos a cabo y por lo tanto resultan atractivos frente a los ojos de los inversionistas; es decir permite cumplir a cabalidad el objetivo básico del directivo: maximización de valor de la empresa para el accionista.

Al tomar el VAN como método de valoración es necesario realizar una serie de supuestos que no están acorde con la realidad algunos de ellos son: suponer valores conocidos para los flujos de caja que genera el proyecto desconociendo que estos pueden ser alterados por la gestión de los directivos durante la vida del proyecto, suponer una tasa de descuento constante que depende únicamente del proyecto cuando en realidad varía con el tiempo y es incierta, proyectar precios esperados y considerar que los VAN de los proyectos son aditivos. En general las limitaciones del VAN surgen de una analogía entre una cartera de bonos sin riesgo y un proyecto de inversión real; es decir se compara algo ideal con algo real. Una analogía apropiada se da utilizando las opciones financieras dependiendo del tipo de proyecto analizado.

Los métodos de valoración clásicos no admiten demora (ahora o nunca), infravaloran el proyecto si este tiene una flexibilidad operativa, es decir su

adecuada ejecución se puede llevar a cabo más adelante y si presenta oportunidades de crecimiento contingentes.¹

Como se mencionó anteriormente no todos los instrumentos de valoración existentes se pueden aplicar a las nuevas realidades empresariales es decir inversión basada en la estrategia con niveles altos de incertidumbre y con enormes necesidades de capital. Por lo tanto se hace necesario emplear un método que permita tener en cuenta un proyecto que aunque su cálculo estándar pronostique que es mejor no realizarlo se puede esperar a tener mas información y esto le aporta valor.

Haciendo énfasis en que los directivos ya conocen que los métodos de valoración clásicos no son los apropiados para tomar decisiones; los directivos deben cambiar los planes de inversión a medida que cambian las condiciones del mercado y responder una serie de preguntas a lo largo de su gestión como son: qué opciones se tienen para conseguir el éxito? , Qué tiene que ocurrir para que tenga sentido la inversión?, Cuándo y por qué la estrategia empleada esta aumentando el valor de la empresa? Para responder estos interrogantes se debe entender que las opciones que tiene abierta una compañía son valiosas y que de su correcta gestión depende el éxito.

Una opción es un derecho, pero no una obligación, de tomar una decisión en el futuro; por ejemplo un contrato de opciones negociado en el mercado financiero concede al comprador la opción de comprar pero este solo la ejercerá si el precio del activo (activo subyacente) esta por encima del precio pactado. Por lo tanto se aprovecha la incertidumbre de la

¹ **MASCAREÑAS**, Juan, Innovación Financiera: aplicaciones para la gestión empresarial. Madrid: Ed Mc Graw – Hill, 1999 p. 142-143

volatilidad del precio, en caso de no ejercer la opción el comprador solo perdería la prima pagada por la opción.²

Las opciones tienen valor en situaciones de incertidumbre. Muchas decisiones estratégicas desencadenan oportunidades subsiguientes o derivadas que se pueden aprovechar, por lo que la oportunidad de inversión se puede considerar como una fuente de flujos de caja más una serie de opciones.

Al extender el concepto de las opciones no solo al mercado financiero (acciones, índices bursátiles, divisas etc.) si no al mercado real es decir sobre activos reales (inmueble, un proyecto, una empresa etc.) aparecen las *opciones reales*.³

Una opción real es el derecho de elegir un curso de acción por ejemplo: diferir, abandonar, expandir, contraer un proyecto etc. A un costo predeterminado (precio de ejercicio).

Al momento de valorar opciones se debe tener en cuenta seis variables:⁴

El precio del activo subyacente(S), en la opción financiera indica el precio spot, en la opción real indica el valor actual de los flujos de caja esperados.

El precio de ejercicio (x) en las opciones financieras y monto de inversión en las opciones reales.

El tiempo hasta el vencimiento, tiempo que dispone el propietario para ejercer la opción.

² AMRAM, Martha y KULATILAKA, Nalin. Opciones reales, evaluación de opciones en un mundo incierto. Barcelona: Ed Gestión 2000, p 24-25.

³ AMRAM, Martha y KULATILAKA, Nalin. Opciones reales, evaluación de opciones en un mundo incierto. Barcelona: Ed Gestión 2000, p 24-25.

⁴ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 5-6.

El riesgo o volatilidad, varianza o desviación se los rendimientos del activo subyacente. Desde el punto de vista de las opciones reales indica que tan equivocadas son las estimaciones acerca del valor del activo subyacente. El tipo de interés sin riesgo y los dividendos son otras de las variables a tener en cuenta al realizar una valoración.

El beneficio de las opciones se obtiene de la diferencia entre el valor del activo subyacente y el precio de ejercicio, si el primero es mayor que el segundo se dice que hay una opción *in the Money* pero si el segundo es mayor que el primero se tiene una opción *out of the Money*.

Una diferencia importante entre opción financiera y opción real, es que el tenedor de la opción financiera no puede afectar el valor del activo subyacente, mientras que el valor de un proyecto puede modificarse por la gestión directiva.

En una opción financiera el precio es fijo mientras que para una opción real el precio esta asociado con los costos del desarrollo y puede ser volátil fluctuando con las condiciones del mercado.

La valoración de proyectos a través del uso de la teoría de opciones reales se basa en que la decisión de invertir puede ser alterada por: el grado de irreversibilidad, la incertidumbre asociada y el margen de maniobra de quien decide.⁵

Para la valoración de opciones reales se utilizan técnicas de fijación de precios de opciones financieras; sin embargo la valoración de opciones reales resulta compleja y por lo tanto solo se obtienen valores aproximados a la realidad.

A menudo se analizan dos enfoques: modelos analíticos que en general se plantean en tiempo continuo y suelen ser extensiones del modelo de B-

⁵ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 11-12

S. y los modelos que exigen la utilización de algoritmos de cálculo numérico, el más conocido de ellos es el método binomial.

Según el trabajo de Black and Scholes se puede fijar el precio de las opciones utilizando el principio de arbitraje con una cartera construida para carecer de riesgos, superando la necesidad de tener que estimar las distribuciones de retornos. Estos autores demostraron que era posible establecer el valor de una opción construyendo una cartera replica, consistente en una cierta cantidad de acciones en el activo subyacente y una cantidad de bonos libres de riesgo.

La fórmula de Black and Scholes presenta una limitación es una fórmula cerrada de una expresión más general; es decir la fórmula expresada en derivadas parciales es una expresión más general que es aplicable tanto a opciones americanas como a compuestas.⁶

El método binomial es útil tanto para opciones europeas como para opciones americanas. Este método permite mostrar como cambia el valor del activo con el tiempo, ya que el activo tiene una volatilidad particular, existen dos movimientos posibles hacia arriba o hacia abajo.

La técnica de valoración de opciones reales utiliza dos reticulados binomiales: el reticulado del activo subyacente y el reticulado de valoración; El reticulado del activo subyacente se lee de izquierda a derecha e implica como pueden evolucionar los valores futuros del activo subyacente. El reticulado de valoración aplica el método de inducción inversa proporcionando el valor de la opción real en el nodo izquierdo.⁷

⁶ BAILEY, William, y BHANDARI, Ashish , Valoración de las Opciones Reales, Primavera2004, http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

⁷ BAILEY, William, y BHANDARI, Ashish , Valoración de las Opciones Reales, Primavera2004, http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

Teniendo en cuenta que la técnica para la valoración de opciones reales existe es necesario entender su aplicación; es decir de nada sirve conocer el valor de

una opción si los resultados no se interpretan. No se trata solo de cuantificar el valor de la opción sino de reflexionar sobre los factores que determinan su valor en combinación con el tradicional descuento de flujos de caja.

La aplicación de la teoría de opciones reales tiene gran aplicación en el ámbito empresarial ya que se utiliza para valorar opciones que están inmersas en proyectos de inversión y que van desde opción de diferir, de aprender, de invertir, de reducir entre otras que aportan flexibilidad operativa al proyecto. Se puede entender como proyecto una empresa como tal.

A pesar de su aceptación en el ámbito empresarial las opciones reales no se tienen en cuenta como herramienta al momento de tomar todas las decisiones estratégicas en las empresas; ya que por ejemplo para valorar fuentes e instrumentos de financiación su uso aún es desconocido para algunos.

Autores como Francisco López Lubián y Walter de Luna, han proporcionado acercamientos que permiten utilizar la teoría de opciones reales para estimar el valor de mercado de las fuentes de financiación de una empresa (deuda y recursos propios). Este enfoque se basa en que los accionistas disponen de dos opciones: adquirir definitivamente la empresa si está es capaz de hacer frente a los pagos de la deuda; o abandonar el negocio si su valor en un momento concreto es inferior al valor de los pagos de la deuda.

2. OPCIONES

2.1 DEFINICIÓN DE OPCIÓN

Una opción es un derecho, pero no la obligación de tomar una determinada decisión en el futuro, es un contrato establecido por un comprador o un vendedor de realizar una operación de comprar o vender un activo subyacente durante un periodo específico y a un precio específico, Las opciones tienen valor en situaciones de incertidumbre. Existen diversas clases de opciones como decisiones a tomar como son: la opción de diferir, de abandonar, de comprar, de vender, de sustituir etc.⁸

2.2 VARIABLES DE UNA OPCIÓN

Para entender más a fondo que es una opción se presentan a continuación las variables a tener en cuenta cuando se va a analizar una opción.

- **ACTIVO SUBYACENTE:** es el activo sobre el que se extiende el derecho, puede ser comprado o vendido mediante el precio de ejercicio. Puede ir desde un activo financiero como por ejemplo, una acción o un índice bursátil, o puede ser un activo real como por ejemplo una mercancía agraria (maíz, soja, café, azúcar, etc.) o metales o productos energéticos (petróleo, gasóleo, gasolina, gas natural, etc.).

⁸ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 3.

- **PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE:** es el precio del activo en el mercado en un momento determinado.
- **PRECIO DE EJERCICIO:** es el precio de compra o de venta que da el derecho a adquirir o vender el activo subyacente mencionado anteriormente; en un periodo de tiempo determinado.
- **FECHA DE VENCIMIENTO:** fecha en la que termina el derecho de opción.
- **PRIMA:** es el costo por adquirir la opción; el precio por la compra de la opción y representa la máxima pérdida que puede soportar el comprador en el caso de no ejercer y dejar que la opción llegue a su fecha de vencimiento.

Si la opción es ejercida hasta el vencimiento se denomina *Opción europea* y si es ejercida en cualquier momento de la vida de la opción se denomina *opción americana*.

La opción que da el derecho a comprar un activo en un tiempo y a un precio determinado se denomina opción de compra (*Call*) y la opción que da el derecho a vender el activo se denomina opción de venta (*Put*).

2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS OPCIONES

Las opciones se pueden clasificar dependiendo de si el precio del activo subyacente es mayor o menor que su precio de ejercicio. Esto se denomina valor intrínseco de una opción.⁹

- Opción In the Money: cuando una opción esta dentro del dinero genera ganancia al momento de ejercer la opción. Cuando una opción de compra es ITM el precio de ejercicio es inferior al precio del subyacente. Para la opción de venta ocurre lo contrario.
- Opción Out the Money: cuando una opción esta fuera del dinero generan pérdidas en el momento de ejercer la opción; una opción de compra es OTM el precio de ejercicio es superior al precio del activo subyacente, en el caso de la opción de venta ocurrirá lo contrario.
- Opción At the Money: cuando una opción esta en el dinero el precio de ejercicio de la opción es igual al precio del activo subyacente.

2.4 FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO DE OPCIONES

Un contrato de opciones involucra dos agentes. Una parte es el inversor; quien toma la posición larga (es decir ha comprado la opción). La otra parte es el emisor que ha tomado la posición corta (es decir ha vendido la

⁹ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 4.

opción). El emisor de la opción recibe por parte del inversor un pago denominado prima y adquiere pasivos para más adelante. Su beneficio o pérdida es la contraria de la del comprador de la opción.

Las opciones se pueden negociar en el mercado bursátil y en el extrabursátil; en el bursátil los parámetros están especificados mientras que en el extrabursátil los acuerdos se dan entre las dos partes. Los acuerdos se dan conforme a las necesidades de las partes por ejemplo:

Una empresa que sabe que necesitará trigo en 3 meses puede comprar una opción a un productor de trigo, el cual se compromete a entregarle el trigo en el tiempo especificado y al precio acordado siempre y cuando se ejerza la opción.

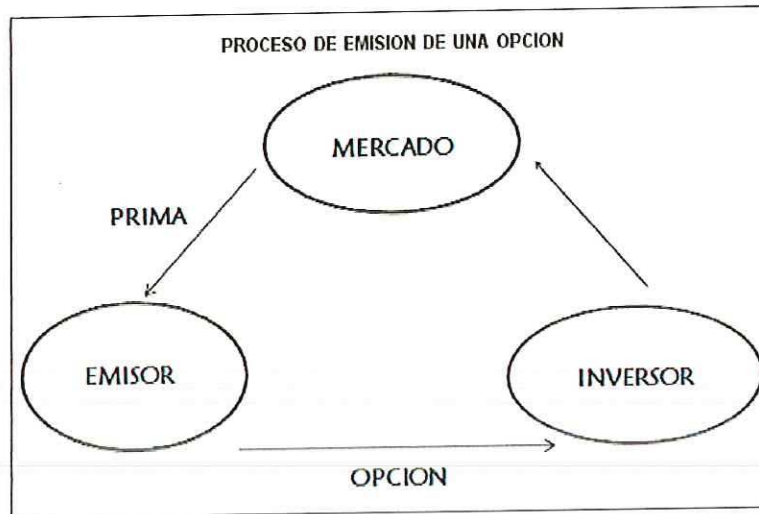
De esta manera la empresa puede cubrir su necesidad de comprar el trigo y el productor de venderlo; es decir las opciones permiten cubrir de riesgo.

Las empresas se cubren de riesgo de precios, de tipo de cambio, entre otros y esto ha permitido que el uso de las opciones incremente a través de los años.

Actualmente se negocia de forma muy activa en los mercados de opciones sobre acciones, divisas, y contratos de futuros. Así como negociaciones con commodities para las empresas que necesitan algún insumo para su producción.

El uso de las opciones financieras se ha restringido a ser un mecanismo de cobertura de riesgo y de especulación, desconociendo que emitir una opción puede ser una fuente de financiación para la empresa. Ya que esta a cambio de la opción recibe un pago en metálico, que se puede invertir en lo que la empresa considere adecuado con el fin de generar valor.

Figura 1 Proceso de emisión de una opción



Autores

En este proceso un inversor acude al mercado a comprar una opción; en el mercado existe alguien que ofrece una opción que se ajusta a las características de lo que él desea y por este derecho él paga una prima, que se convierte en recursos para el emisor.

El emisor se compromete a darle un activo subyacente al inversor en caso de que la opción se ejerza; en el caso de que no se ejerza la opción el emisor se queda con el activo subyacente pero ha ganado la prima.

Este mismo enfoque se puede emplear para trabajar con las opciones reales, en las cuales el activo subyacente de la opción es un proyecto o una empresa.

El emisor emite una opción sobre un proyecto de inversión que resulta atractiva para un inversor; es decir el inversor conoce acerca del proyecto, le interesa y decide comprar la opción. El inversor debe pagar la prima por las opciones y el emisor se compromete a hacer participe al inversor del proyecto o que este adquiera el derecho de tomar los flujos que genere el proyecto sobre el cual el pago la prima.

Todo esto se debe estipular en un contrato. Para que cada una de las partes tenga conocimiento del derecho que adquirió y de la obligación que debe cumplir en un plazo determinado.

La prima que recibe el emisor puede ser destinada como fuente de ingresos para la empresa y el precio de ejercicio en caso de ejercer la opción como una fuente de financiación que va al patrimonio de la empresa.

3 OPCIONES FINANCIERAS Y OPCIONES REALES

Tanto las opciones reales como las financieras implican un derecho y no una obligación de tomar una acción en un tiempo determinado y a un costo predeterminado. Sin embargo estas difieren en el activo subyacente sobre el cual se realiza la opción.

3.1 OPCIONES FINANCIERAS

Son aquellas opciones cuyo activo subyacente es un activo financiero como por ejemplo una acción, un índice bursátil, una divisa; y son detalladas específicamente dentro de un contrato.

Las personas que han estudiado las opciones plantean que es posible adaptar la metodología de valoración opciones financieras, para valorar opciones reales, utilizando la analogía de variable que se presentan en la (Figura 2.). Ahora bien, como lo indica Amran y Kulatilaka (2000), la aplicación sin más de un modelo de valoración de opciones financieras para estimar el valor de las opciones reales presenta graves deficiencias como los son:¹⁰

- Los activos producen flujos de caja negativos como gastos de mantenimiento, impuestos, etc. Que no son considerados en los modelos de valoración de opciones financieras.

¹⁰ LAMOTHE, Prosper, y LOPEZ, LUBIAN, Francisco, Tendencias en la valoración de empresas: DFT VS Opciones reales, Revista Análisis Financiero, Numero 96, 2004, http://www.fef.es/fef_publicaciones_revista_num.asp?a=2004

- Existe un importante riesgo de base al aplicar los modelos de valoración de opciones, como el modelo de Black Scholes que se basa en la existencia de carteras, perfectas de replica, es decir correlación de 1 en la opción. En cambio en el mundo de los activos reales las carteras de replica esta correlacionas pero no perfectamente a 1 con el valor de la opción.
- Las opciones reales tienen riesgos que no se valoran en los mercados financieros ni en consecuencia de los modelos de valoración de opciones financieras.

3.2 OPCIONES REALES

Son aquellas opciones cuyo activo subyacente es un activo real como por ejemplo un inmueble, un proyecto de inversión, una patente; prácticamente son inversiones estratégicas que deben ser identificadas y especificadas; este método es esencial para los directivos ya que ayuda a estudiar las oportunidades que se les presentan y para planear y gestionar inversiones estratégicas con un único objetivo aumentar las ganancias y crear valor. Con lo que la técnica de las opciones reales permite aportar valor.

El método de las opciones reales se centra en el riesgo total de la inversión, que es exactamente lo que le preocupa a los directivos y en función del cual actúan de una manera a otra.

Las opciones reales de acuerdo *Maubossin (1999)*. Son bastante importantes para las empresas que presentan las siguientes características:¹¹

- Directivos inteligentes, saben identificar y crear opciones reales valiosas, en comparación con los directivos que tienen un enfoque tradicional que solo están preocupados por maximizar el beneficio contable a corto plazo.
- Empresas líderes en su mercado, con capacidad de aprovechar economías de escala.
- Mercados con un alto nivel de incertidumbre, como son los que están enfocados en la nueva economía, como empresas tecnológicas o biotecnología.

También hay que tener presente que no siempre se pueden utilizar las opciones reales, ya que algunas decisiones no son complicadas, como aquellas decisiones que son valiosas o que no lo son, en estos casos las opciones reales no dará resultado su aplicación.

Pero así como no se utilizan en ciertas decisiones, las opciones reales son de gran importancia en las siguientes situaciones¹²:

En el de una decisión de inversión contingente, es una decisión que depende de un resultado incierto como por ejemplo cuando se tiene que

¹¹ LAMOTHE, Prosper, y LOPEZ, LUBIAN, Francisco, Tendencias en la valoración de empresas: DFT VS Opciones reales, Revista Análisis Financiero, Numero 96, 2004, http://www.fef.es/fef_publicaciones_revista_num.asp?a=2004

¹² AMRAM, Martha y KULATILAKA, Nalin. Opciones reales, evaluación de opciones en un mundo incierto. Barcelona: Ed Gestión 2000, p 49.

aplazar la decisión de un programa de inversión hasta que los directivos conocen los resultados de un proyecto piloto.

- Para cuando la incertidumbre es importante como para que merezca la pena de esperar a tener suficiente información válida. Evitando el tener que lamentarse por realizar inversiones irreversibles.
- Cuando se cree que el valor se basa más en posibilidades de opciones de crecimiento en el futuro que en el flujo de caja del momento.
- La incertidumbre es suficientemente importante como para tener en cuenta la flexibilidad y solo este método puede valorar correctamente las inversiones de flexibilidad ya que por medio de ellas se incorporan opciones al diseño inicial, queriendo decir con esto que pueden haber opciones de cambio.

3.2.1. OPCIONES REALES COMO UNA FILOSOFÍA

Las opciones reales desde el punto de vista de (Martha Amram y Nalin Kulatilaka), no son manera de pensar si no una filosofía que tiene tres componentes de utilidad para los directivos¹³

1. Las opciones son decisiones contingentes: una opción es la oportunidad de tomar una decisión de acuerdo a lo que haya sucedido hasta el momento del vencimiento. Ampliando así las

¹³ AMRAM, Martha y KULATILAKA, Nalin. Opciones reales, evaluación de opciones en un mundo incierto. Barcelona: Ed Gestión 2000, p 24-25.

posibilidades para un empresario; ya que no lo limita a decisiones fijas donde pase lo que pase la decisión siempre será la misma.

2. Las valoraciones de la opción se corresponden con las valoraciones de los mercados financieros: al momento de valorar los flujos de los activos reales, las opciones reales utilizan conceptos del mercado financiero.
- 3 La filosofía de las opciones se puede utilizar para diseñar y gestionar activamente las inversiones estratégicas: en una inversión estratégica, el primer paso es identificar y valorar las opciones. El segundo paso es rediseñar la inversión para hacer un mejor uso de las opciones. El tercer paso es realizar una gestión activa de la inversión a través de las opciones creadas.

Teniendo en cuenta estos componentes los empresarios pueden ver en las opciones un conjunto de alternativas estratégicas aplicables a su empresa y que se ajustan a lo que el mercado requiere; un mercado volátil necesita respuestas rápidas pero que se ajusten a la realidad.

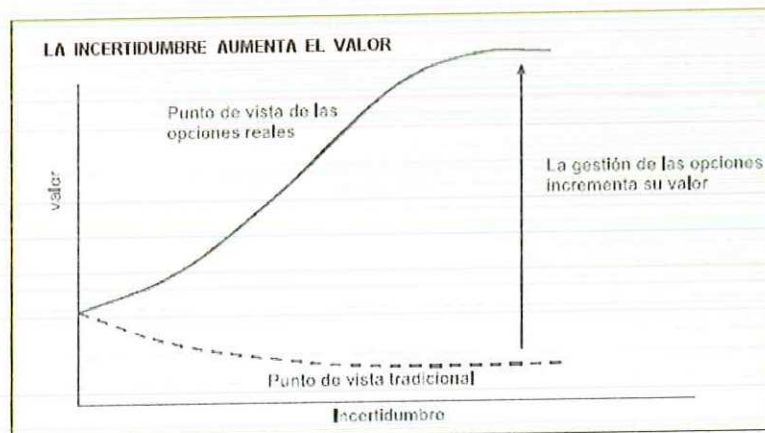
Es necesario tener en cuenta que el método de las opciones reales no minimiza la incertidumbre sino que permite evaluar mejor las inversiones para cambiar la exposición de los activos. Con la adopción de este método los líderes del mercado comprenderán como se puede crear valor en un entorno de incertidumbre y sabrán la cantidad de riesgo que están asumiendo.

Hoy en día se vive en un mundo incierto lo cual preocupa a los directivos ya que la toma de decisiones de inversiones se hace a ciegas sin conocer la dimensión de los mercados, los plazos, los costes, los movimientos de la competencia etc.

Por esta razón los directivos están cambiando su forma de pensar hacia la toma de decisiones de inversión utilizando el método de las opciones reales, teniendo en cuenta el factor incertidumbre ya que proporcionaría un mayor beneficio y por medio de ella se crearían oportunidades; a la hora de tomar decisiones claves o replantear inversiones estratégicas deben tener claro el origen, la trayectoria y la evolución de la incertidumbre, lo cual ayuda a determinar con esto el grado de exposición de las inversiones.

Tal como lo plantea (Martha Amram y Nali Kulatilaka) en la figura, la incertidumbre aumenta el valor del activo.¹⁴

Figura 2. La incertidumbre aumenta el valor de los activos



http://www.fef.es/feff_publicaciones_revista_num.asp?a=2004

Se observa que desde el punto de vista tradicional, entre mayor sea el nivel de incertidumbre menor va a ser el valor del activo. Cuando se cambia la forma de pensar de los directivos con respecto a las opciones reales se obtiene que entre mayor sea el nivel de incertidumbre provoca un mayor valor de los activos, logrando identificar y utilizar las opciones para responde con flexibilidad al desarrollo de los acontecimientos.

¹⁴ LAMOTHE, Prosper, y LOPEZ, LUBIAN, Francisco, Tendencias en la valoración de empresas: DFT VS Opciones reales, Revista Análisis Financiero, Numero 96, 2004, http://www.fef.es/feff_publicaciones_revista_num.asp?a=2004

3.3 VARIABLES DE LAS OPCIONES REALES Y OPCIONES FINANCIERAS

Figura 3. Variables.

Opción de compra real	Variable	Opción de compra financiera
Valor de los activos operativos que se van a adquirir	S	Precio del activo financiero
Desembolsos requeridos para adquirir el activo	X	Precio de ejercicio
Tiempo que se puede demorar la decisión de inversión	T	Tiempo hasta el vencimiento
Riesgo del activo operativo Subyacente	σ^2	Varianza de los rendimientos del activo financiero
Valor temporal del dinero	R_f	Tasa de interés sin riesgo
Flujo de caja a los que se renuncia por no ejercer la opción	D	Dividendos del activo subyacente

MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 4.

Según Juan Mascareñas el valor de las opciones es función de seis variables.¹⁵

Precio del activo subyacente (S); para el caso de la opción financiera es necesario conocer con certeza el valor del activo subyacente, mientras que para las opciones reales el valor actual del activo subyacente sólo se conoce de forma aproximada.

¹⁵ MASCAREÑAS, Juan, Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión, Universidad Complutense de Madrid, <http://www.ucm.es/info/jmas/dirfin/11DF.pdf>

Precio de ejercicio (E): En la opción financiera indica el precio el cual puede pagar para comprar el activo financiero subyacente o el precio que le pagarán por venderlo, en el caso de la opción real indica el precio al que va a pagar por obtener el activo subyacente si es de venta el precio al que el propietario del activo tiene el derecho a venderlo.

En este aspecto hay una gran diferencia entre las opciones reales y las financieras ya que el precio de ejercicio de las opciones financieras es fijo y el de las opciones reales fluctúa de acuerdo a las condiciones del mercado y de acuerdo a los costos de desarrollo.¹⁶

El tiempo hasta el vencimiento (t): El tiempo estimado para ejercer la opción.

El riesgo o volatilidad (σ): indica la volatilidad del activo subyacente cuyo precio medio es S pero puede oscilar en el futuro, desde el punto de vista de las opciones reales, lo que indica las equivocaciones que se puede tener en el momento de estimar el valor del activo; cuanto mayor sea la incertidumbre sobre el valor del activo mayor será el beneficio que se obtiene de la información captada antes de decidir a realizar o no el proyecto.

El tipo de interés sin riesgo (R_f): es la tasa de retorno sobre un activo garantizado, como son los bonos o títulos del estado. Es la misma para las opciones financieras y para las opciones reales.

¹⁶ BAILEY, William, y BHANDARI, Ashish , Valoración de las Opciones Reales, Primavera2004, http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

Dividendos (D): es el dinero que genera el activo subyacente durante el tiempo en el que el propietario posea la opción y no la ejerza; si la opción es de compra el propietario no tiene derecho a los dividendos; en cuanto a las opciones reales en el caso de comprar, es el dinero que genera el activo mientras el propietario de la opción no la ejerza.

Figura 4. El impacto de las variables sobre el valor de las opciones *CALL* Y *PUT*.

IMPACTO DE LA VARIABLES SOBRE EL VALOR DE LAS OPCIONES		
	Opción de compra	Opción de venta
Precio del activo subyacente	+	-
Precio de ejercicio	-	+
Tiempo	+	+
Riesgo	+	+
Tipo de interés	+	-
Dividendos	-	+

<http://www.ucm.es/info/jmas/dirfin/11DF.pdf>

El efecto de las variables sobre los dos tipos de opciones, cuando hay un aumento de la variables (+), el valor de la opción también lo hace, si hay una disminución de la variable (-) con esto disminuye el valor de la opción.

La incertidumbre para las opciones financieras es un factor externo; ya que es un arreglo entre dos extraños que no pueden influir en las condiciones de lo pactado; mientras que en una opción real la empresa puede intervenir para mejorar las condiciones incidiendo sobre el activo subyacente por ejemplo mediante el desarrollo de nuevas tecnologías para el activo.¹⁷

¹⁷ BAILEY, William, y BHANDARI, Ashish , Valoración de las Opciones Reales, Primavera2004, http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

4. PROYECTOS DE INVERSIÓN COMO OPCIONES REALES

Según Brealey Myers, muchas de las tareas que realizan los directivos administradores financieros de las empresas tienen que ver con las opciones: como proyectos de inversión que incluyen una opción de compra de equipos adicionales en el futuro (*inversión u oportunidad de expansión o de crecimiento*), un ejemplo claro sería la compra de un terreno contiguo para futuras ampliaciones de la fábrica o de la inversión en una patente que le permita desarrollar una nueva tecnología; opciones reales como estas permiten a los directivos añadir valor a la empresa, aumentando la ganancia y mitigando las pérdidas.

Las decisiones de inversión no son cajas negras en las que se actualizan los flujos previstos de tesorería sin mirar en el interior. Las empresas con éxito se preguntan no solo que podría estar mal en las previsiones, sino por que oportunidades hay para responder a las sorpresas, es decir reconocen el valor la flexibilidad. Un proyecto proporcionaría a la empresa una opción de expandirse si las cosas van bien y para abandonar la producción si las cosas van mal, pero además la empresa estaría dispuesta a pagar por posponer el proyecto.¹⁸

(Hayes y Garvin), manifiestan que algunos métodos de aplicación generalizada como el VAN infravaloran los proyectos de inversión, ya que no tienen en cuenta el valor estratégico de los mismos, efectivamente la oportunidad de invertir dependerá probablemente de mas variables que del VAN o TIR del proyecto.¹⁹

¹⁸ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 141.

¹⁹ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 143.

Los factores que influyen en la oportunidad de invertir según el pensamiento de Kester:²⁰

- 1 El periodo de tiempo durante el cual se decide llevar a cabo o no un proyecto de inversión, entre mayor sea el periodo de tiempo, menor será la posibilidad de cometer errores en la elección. Además el valor de crecimiento de la opción será mayor. Si un proyecto puede posponer el tiempo suficiente, incluso un proyecto que presente un VAN negativo podría ser aparejado una opción de crecimiento suficiente positiva.
- 2 El riesgo del proyecto, es un factor de influencia positiva sobre el valor de la opción de crecimiento. Esto es debido a que un mayor riesgo involucra una mayor rentabilidad, si la decisión de emprender el proyecto puede posponerse en el tiempo, este podrá llevarse a cabo si finalmente su VAN llegara a ser positivo o de rechazarse (sin incurrir en perdidas) si es negativo. A pesar de que estas variables reducen el VAN estático de un proyecto, también puede provocar un aumento en el valor de las opciones del mismo proyecto (valor de flexibilidad de la dirección) que contrarresta el efecto negativo anterior.
- 3 Los tipos de interés, tipos elevados disminuyen el valor de la opción por que conllevan tasas de actualización más altas que disminuyen el valor de los flujos descontados. Sin embargo, también reducen el valor actual del precio de ejercicio de la opción.

²⁰ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 143-144.

- 4 El grado de exclusividad del derecho de la empresa a aceptar en un proyecto de inversión, es decir el derecho ejercido puede ser compartido o no.

Kester clasifica los proyectos de inversión en dos tipos de opciones²¹:

- Opciones simples: aquellos proyectos cuyo beneficio futuro viene determinado por los flujos de caja. Como por ejemplo: renovaciones de activos, proyectos de mantenimiento, reducciones de costos.
- Opciones compuestas: aquellos cuyo beneficio se obtiene de posteriores proyectos derivados. Por ejemplo aperturas de nuevos mercados y líneas de productos, adquisiciones de empresas etc.

La principal ventaja de estas dos opciones radica en que facilita la integración de las decisiones de inversión dentro del plan de la empresa a través de la planificación financiera.

Al valorar un proyecto de inversión se proyectan los flujos de caja que el proyecto promete generar y se calcula su valor actual para compararlo con la inversión inicial que es necesaria para llevar a cabo el proyecto. El valor actual neto (VAN); es uno de los criterios mas empleados. Su ecuación general es la siguiente²²:

²¹ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 145.

²² MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 9.

$$VAN = -A + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{FC_j}{(1+k)^j}$$

Donde;

A= Desembolso Inicial del Proyecto

FC= Diversos flujos de caja

n= Horizonte temporal del proyecto

k= tasa de descuento

Este método considera realizable un proyecto cuando el VAN es positivo; es decir cuando la sumatoria de los flujos de caja descontados a la tasa que implica el riesgo del proyecto, supera a el costo de llevarlo a cabo. Y si por el contrario es negativo se aconseja no llevar a cabo el proyecto. Al valorar un proyecto de inversión por medio del VAN se aceptan varios supuestos. Los principales son²³:

- Los flujos de caja que el proyecto promete generar pueden reemplazarse por sus valores medios esperados; es decir se conocen desde el principio del análisis. Este supuesto implica ignorar que la directiva puede alterar el resultado de estos flujos mediante sus decisiones, es decir se desconoce la flexibilidad operativa que aporta valor a los proyectos.

²³ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 10.

- La tasa de descuento se considera constante; desconociendo que la tasa varia con el tiempo y que además es incierta. Es decir se supone que el riesgo es constante la cual es una suposición falsa ya que el riesgo depende de la vida del proyecto.
- Para algunos sectores resulta imposible proyectar los valores del activo subyacente durante el horizonte de tiempo del proyecto; y por esta razón se toman algunos de los caminos posibles desconociendo otros.

Los métodos tradicionales de valoración de proyectos no admiten demora, las decisiones son ahora, desconociendo la oportunidad de realizar proyectos mas adelante. Por lo tanto es necesaria una modificación a la regla general del VAN. Esta modificación consiste en que para que un proyecto de inversión sea realizable el valor actual de los flujos de caja esperados deberá ser superior a su costo de adquisición, al menos en una cantidad igual al valor de mantener viva la opción de inversión²⁴

$$\text{VAN Total} = \text{VAN básico} + \text{VA (opciones implícitas)}$$

En este aspecto se centra la valoración de proyectos de inversión por medio de la teoría de las opciones reales; se dejan abiertas las puertas a las opciones que se presenten en el futuro, es decir la decisión de invertir se altera por el grado de irreversibilidad, la incertidumbre asociada y la gestión quien decide.

Es conveniente el uso de la teoría de las opciones reales cuando existe gran incertidumbre donde los directivos pueden responder a los cambios

²⁴ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 11.

mediante su gestión o cuando el valor del proyecto esta próximo al umbral de rentabilidad. En el siguiente grafico se observa el valor de la flexibilidad operativa en las opciones reales.

Figura 5. Valor de flexibilidad operativa

		<i>Incertidumbre</i>	
		<i>Baja</i>	<i>Alta</i>
Probabilidad de recibir nueva información			
Espacio para flexibilidad operativa	<i>Alta</i>	Valor de la flexibilidad moderado	Valor de la flexibilidad alto
Possibilidad para responder	<i>Baja</i>	Valor de la flexibilidad bajo	Valor de la flexibilidad moderado

EL VALOR DE LA FLEXIBILIDAD OPERATIVA

<http://www.ucm.es/info/jmas/dirfin/11DF.pdf>

5. LOS MODELOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES

Los modelos de valoración de opciones pretenden dar a conocer el valor teórico de una opción en función de una serie de variables. La simulación de un mercado real es imposible; por lo tanto se hace necesaria una simulación del mercado perfecto en condiciones ideales.

Los modelos de valoración tienen en cuenta las siguientes variables: el precio del activo subyacente, precio de ejercicio, tiempo hasta el vencimiento, tipo de interés y la volatilidad del mercado.

Teniendo en cuenta la variable tiempo los modelos de valoración se dividen en dos grupos; los que la consideran continua y los que la consideran discreta. "Para los primeros los pagos se supone que el periodo de tiempo para la modelización esta dividido en intervalos de tiempo iguales y cualquier cobro se sitúa al principio o al final de cada uno de dichos periodos. Para los segundos cualquier cobro o pago se puede realizar en cualquier momento de manera instantánea sin consumir tiempo".

Dentro de los modelos de valoración continuos el más antiguo y el más conocido es el modelo de Black Scholes (1973) y de este en adelante se han investigado diferentes modelos de valoración aplicados a activos subyacentes específicos.

Otro método conocido es el método de Cox, Ross y Rubestein, que es un método discreto conocido como método de árboles Binomiales.

En los últimos años se utiliza el método de Montecarlo propuesto por Boyle en 1977, el cual se utiliza para las opciones reales más complejas.

5.1 METODO DE BLACK SCHOLES

El modelo de Black and Scholes plantea unas hipótesis similares a las del modelo binomial estas son²⁵:

- Mercado financiero perfecto: los inversores piden y prestan dinero a la misma tasa R_f (tipo de interés libre de riesgo) que se conoce y se estima constante en un periodo de tiempo.
- No existen comisiones ni costes de transacción ni de información.
- Ausencia de impuestos.
- El activo subyacente no paga dividendos.
- La opción es europea; es decir solo es ejercida hasta el vencimiento.
- Se pueden llevar a cabo ventas del activo sin poseerlo. Es decir las ventas en corto.
- La negociación en el mercado es continua.
- El precio del subyacente S realiza un recorrido aleatorio con varianza δ^2 proporcional al cuadrado de dicho precio.
- La distribución de probabilidad de los precios del subyacente es logarítmico normal y la varianza de la rentabilidad del subyacente es constante por unidad de tiempo del periodo.

²⁵ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 96-97.

Debido a todos los supuestos mencionados anteriormente, el valor de la opción calculado por el método Black and Scholes será cercano a la realidad dependiendo de que tan cercanas sean las condiciones planteadas.

La ecuación diferencial parcial que Black Scholes estudiaron define matemáticamente la evolución del valor de la opción en términos del valor del activo subyacente, de su volatilidad y de la tasa de rentabilidad libre de riesgo, esta ecuación es una solución sencilla y útil para las opciones reales simples, aquellas que tiene una sola fuente de incertidumbre y una única fecha de decisión.

El valor teórico de una opción de compra según el modelo de Black Scholes se calcula mediante la siguiente formula²⁶:

$$C = S \times N(d1) - E \times e^{-rt} \times N(d2)$$

Donde:

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma \times \sqrt{t}} \quad Y \quad d2 = d1 - \sigma \times \sqrt{t}$$

Siendo:

- C= precio de la opción Call
- S= precio del activo subyacente
- E=Precio de ejercicio
- r=tasa de interés en tiempo continuo

²⁶ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 96-97.

t=Tiempo hasta la expiración de la opción

σ = volatilidad del precio del activo subyacente.

$N(d)$ =Valores de la función de distribución normal estandarizada para d .

e =Base de los logaritmos neperianos.

\ln = logaritmo neperiano.

El valor teórico de una opción de venta se calcula mediante la siguiente formula:²⁷

$$P = E \times e^{-rt} \times N(-d2) - S \times N(-d1)$$

Además de esto el valor de una put se puede obtener mediante la paridad put call:

$$P = C - S + E \times e^{-rt}$$

La volatilidad que se desea conocer es futura, por esta razón se desconoce por esto suele hacerse una estimación de la misma extrapolando la volatilidad historia o utilizando la volatilidad implícita, es decir, que si el precio de mercado de la opción se adapta al modelo de Black – Scholes, conociendo la prima y las demás variables, puede deducirse como *output*, la volatilidad implícita del mercado.

5.2 Modelo Binomial

Propuesto por Cox-Ross-Rubinstein en 1979 para el desarrollo y el cumplimiento de las siguientes hipótesis²⁸:

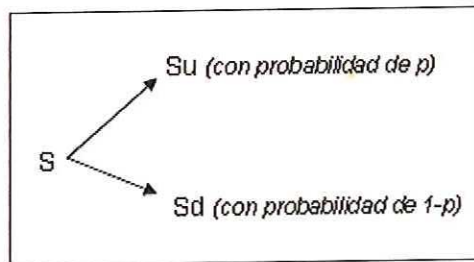
²⁷ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 96-97.

- Eficiencia en los mercados
- Ausencia de costes de transacción
- Los activos son perfectamente divisibles
- Poder prestar y tomar prestado al mismo tipo de interés, debido a una existencia de una tasa de interés sin riesgo a corto plazo (r_f)
- Es posible comprar y vender en descubierto sin ningún límite
- Las transacciones se pueden hacer en forma simultánea
- El precio del activo subyacente va evolucionando según un proceso binomial multiplicativo

Con respecto a la última hipótesis, el modelo binomial es un modelo discreto ya que considera la evolución del activo subyacente según el proceso multiplicativo, queriendo decir con esto que solo pueden tomar dos valores posibles uno al alza y el otro a la baja, con probabilidades asociadas (q) y ($q-1$), estas probabilidades se aplican a un número determinado de periodos lo cual se logra obtener el valor teórico de la opción; esta hipótesis es representada de la siguiente manera:

Figura 6. Evolución del activo subyacente

²⁸ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 85-86.



GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 86

Donde:

S: El precio del activo subyacente en el momento presente.

u: Representa el movimiento multiplicado al alza del precio del subyacente en un periodo, con una probabilidad asociada p .

d: Representa el movimiento multiplicativo a la baja del precio del activo subyacente en un periodo, con una probabilidad asociada $(1-p)$.

5.2.1 Modelo Binomial para un solo periodo:

En este modelo el valor teórico de opción (*call*) se representa de la siguiente manera²⁹:

$$C = \frac{1}{r} [p \times C_u + (1-p) \times C_d]$$

Donde:

$$p = \frac{r-d}{u-d} \quad \text{y} \quad (1-p) = \frac{u-r}{u-d}$$

²⁹ **GARCIA, MACHADO, Juan**, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 87.

$$C_u = \text{MAX}[0, uS - E] \quad \text{y} \quad C_d = \text{MAX}[0, dS - E]$$

Siendo:

C: Valor teórico de una opción *call*

$r: (1 + r_f)$

C_u : Valor de la opción *call* al vencimiento con un movimiento multiplicativo al alza.

C_d : Valor de la opción *call* al vencimiento con un movimiento multiplicativo a la baja

uS : Evolución al alza del precio subyacente

dS : Evolución a la baja del precio del subyacente

S: Precio de mercado del activo subyacente

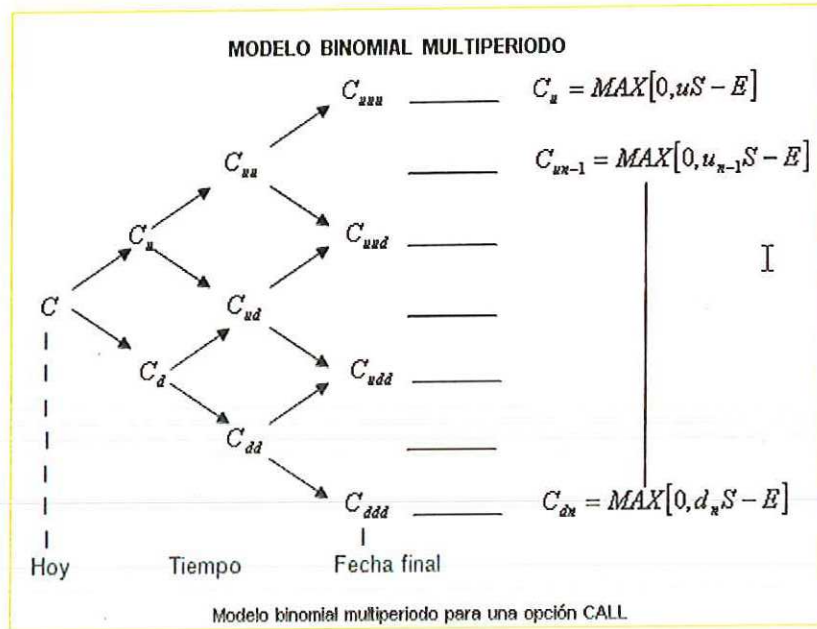
E: precio de ejercicio de la opción

5.2.2 Modelo binomial multiperíodo

Cuando el horizonte de tiempo se generaliza a n periodos, la valoración de una opción se realiza calculando los valores de la misma pero al final de los n periodos, es decir, ir calculando retrocediendo en el tiempo (*de derecha hacia la izquierda, periodo a periodo*), mediante las formulas que se mencionaron anteriormente, se va calculando el valor de cada nudo del diagrama o (*árbol*), así como se representa en la siguiente grafica³⁰:

Figura 7. Modelo binomial multiperíodo

³⁰ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 91.



GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 90.

El valor de la opción *put* también se puede calcular a partir del de la *call*, aplicando la siguiente formula:

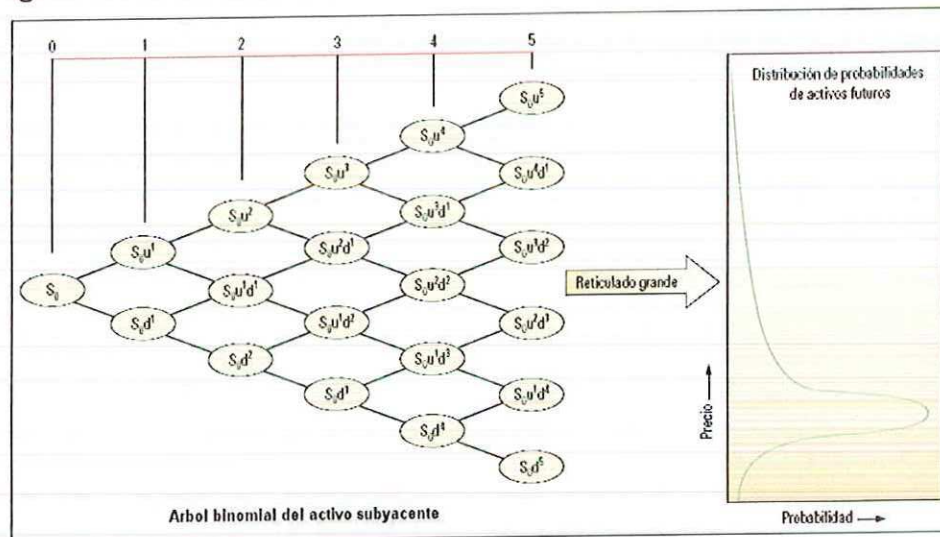
$$P = C - S + \frac{E}{r^n}$$

Este modelo permite a los directivos valorar las opciones europeas y americana; ya que demuestra el cambio del valor de un activo a través del tiempo, dado que el activo tiene una volatilidad particular; también este modelo supone una neutralidad ante el riesgo por que se construye una cartera de arbitraje que elimina el riesgo de la inversión. Si el valor de la opción no coincide con lo que se calcula a través del modelo, entonces se consigue un beneficio sin riesgo.

Los árboles binomiales se implementan también para valorar opciones reales de dos maneras diferentes, una por medio de un activo subyacente y otra para valoración.

Los árboles binomiales para un activo subyacente se leen de izquierda a derecha e indican como pueden ir evolucionando los valores futuros del activo, tal como el precio de una acción; los factores u y d que determinan los movimientos ascendentes y descendentes en cada nodo ya que son funciones de volatilidad del activo subyacente; la estimación de la volatilidad es bastante compleja ya que este valor debe reflejar las incertidumbres tanto económicas como técnicas que estén asociadas al valor del activo³¹.

Figura 8. Árbol binomial del activo subyacente



http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

³¹ BAILEY, William, y BHANDARI, Ashish, Valoración de las Opciones Reales, Primavera2004, http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

Para construir el árbol binomial del activo subyacente, el primer nodo de izquierda a derecha muestra el valor del activo en el periodo inicial, para el siguiente periodo este valor puede aumentar o disminuir debido a los factores u y d , donde u se basa de una volatilidad y una magnitud de incremento en el tiempo, así va evolucionando el valor del activo a través del tiempo hasta ir expandiendo el árbol binomial, concluyendo con los nodos de la derecha que representarían la distribución los posibles valores futuros del activo.

Los árboles binomiales para valoración se trabajan de derecha hacia la izquierda del árbol, pero el valor que toma en cada nodo es el máximo entre cero y la diferencia entre el valor del precio en el momento presente (S) y el precio de ejercicio X , $\text{MAX}(S-X, 0)$, al no tomarse en cuenta los valores negativos es por que los directivos no ejercerán la opción.

En este árbol se trabaja de manera que los valores iniciales del activo se encuentran ubicados en los nodos del último periodo, para llegar al cálculo del valor de la opción se debe tener en cuenta en hacer una inducción inversa que se basa en un factor p que es la probabilidad neutral al riesgo de un movimiento del precio del activo subyacente en el periodo de tiempo.³² A continuación se ilustra el árbol binomial para valorar:

³² BAILEY, William, y BHANDARI, Ashish , Valoración de las Opciones Reales, Primavera2004, http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

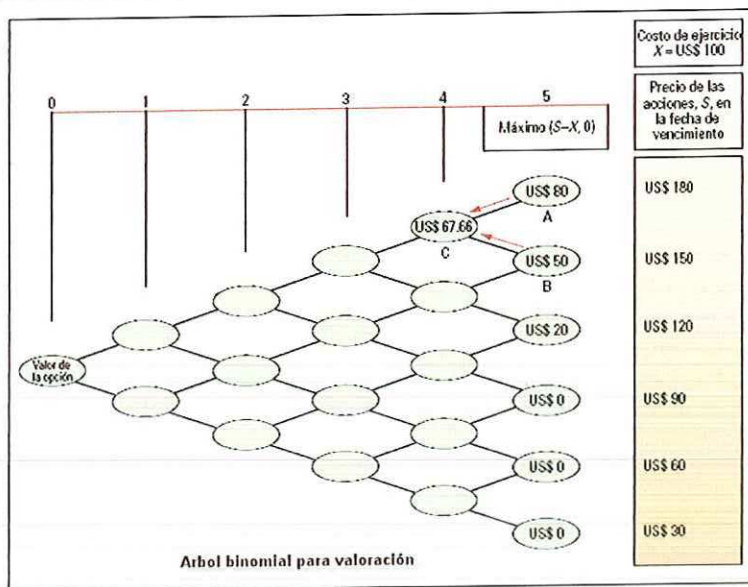
Para construir el árbol binomial del activo subyacente, el primer nodo de izquierda a derecha muestra el valor del activo en el periodo inicial, para el siguiente periodo este valor puede aumentar o disminuir debido a los factores u y d , donde u se basa de una volatilidad y una magnitud de incremento en el tiempo, así va evolucionando el valor del activo a través del tiempo hasta ir expandiendo el árbol binomial, concluyendo con los nodos de la derecha que representarían la distribución los posibles valores futuros del activo.

Los árboles binomiales para valoración se trabajan de derecha hacia la izquierda del árbol, pero el valor que toma en cada nodo es el máximo entre cero y la diferencia entre el valor del precio en el momento presente (S) y el precio de ejercicio X , $MAX(S-X,0)$, al no tomarse en cuenta los valores negativos es por que los directivos no ejercerán la opción.

En este árbol se trabaja de manera que los valores iniciales del activo se encuentran ubicados en los nodos del último periodo, para llegar al cálculo del valor de la opción se debe tener en cuenta en hacer una inducción inversa que se basa en un factor p que es la probabilidad neutral al riesgo de un movimiento del precio del activo subyacente en el periodo de tiempo.³² A continuación se ilustra el árbol binomial para valorar:

³² BAILEY, William, y BHANDARI, Ashish , Valoración de las Opciones Reales, Primavera2004, http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

Figura 9. Desarrollo del árbol binomial para valorar



http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf

Para la construcción de este árbol binomial, para el periodo 5 cada nodo muestra el máximo valor de la diferencia entre el precio de las acciones en la fecha de vencimiento y el precio de ejercicio de la acción si la diferencia es negativa el valor que el nodo toma es cero ya que un directivo no ejercerá la opción, en el caso del periodo 4, en el nodo representado con la letras C es calculado a partir de los nodos del periodo 5 el nodo A y B, pero el calculo del nodo se utiliza la probabilidad neutral al riesgo. Esto ocurrirá periodo a periodo y nodo por nodo hasta llegar a calcular el valor de la opción.

Es claro que los métodos binomiales que se mostraron anteriormente operan de manera diferente, ya que los árboles requieren que un analista especifique las tasas de descuento de cada nodo y las probabilidades, pero para los árboles que se implementa en la valoración de opciones reales muestran factores como las probabilidad neutral de riesgo al riesgo de incertidumbre financiera y las tasas de interés libres de riesgo.

Tal como lo señala Copeland y Antikarov (2001), los problemas del método binomial para la valoración de opciones reales. Es prácticamente

imposible encontrar un activo de réplica para gran parte de las inversiones reales, cuyos flujos de caja correspondan perfectamente con el proyecto objeto del análisis, ya que la validez de la valoración por el método binomial se basa en la posibilidad de crear carteras de réplica y en la inexistencia de posibilidades de arbitraje lo cual es algo mas teórico que realista para el caso de las opciones reales. Otro problema surge con la estimación de u y d o de la volatilidad del proyecto.

Al margen de las posibilidades que ofrece la utilización de las volatilidades implícitas de opciones negociadas sobre acciones de empresas de un sector de riesgo equivalente³³.

³³ LAMOTHE, Prosper, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 57.

6. TIPOS DE OPCIONES REALES

Se pueden clasificar en tres grupos:

6.1 OPCIÓN DE DIFERIR LA INVERSIÓN

Le da al inversionista la oportunidad de posponer alguna actividad de inversión hasta que las condiciones se vuelvan favorables durante un plazo determinado de tiempo, lo cual esto le puede permitir aprovecharse de la reducción de la incertidumbre por lo que le será valioso, también de conocer información sobre el mercado, precios, costos y otros elementos.

Esta opción se asimila a una opción de compra sobre el valor actual de los flujos de caja esperados del proyecto (VA) y cuyo precio de ejercicio es el coste de realizar el proyecto en la fecha de vencimiento de la opción (A_n) si este se realiza anticipadamente implica renunciar a la opción de diferirlo, lo cual el valor de ejercicio actúa como un coste de oportunidad, debido a esto el proyecto se realizara cuando³⁴:

$$VA > \text{Coste} + \text{Opción de diferir} \longrightarrow \text{VAN básico} > \text{Opción de diferir}$$

Por esta razón el objetivo de esta opción es reducir la incertidumbre sobre el comportamiento del valor del activo subyacente en el futuro próximo. De tal manera se tendrá en cuenta la posibilidad de realizar el proyecto en la fecha de vencimiento acordada.

³⁴ **MASCAREÑAS**, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 62.

Es importante tener en cuenta el costo de retrasar la realización del proyecto, así se espere un año se gana si el costo de retrasarlo es mayor, pero no se pierde si este costo descende, lo ahí que tener claro es que se pierde un año de protección contra la competencia y además se perderá de los flujos de caja que se hubiesen recibido al final del primer año.

El cálculo del costo de retraso se basa en la relación entre el valor actual del flujo de caja próximo periodo y el valor actual del proyecto en el momento inicial³⁵.

$$\text{Costo de retraso} = \frac{VA (\text{flujos de caja}_{\text{proximo periodo}})}{VA_0}$$

La mayoría de las opciones de diferir un proyecto son de tipo americano e incorporan los costos de retraso, por lo que la decisión de hasta cuando se puede retrasar el proyecto vendrá por la contraposición entre los costos y los beneficios de hacerlos.

Es claro para muchos autores que han estudiado las opciones reales, que la mayor parte de las decisiones empresariales no dependen del precio de un bien sino que es necesario realizar adaptaciones para poder aplicar la metodología de las opciones reales en cada caso.³⁶

Desde el punto de vista de Juan José García Machado un ejemplo claro para este tipo de opciones podría ser el lanzamiento de un nuevo producto. Si el producto se lanza ahora, la empresa lograra flujos de caja antes que si se espera.

³⁵ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 63.

³⁶ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 163.

La administración puede desear diferir su lanzamiento, así tenga un valor positivo el VAN, pero ahí que tener en cuenta que la opción puede quedar disponible y hay que asegurarse de esto.

Diferir es más atractivo cuando la incertidumbre es más grande y los flujos de caja inmediatos, que se pierden o se posponen por la espera, son pequeños.

6.2 OPCIÓN DE AMPLIAR O DE CRECIMIENTO UN PROYECTO

Una vez se desarrolle un proyecto se tiene la posibilidad de acelerar o modificar la escala de producción, también le da el derecho de adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un coste adicional.

Esta opción solo se ejercerá cuando el comportamiento futuro del mercado sea favorable, debido a esto, un proyecto de inversión puede llegar a tener un valor positivo.³⁷

Este tipo de opciones son secuenciales ya que tiene la oportunidad de expandirse y de enlazar distintas fases de crecimiento.

En el momento de valorar una empresa que posee opciones de crecimiento, es conveniente no duplicar el valor de las opciones, esto puede ocurrir si se utiliza una tasa de crecimiento de los flujos de caja

³⁷ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 71.

³⁷ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 62.

mas alta de lo normal por que ya se incluye el valor de la opción, por tanto el valor de una empresa será: .

$$V = VA \text{ (flujos de caja libres)} + VA \text{ (opciones de crecimiento)}$$

Una ventaja clave de la perspectiva de las opciones de crecimiento es que integra el presupuesto de fondos para inversiones con la planificación estratégica a largo plazo, las asignaciones de fondos realizadas en un año cualquiera son pasos vitales para el logro final de los objetivos estratégicos.³⁸

En las opciones de expansión hay tener en cuenta que son muy difíciles de evaluar en la practica por su complejidad, por ejemplo, si se decide ejercerla ahora, puede que se encuentren en un exceso de capacidad, por lo que seria mejor ampliarla mas adelante, pero trae consigo inconvenientes ya que se vería diferimiento del logro de dicha capacidad, sin la cual no se podría atender un aumento de la demanda y se dejaría de obtener los correspondientes flujos de caja desde primer día de ser ejercida la opción.

6.3 OPCIÓN DE ABANDONAR

En muchas ocasiones los directivos son los que eligen determinado proyecto que aun siendo menos rentables que otros tiene la ventaja

³⁸GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 149.

intangibles de su mayor flexibilidad³⁹; para Juan Mascareñas la opción de abandonar le da al propietario el derecho de renunciar y tener la posibilidad de liquidar, abandonar o vender el proyecto o su participación en el mismo a otra compañía donde sus planes estratégicos se tornen más atractivos en el proyecto.

Cuando existe la posibilidad de tomar una opción de abandono se aumenta el deseo de invertir en otro proyecto, por ello el valor de la opción de abandono aumenta cuando⁴⁰:

- Mayor sea la incertidumbre sobre el valor futuro del negocio.
- Mayor sea la cantidad de tiempo que se dispone en ejercer la opción.
- Mayor sea la relación entre el valor de abandono del proyecto con respecto al valor terminal.

Se puede decir que cuando un proyecto ya no es rentable la opción de abandonar es tomada por los directivos y la empresa recortará sus pérdidas.

Esta proporciona un seguro contra fallos y es formalmente equivalente a una opción de venta americana con un precio de ejercicio igual al valor de venta del proyecto, sin embargo es una opción que proporciona flujos de caja inciertos y un valor residual incierto, lo que complica el procedimiento de solución.

³⁹ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 155.

⁴⁰ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 83.

Según De Miguel Hidalgo, el valor total de un proyecto debe considerar el valor de abandono, el cual, generalmente, no se conoce en el momento de su evaluación inicial, sino que depende de su evolución en el futuro. Existen dos importantes cuestiones en el análisis del valor de abandono⁴¹:

1. La necesidad de tenerlo en cuenta en la decisión de abandono.
2. La determinación del intervalo de tiempo en el que dicho valor de abandono alcance su máximo valor.

⁴¹ GARCIA, MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide, p 156

7. USO DE LA TEORÍA DE OPCIONES REALES PARA VALORAR PROYECTOS DE INVERSIÓN Y GENERAR FUENTES DE FINANCIACIÓN

Teniendo en cuenta los tipos de opciones reales se presentan en el mercado diferentes alternativas para invertir en proyectos; cada proyecto puede ser analizado por el inversor y determinar si los parámetros que este ofrece se ajustan a sus expectativas.

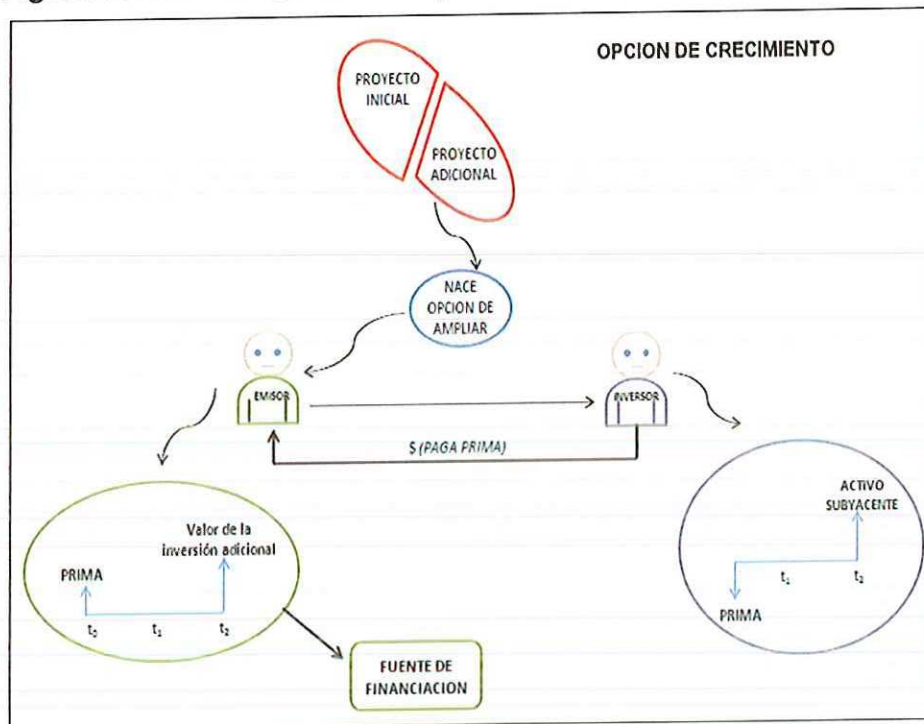
A continuación se presenta la metodología que se lleva a cabo para negociar cada uno de los tipos de opciones reales y los compromisos que adquiere cada uno de los agentes.

Variables generales en el uso de la teoría de las opciones reales como fuente de financiación:

1. Activo subyacente de la opción. Proyecto o empresa.
2. El derecho que adquiere quien compra la opción.
3. El pago que realiza quien compra la opción; Es decir la prima pagada por el inversor.
4. Tiempo hasta el vencimiento
5. El precio de ejercicio. Entendido como un costo adicional.

7.1 OPCIÓN DE EXPANSION, AMPLIACIÓN O CRECIMIENTO DE UN PROYECTO

Figura 10. Metodología de una opción de crecimiento



Autores

La opción de expansión da a su propietario el derecho a adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un costo adicional (precio de ejercicio). Esta opción solo será ejercida cuando el comportamiento futuro del mercado sea favorable.

Este tipo de opción hace que un proyecto de inversión desaconsejable según criterios como el VAN tenga valores positivos.

Activo subyacente: el activo subyacente de este tipo de opción es el valor de actual de los flujos de caja que genera el proyecto adicional.

Derecho que adquiere el inversor: adquirir una parte adicional del proyecto de ampliación; es decir recibe los flujos que el activo subyacente genere.

Precio de ejercicio: es el desembolso inicial en el que se incurre para desarrollar el proyecto adicional.

Valor de la opción de ampliación: es la diferencia de el van generado por la inversión adicional y el van generado por la inversión básica.

Tiempo: el periodo de tiempo del que se dispone para ejercer la opción es su vida. Suele venir dado por el propio equipo directivo que se plantea la decisión de ampliar o crecer, y a su vez depende de una serie de circunstancias como la competencia y la situación económica.

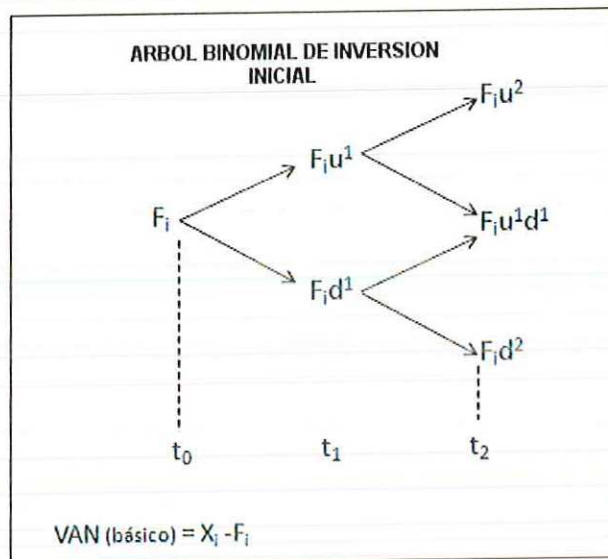
Teniendo en cuenta las variables mencionadas anteriormente; para una opción de ampliar o expandir un proyecto de inversión se necesita un proyecto adicional que permita expandir un proyecto que ya existe. La empresa que decide expandirse abre al mercado sus opciones, en la búsqueda de un inversor que pague la prima pactada para adquirir el derecho a recibir en un tiempo t , los flujos de caja generados por este nuevo proyecto de ampliación.

La empresa emisora se compromete a retornar estos flujos al inversor si este decide ejercer la opción. Al momento de ejercer la opción el emisor recibe un pago correspondiente al desembolso inicial en el que el incurrió para desarrollar el proyecto.

Para que el emisor determine el precio de la opción debe realizar un análisis de la siguiente manera⁴²:

1. Determinar el monto de la inversión inicial. (X_i)
2. A esta inversión se le calculan los flujos de caja correspondientes (F_i)

Figura 11. Árbol binomial de una inversión inicial



Autores

Donde:

$$u = e^{\sigma} \quad y \quad d = 1/u$$

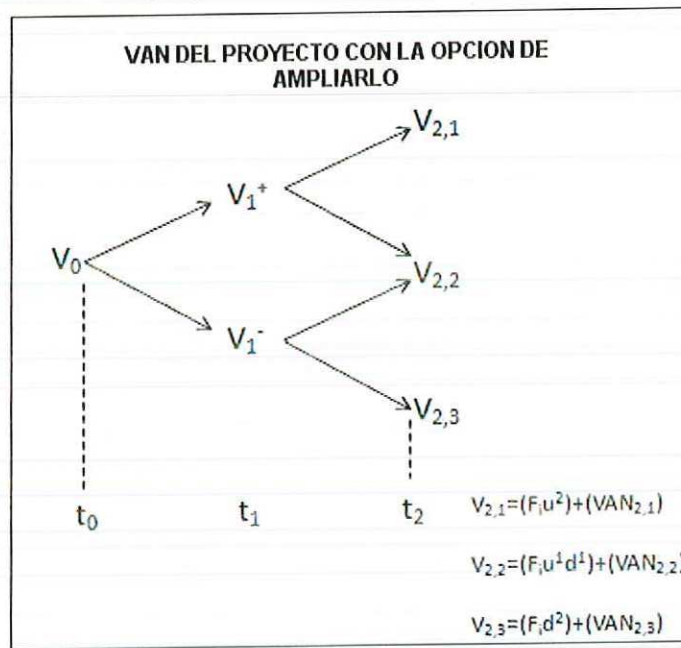
$$r_f = e^{int} \quad \text{int (tipo de interés sin riesgo)}$$

3. Después de un cierto periodo de tiempo, los ejecutivos de la empresa deciden si conviene o no ampliar el proyecto. Si conviene se desembolsa una inversión adicional. (X_2) y en ese instante de

⁴² MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 73-74-75-76.

tiempo el valor del negocio adicional. $(VAN_{2,1})$, $(VAN_{2,2})$, $(VAN_{2,3})$ será mayor que el valor del negocio inicial en ese mismo momento. Obteniendo de esta manera nuevos valores actuales netos. $(V_{2,1})$, $(V_{2,2})$, $(V_{2,3})$. Como lo demuestra las siguiente grafica:

Figura 12. VAN del proyecto con la opción de ampliarlo



Autores

Donde:

$$VAN_{2,1} = -I_2 + (F_1 u^2 * N)$$

$$VAN_{2,2} = -I_2 + (F_1 u^1 d^1 * N)$$

$$VAN_{2,3} = -I_2 + (F_1 d^2 * N)$$

**I₂= inversión adicional*

**N= # incremento*

4. Para determinar el valor actual del proyecto con la opción de ampliarlo se realiza un retroceso en el tiempo, planteado en un árbol binomial multiperiodo.

En el cual el valor actual asume el $(V_{2,1})$, $(V_{2,2})$, $(V_{2,3})$ de ambos proyectos (el inicial y el adicional). Como se observa en la figura anterior.

Al avanzar desde la derecha hacia la izquierda se obtuvo el Valor actual neto (V_0) total del proyecto con la opción de ampliarlo; y este VAN es equivalente al activo subyacente.

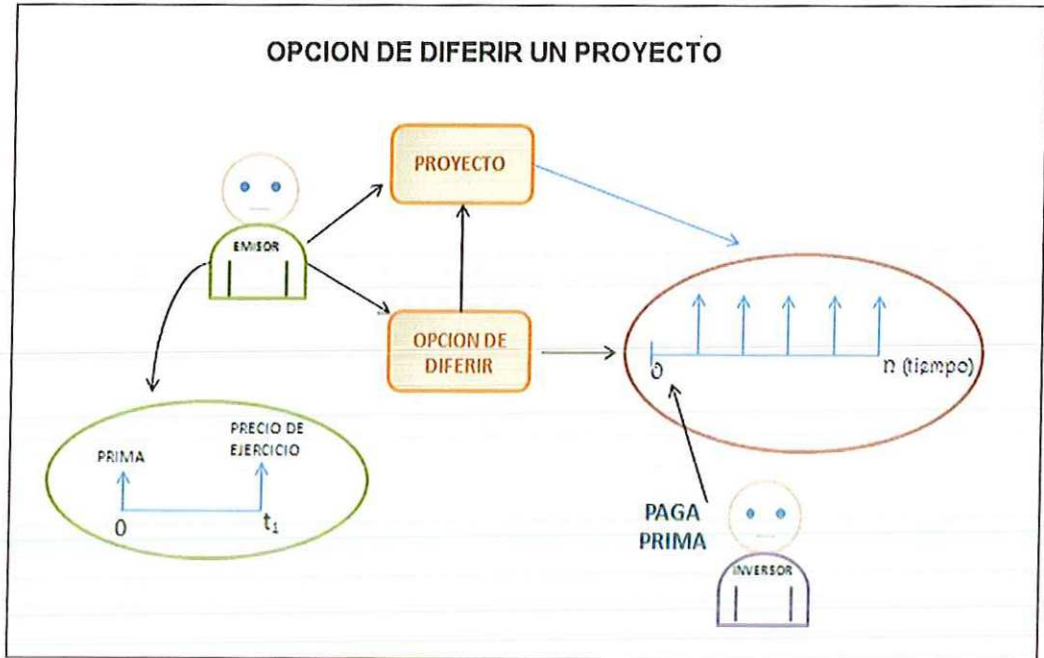
5. Para determinar el valor de la opción de ampliación (prima), se realiza la diferencia entre los flujos de caja generados por el proyecto adicional y el van básico, calculado sin la opción de ampliar.

Si este escenario se lleva a cabo; es decir si la opción se ejerce el emisor recibe dos pagos: la prima y el precio de ejercicio. Con el monto de la prima el asegura un beneficio por emitir la opción y puede emplear este dinero como una fuente de financiación. Al vencimiento de la opción recibe el monto correspondiente al desembolso inicial en el que incurrió para llevar a cabo el proyecto.

Si el escenario que se presenta es que la opción no se ejerce, el emisor recibe la prima para destinarla como fuente de financiación. Pero como no se ejerce la opción el no entrega los flujos generados por el proyecto de ampliación.

7.2 OPCIÓN DE DIFERIR UN PROYECTO

Figura 13. Opción de diferir



Autores

La opción de diferir un proyecto de inversión proporciona a su propietario el derecho a posponer su realización en un periodo de tiempo determinado. Pero este derecho a posponer la realización implica un costo adicional (prima)

Es similar a una opción de compra sobre el valor actual de los flujos de caja esperados del proyecto (VA) y cuyo precio de ejercicio es el costo de realizar el proyecto en la fecha de vencimiento de la opción.

Variables:

Activo subyacente: es el valor actual de los flujos de caja esperados por el proyecto.

Derecho que adquiere el inversor: aplazar el proyecto un periodo de tiempo, en el cual el decide si ejerce o no la opción. Para efectuar este derecho pagó la prima.

Precio de ejercicio: el precio de ejercicio hace referencia al costo de realizar el proyecto en la fecha de vencimiento de la opción.

Valor de la opción de diferir: es la diferencia entre el van total del proyecto teniendo en cuenta la opción de diferirlo un periodo t y el van calculado para la inversión inicial.

Tiempo: es el período de tiempo que dura la opción; para este tipo de opción es el tiempo en que se difiere el proyecto.

Metodología:

Para que el emisor determine el precio de la opción debe realizar un análisis de la siguiente manera⁴³:

1. Determinar el monto de la inversión que se pretende llevar a cabo por parte del inversor. Pero dadas las condiciones esta misma inversión (X_1) es la que genera incertidumbre y por lo tanto se desea postergar pero para ello debe comprar una opción.

⁴³ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 64-65-66-67.

2. Calcular el monto de la prima que cobra el emisor por dejar la opción abierta hasta un determinado t_1 . (P).
3. El inversor realiza un análisis de los flujos de caja generados por el proyecto suponiendo que lo desarrollara en ese mismo momento. Estos flujos son descontados al costo de oportunidad del capital.

Al realizar esta valoración el inversor puede obtener un VAN negativo (VAN_1), razón por la cual decide comprar la opción de diferir el proyecto por un determinado tiempo (t_1) y paga la prima al emisor (P).

4. Se construye un árbol binomial para analizar el ascenso o el descenso del valor actual del activo subyacente; es decir que tanto sube o baja el (VAN_1) calculado anteriormente.

Esta simulación permite calcular los (V) pero se debe tener en cuenta que estos tienen incluidos el flujo de caja generado antes de ejercer la opción; por lo tanto este flujo no es un retorno para el inversor y debe ser descontado del (V).

Figura 14a. Análisis del VAN

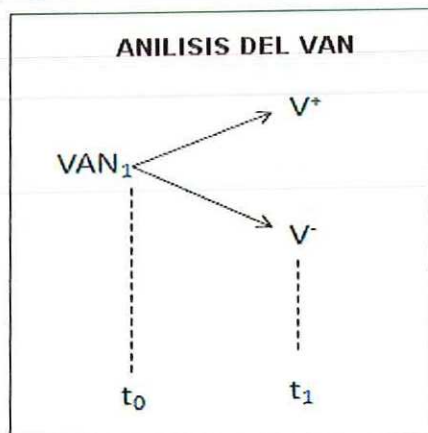
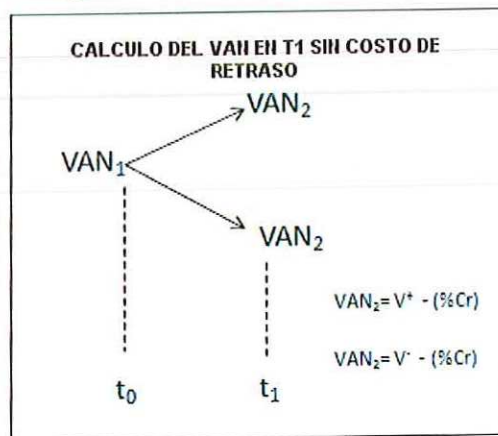


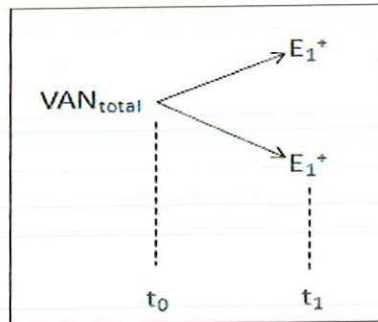
Figura 14b. Cálculo del VAN



Autores

5. En este momento se está ubicado en el periodo (t_1) y por lo tanto el costo de realizar el proyecto habrá aumentado como mínimo en la tasa libre de riesgo. Alcanzado un valor de (X_2).
6. El inversor en este momento conoce el costo de realizar el proyecto (X_2) y a su vez por medio de los árboles binomiales calcula un nuevo (VAN_{total}); El cual determina si ejerce o no la opción.

Figura 15. Cálculo del VAN_{total}



Autores

Donde:

$$E_1^+ = \text{Max} (VAN_2 - X_2)$$

$$E_1^- = \text{Max} (VAN_2 - X_2)$$

Por consiguiente la decisión de realizar o no el proyecto a finales del periodo (t_1) toman dos valores (E_1^+) y (E_1^-).

El van total del proyecto al final del periodo (t_1) es, según las probabilidades estimadas para un árbol binomial de un solo periodo será⁴⁴:

⁴⁴ MASCAREÑAS, Juan, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004, p 67.

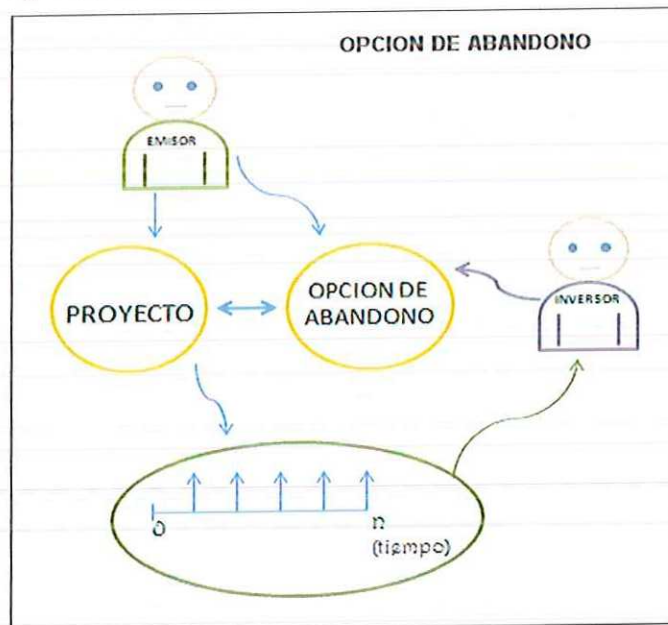
$$VAN_{total} = E_1^+ \times p + E_1^- \times (1 - p)$$

Pero este van calculado para el periodo 1 se lleva a valor presente descontado con la tasa libre de riesgo y se obtiene de esta manera el van total del proyecto (VAN_{total}) con la opción de diferirlo a un año.

Por lo tanto la opción de diferir (t_1) es igual a el Van total del proyecto (VAN_{total}) menos el (VAN_1).

7.3 OPCIÓN DE ABANDONO

Figura 16. Opción de abandono



Autores

Esta opción proporciona a su propietario el derecho a vender, liquidar, cerrar (abandonar, en suma) un proyecto determinado a cambio de un precio.

Variables:

Precio de ejercicio: precio de venta del proyecto.

Valor de la opción de abandono: es la diferencia del valor del proyecto con la opción de abandono y el valor del proyecto sin contar con ella

Tiempo: tiempo de vida de la opción.

Activo subyacente: es el valor actual del proyecto sin la opción de abandono (o venta).

Metodología:

1. Efectuar una valoración de la empresa por medio de los flujos de caja descontados obteniendo un $VA(x)$. Dentro de esta valoración se debe tener en cuenta el valor de liquidación de los activos fijos que tiene la empresa. Determinando un valor (LA). El cual cada año presenta un crecimiento de en un porcentaje determinado (α).
2. Se traza un árbol binomial de los (VA) de los flujos de caja que se espera que genere la empresa en el futuro, junto con la evolución planteada para los activos fijos de la empresa.

Variables:

Precio de ejercicio: precio de venta del proyecto.

Valor de la opción de abandono: es la diferencia del valor del proyecto con la opción de abandono y el valor del proyecto sin contar con ella

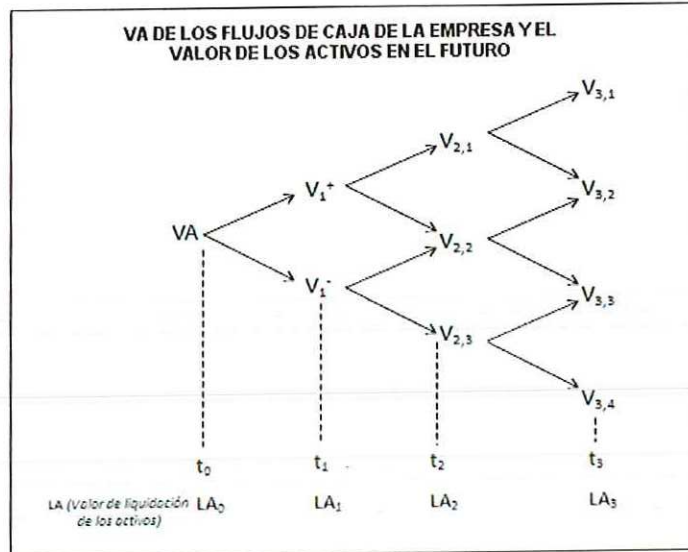
Tiempo: tiempo de vida de la opción.

Activo subyacente: es el valor actual del proyecto sin la opción de abandono (o venta).

Metodología:

1. Efectuar una valoración de la empresa por medio de los flujos de caja descontados obteniendo un $VA(x)$. Dentro de esta valoración se debe tener en cuenta el valor de liquidación de los activos fijos que tiene la empresa. Determinando un valor (LA). El cual cada año presenta un crecimiento de en un porcentaje determinado (α).
2. Se traza un árbol binomial de los (VA) de los flujos de caja que se espera que genere la empresa en el futuro, junto con la evolución planteada para los activos fijos de la empresa.

Figura 17. VA de los flujos de caja de la empresa

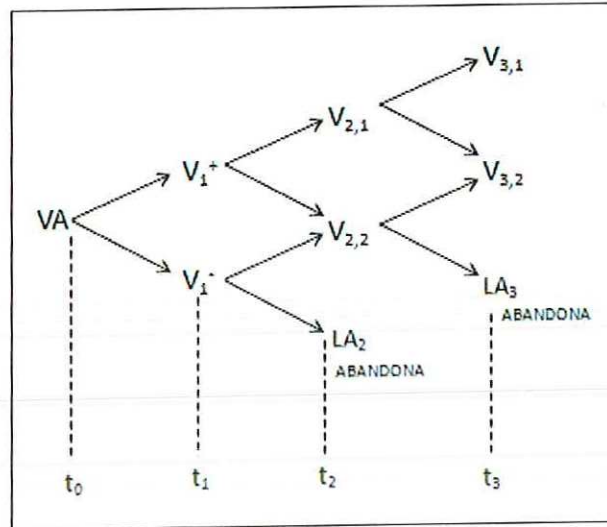


Autores

3. Se determina que en el momento en que el valor de liquidación supere a los VA de los flujos de caja libres de la empresa, esta será liquidada y por tanto el valor de liquidación sustituirá al de el VA.

Por lo tanto se construye un nuevo árbol con los valores de los VA mayores a los valores de liquidación y con los valores de liquidación reemplazando a los VA que sean menores.

Figura 18. VA con la opción de abandono



Autores

A partir de este árbol se hace una regresión binomial para calcular el nuevo valor de la compañía.

El valor de la decisión de abandonar se calcula mediante la diferencia entre el nuevo valor de la compañía y su valor sin contar con la decisión de abandonar.

CONCLUSIONES

- La metodología empleada permitió demostrar que el uso de las opciones reales permite convertir un proyecto de inversión que se desechaba por presentar un VAN negativo en una alternativa de inversión que lleva implícitas unas opciones que le aportan valor y en determinado momento lo pueden hacer atractivo para ser llevado a cabo.
- Se puede concluir que la metodología de las opciones reales crean una filosofía en las directivas de la organización; pero en Colombia su uso es restringido y el mercado no se ha abierto a crear mecanismos que faciliten su uso. En Colombia los empresarios aún se limitan a calcular en Van de un proyecto y con base en este tomar las decisiones respectivas, dejando a un lado la opción de realizar más adelante otro análisis que puede hacer atractiva la inversión. Es decir todavía se presenta cierta apatía a convertir las opciones en una herramienta para generar valor y para generar una fuente adicional de financiación.
- Las opciones reales como herramienta de valoración aportan flexibilidad operativa a la gestión de los empresarios y les crea una dimensión de los negocios que antes no era considerada. Es decir los ubica en un campo en el que no solo es necesario hacer cálculos numéricos y valorar los activos si no en el que el empresario que se arriesgue obtienen grandes beneficios en el futuro.

- Como fuente de financiación las opciones reales le permiten a una empresa emisora de opciones captar recursos como resultado de la venta de la opción. A cambio de vender derechos a un inversor la empresa obtiene recursos que empleará en la consecución de sus proyectos. Generalmente el inversor que compra la opción obtiene a cambio de esta una alternativa de inversión que será estudiada con detenimiento para analizar si se lleva a cabo o no el ejercicio de la opción. Si el inversor lleva a cabo el ejercicio de la opción paga un precio de ejercicio por medio del cual la empresa emisora incrementa su patrimonio sin tener que entregar a este parte del mismo. Es decir el emisor solo entrega los flujos que el proyecto en cuestión genera, pero no hace a el inversor participe del negocio de su empresa.
- Para Prosper Lamothe el proyecto no debió basarse en el uso de la teoría de las opciones reales; según su criterio es mas adecuado el uso de las opciones financieras ya que las opciones financieras se utilizan cuando el activo es un activo real, y en el caso de fuentes de financiación se utilizan opciones financieras.
- Sin embargo el uso de las opciones reales por parte de las empresas como fuente de financiación implica mayores costos. Existen en el mercado otras alternativas que en dado caso resultan más económicas para financiar los proyectos.
- Para algunos proyectos surge un inconveniente respecto al calculo de la volatilidad del proyecto; debido a que el proyecto como tal no se ha llevado a cabo.

BIBLIOGRAFÍA

AMRAM, Martha y KULATILAKA, Nalin. Opciones reales, evaluación de opciones en un mundo incierto. Barcelona: Ed Gestión 2000

GARCÍA MACHADO, Juan, Aplicaciones de la teoría de las opciones a las finanzas empresariales, Ediciones Pirámide

LÓPEZ LUBIÁN, Francisco, LAMOTHE, Prosper, MASCAREÑAS, Juan y DE LUNA, Walter, Opciones Reales y Valoración de Activos, Madrid: Ed Pearson Educación, 2004

http://www.fef.es/fef_publicaciones_revista_num.asp?a=2004

<http://www.ucm.es/info/jmas/dirfin/11DF.pdf>

http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish04/spr04/p4_19.pdf