

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**



**EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE  
INVERSIÓN Y LAS OPCIONES REALES**

Trabajo de Graduación  
Presentado por:

**ALEIDA MARGARITA DOMÍNGUEZ DURÁN**

Para optar al Título otorgado por la  
Universidad de El Salvador  
Correspondiente a la  
Maestría en Administración Financiera

**AGOSTO DE 2006**

San Salvador, El Salvador, Centroamérica

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**



**MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**

**EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE  
INVERSIÓN Y LAS OPCIONES REALES**

Trabajo de Graduación Presentado por:

**ALEIDA MARGARITA DOMÍNGUEZ DURÁN**

Para optar al grado de:  
**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**

**AGOSTO DE 2006**

**San Salvador, El Salvador, Centroamérica**

## Indice

Introducción	i
1. Una revisión de las opciones financieras	1
2. Los métodos tradicionales de evaluación de proyectos	3
3. Los proyectos de inversión desde las perspectivas de las opciones reales	5
3.1 ¿Cuándo tienen trascendencia las opciones reales?	6
3.2 Tipo de opciones reales	8
3.2.1 Opciones de retraso o espera	8
3.2.2 Opciones de crecimiento	9
3.2.3 Opciones de abandono	9
3.2.4 Otros tipos de opciones	10
3.3 Factores básicos a considerar en la oportunidad de invertir	11
3.4 Valoración de opciones reales	12
Conclusiones	17
Citas y Notas	18
Bibliografía	20
Anexos	21

## INTRODUCCIÓN

Los negocios en el presente se encuentran en un proceso de cambio constante, en el cual muchas decisiones de hoy pueden variar en el futuro, tomando en cuenta que los niveles de incertidumbre en una economía globalizada se vuelven más altos, lo que implica que durante el proceso de ejecución de proyectos nos encontremos con diferentes alternativas u oportunidades.

Los estudios de factibilidad se basan en la técnica de la estimación de los flujos de efectivo, los cuales sirven para visualizar el horizonte financiero de una empresa; sin embargo, al analizar detalladamente dichos estudios, se observa un alto nivel de incertidumbre en la determinación de los resultados financieros; cuyo origen podría ser causado por cambios de tecnología, cambios en la política económica del país, fusiones, alianzas estratégicas de la competencia, apertura de nuevos mercados, exposiciones económicas, volatilidad de los precios, etc.; no siendo dimensionados en las evaluaciones tradicionales.

Los gerentes están tomando decisiones de diferente naturaleza, identificando variables que constituirán oportunidades de negocios en el futuro y que podrían incrementar el valor de la empresa o también podrían convertirse en una amenaza; que previstas dentro del plan estratégico, los resultados del impacto se minimizarían o inclusive se podrían transformar en oportunidades.

Las opciones reales, cuyo propósito fundamental es la incorporación de todas esas variables de incertidumbre, flexibilidad gerencial y volatilidad, entre otras, adicionan todos estos componentes, que quedan fuera en la evaluación de los métodos tradicionales y que implican elementos de valor en los análisis financieros de inversión; que al no ser considerados podrían dejar de lado inversiones claves para el negocio.

De esta manera, el enfoque principal es mostrar cómo las opciones reales son un componente de valor dentro de la evaluación de proyectos, cuya combinación con los métodos tradicionales de valoración podrían cambiar drásticamente los resultados de decisiones de inversión.

Este análisis, se orientará en hacer una revisión de los métodos tradicionales, que es el punto de partida de las opciones reales, tomando como referencias las opciones financieras, cuya diferencia entre una y otra radica en que las opciones reales se fundamentan sobre un activo real y/o proyecto de inversión; mientras que las opciones financieras su enfoque se orienta en un activo subyacente o activo financiero, sujeto a

negociación; al final se hace un análisis de los proyectos de inversión desde la perspectiva de las opciones reales, que constituye la parte medular del análisis.

## 1- Una revisión de las opciones financieras

Las opciones son instrumentos de cobertura de riesgo, que otorgan “el derecho pero no la obligación que tiene el poseedor de vender o comprar un activo subyacente, el cual puede estar constituido por un título valor, monedas, tasas de interés, mercancía, etc.”<sup>1</sup>

Hay dos clases de opciones básicas<sup>2</sup>:

- a) Opciones Put (venta)
- b) Opciones Call (compra)

Las opciones put constituyen el derecho pero no la obligación de vender un activo subyacente; por lo tanto, el comprador de una put quiere asegurarse de una caída inesperada del activo subyacente; así por ejemplo:

El precio promedio de mercado de las acciones de la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador (CAESS) en el mes de agosto de 2005, fue de \$5.0 por acción; supóngase un inversionista, de acuerdo a análisis efectuados sobre las condiciones del mercado de electricidad en El Salvador ha percibido que dicho precio podría caer en un futuro a precios inferiores de \$4.0 por acción.<sup>3</sup>

Por lo tanto, debido a esta especulación, decide comprar una opción put (venta), a un precio preestablecido o también llamado precio *strike*<sup>4</sup> de \$5.0 por acción, cuya fecha de expiración es el 31 de diciembre de 2005.

¿Cuándo debe o no ejercer la opción put, el inversionista?

Si el precio Spot<sup>5</sup> es menor a \$5.0, el inversionista ejerce la opción.  
Si el precio Spot es mayor a \$5.0, no ejerce la opción.

Las opciones Call son el derecho pero no la obligación que le da al dueño o al tenedor de la opción de comprar un activo subyacente a un precio *strike*.

Ejemplificando:

Una empresa en El Salvador, posee actualmente un préstamo en yenes con el Gobierno Japonés; el cual constituyen el 15% de su deuda a largo plazo; muy bien se sabe que las fluctuaciones del Yen con respecto al dólar han tenido apreciaciones importantes durante el año 2005; particularmente en el primer trimestre<sup>6</sup>, lo que ha implicado mayores desembolsos en el pago de la porción corriente a corto plazo, ya que el

préstamo se cancela en cuotas semestrales pagaderas en el mes de febrero y julio, esto ha raíz de que se ha comprado los yenes más caros.

Supóngase, que dentro de la estrategia financiera, la empresa había decidido protegerse contra el riesgo cambiario; y había contratado una opción call a Y110/US\$.

Teniendo en cuenta este instrumento financiero, ¿Bajo qué situación tenía que ejercer la opción la empresa?

Ejerce si el precio pactado o *Strike* es menor que el *Spot*

No ejerce *si el* precio pactado o *Strike* es mayor que el *Spot*

Es decir; si el spot de cambio del yen llega a niveles de 102.0/US\$; implica que ha habido una apreciación del yen con respecto al dólar, entonces sin cobertura se pagaría más dólares por la porción corriente de la deuda; con cobertura, se optaría por ejercer la opción de compra contratada a un *strike* de Y110.0/US\$, lo que implicaría pagar menos dólares por la deuda.

Por lo tanto, a medida que exista más apreciación del yen con respecto al dólar, las posibilidades de ganancia, a raíz de la contratación de la opción de compra, se incrementarán.

Estos ejemplos dan una ilustración sobre las opciones financieras básicas, las cuales constituyen instrumentos de cobertura de riesgo basado sobre un activo subyacente; los que podrían dar ganancias ilimitadas para el caso de las opciones call y limitadas para las opciones put; si los comportamientos de los mercados a los cuales pertenece el activo subyacente sobre el cual se adquirió la opción son inversamente proporcionales al precio *strike*; cuyo costo en el caso de que no se ejerciera la opción, es la prima pagada por ésta.

La valoración de las opciones financieras, depende de cinco componentes:

- a) Precio de Ejercicio
- b) Fecha de Vencimiento
- c) Precio del Activo Subyacente
- d) Tasa Libre de Riesgo
- e) Volatilidad o Varianza del Activo Subyacente.

## 2- Los métodos tradicionales de evaluación de proyectos

Los métodos de evaluación financiera de los proyectos de inversión más utilizados por tomar en consideración el valor del dinero en el tiempo son: el VAN, VANA, la TIR y el Análisis Costo/Beneficio, los cuales han tenido una gran aceptación en el ámbito de las finanzas, siendo técnicas que se utilizan para la ejecución o no de proyectos de inversión, de diferentes magnitudes en términos monetarios y estrategias empresariales; sin embargo, estos métodos se han limitado a las suposiciones básicas del momento en que se está realizando el análisis.

Sus fundamentos básicos se describen a continuación:

- 1) Valor Actual Neto (VAN): si el valor de los flujos de fondos estimados descontados al valor presente menos la inversión inicial es mayor a “cero”, el proyecto será aceptado, caso contrario será rechazado. Por lo tanto, habrá más incentivos de invertir a medida que el VAN es más alto.
- 2) Valor Actual Neto Ajustado: su punto de partida es el VAN, pero dicho valor es ajustado por las gestiones empresariales que ha permitido reducir o incrementar costos para el proyecto, los cuales no son tomados en cuenta en la valoración del VAN. Entre éstos se encuentran: a) Efecto de la deuda como escudo fiscal, b) Lograr tasas preferenciales para el financiamiento, c) Subvenciones, etc.
- 3) La Tasa Interna de Retorno (TIR): Es la tasa de rentabilidad del proyecto, la cual es lo mínimo esperado por el inversionista, esta puede ser comparada con los costos promedio de capital de la empresa (WACC) o con la rentabilidad de negocios alternativos.
- 4) Análisis Costo/Beneficio: Analiza el valor actual de los flujos entre la inversión inicial; si es mayor a 1, es aceptado el proyecto.

Los métodos tradicionales de evaluación de proyectos parten de un supuesto básico: Las condiciones y situaciones supuestas en el momento de la evaluación no cambian durante la vida del proyecto y el gerenciamiento es pasivo.

A la fecha estos métodos han constituido las técnicas de evaluación financiera más usadas, sobre las cuales se han basado las decisiones estratégicas relacionadas con los proyectos; sin embargo, las opciones reales han venido a superar todas aquellas limitaciones que estos han presentado y que en gran medida, constituyen un complemento de gran importancia dentro de la planeación estratégica de los gerentes.

Se sabe que después de un análisis de factibilidad financiera de una inversión, procede la etapa de ejecución, que es cuando se realiza un proyecto, en el cual pasan infinidad de situaciones a lo largo de la duración de éste y en muchas ocasiones, por no decir siempre, se salen de los esquemas planteados en las condiciones supuestas; ya que nada en la vida es constante, y en el mundo de los negocios, se está expuesto a diferentes coyunturas, de origen financiero, económico, fiscal, político, etc. aspectos que casi siempre son impredecibles; y exige un gerenciamiento activo para reaccionar y replantear las estrategias del negocio; factores que obviamente no son considerados al momento de las evaluaciones, ya que se hacen asumiendo el hoy para el futuro.

Por consiguiente, los riesgos inherentes a los cambios de marco de evaluación y la flexibilidad gerencial durante la vida de los proyectos no son medidos; y estas variables constituyen elementos de valor que han quedado fuera de la evaluación.

Así por ejemplo, supóngase que actualmente se está evaluando un proyecto de inversión en donde el precio de venta usado para la evaluación es una variable clave para la aceptación o no de este proyecto; y de acuerdo a datos históricos se conoce que la volatilidad de éste oscila en un 30%, ya sea hacia la alza o baja; la decisión de aceptar o no dicho proyecto, se encuentra en un escenario de incertidumbre; que muy bien puede o no favorecer los resultados financieros, lo que implica que podría dejar fuera dicho proyecto si el precio baja en 30%; pero ¿qué pasa si el precio sube?, los resultados entonces dejarían fuera un proyecto que podría generar flujos de efectivo bastante buenos para la empresa.

Como se puede ver con el VAN, casi siempre para el proceso de determinación de variables, se usan dentro de los supuestos, promedios históricos en los componentes de evaluación y se deja de lado los factores volatilidad y flexibilidad que podrían darse en el transcurso del proyecto; generando flujos de efectivo favorables o desfavorables; entonces existen estos elementos de valor que no están siendo considerados y que podrían cambiar drásticamente la aceptación o no del proyecto; sin embargo, difícilmente se puede predecir el futuro para definir si cuando se toma una decisión de invertir, en el caso que el  $VAN > 0$  o no invertir porque el  $VAN < 0$ , sea la más acertada.

Obviamente, en el análisis de los flujos de efectivo, se hace un análisis de sensibilidades, que van desde el escenario más pesimista al más optimista; sin embargo, estas son evaluaciones independientes, y queda a opción del tomador de decisiones ejecutar el proyecto, debido a que los

métodos tradicionales no toman en cuenta la incertidumbre y flexibilidad en la evaluación.

### **3. Los proyectos de inversión desde las perspectivas de las opciones reales.**

Las opciones reales tienen su origen en las opciones financieras para su valoración, con la diferencia de que las opciones financieras se basan en un activo subyacente, siendo instrumentos de cobertura de riesgo; mientras en las opciones reales sobre un activo real, transformando los riesgos en oportunidades.

El enfoque de las decisiones de inversión, se orienta, además de tener los mejores flujos de efectivo, a agregar valor a la empresa; los métodos tradicionales de inversión presentan algunas deficiencias para el momento de evaluar un proyecto, las cuales pueden orientar las decisiones financieras hacia otro rumbo y tomar decisiones muy diferentes.

Estas variables que no son tomadas en cuenta dentro de los métodos tradicionales de evaluación, son incorporadas en las Opciones Reales; las cuales son definidas por el Profesor Stewart Myers como *el derecho pero no la obligación de tomar una acción como posponer, expandir, contraer o abandonar cualquier inversión a un costo determinado, por un período establecido.*

El enfoque de las opciones reales tiene su relevancia en la importancia que le brinda a la dinámica empresarial y la flexibilidad que tiene el gerenciamiento durante la ejecución de un proyecto, asumiendo que éste se ejecuta en un escenario de incertidumbre.

Las opciones reales tienen su aplicación desde la antigüedad en donde Aristóteles narra la historia de Tales y las Prensas de Olivas, que dice lo siguiente: "Este era un filósofo sofista que vivió en la isla mediterránea de Mileto, leía las hojas de té y en una ocasión interpretó los resultados de su lectura como la predicción de una abundante cosecha de olivas para el año que corría, éste tomó sus ahorros y negoció con los propietarios de las prensas de olivas para tener a los derechos de alquilar las prensas al precio usual durante la época de la cosecha, a cambio de sus ahorros. Al final, la cosecha excedió efectivamente todas las expectativas y cuando los cultivadores de olivas llegaron a las prensas para extraer el aceite, Tales tenía todos los derechos sobre las prensas y cobró a los productores el precio de mercado por el uso de las prensas y pagó el precio pactado por el alquiler de las prensas a los dueños."<sup>7</sup>

Es así como Tales, a través de adquirir todos los derechos sobre las prensas, a un precio abajo del mercado al momento de la abundante cosecha, se hizo de una gran fortuna.

### **3.1 ¿Cuándo tienen trascendencia las opciones reales?**

Es importante considerar que las opciones reales tienen su trascendencia dentro de los proyectos de inversión y su valoración será más alta, cuando el Valor Actual Neto del proyecto se aproxima a cero y cuando los niveles de incertidumbre y/o flexibilidad de las variables consideradas, son altos; ya que la decisión de inversión cambiaría si se le agrega la valoración de dichas variables. Ver Anexo 1

Considerando que se está haciendo una evaluación financiera, en donde el grado de incertidumbre es cero y la flexibilidad de maniobra que tiene el gerente es casi nula; las opciones reales no agregan valor a la evaluación; ya que bastará con los resultados proporcionados por los métodos tradicionales.

Es decir:

Si  $\text{VAN} > 0$ , el costo de la opción es menor, ya que se reduce los niveles de riesgo.

Si  $\text{VAN} < 0$ , el costo de la opción es mayor, ya que se incrementan los niveles de riesgo.

Un resultado con un  $\text{VAN} < 0$  o cercano a cero, tiene que ir acompañado de un escenario con incertidumbre, adicionando una gerencia activa, capaz de identificar y manejar las variables críticas del proyecto; para que las opciones reales puedan agregar valor.

En el ámbito real, en el quehacer empresarial y en la vida cotidiana, todos somos hacedores de opciones reales, ya que en cada momento se están tomando decisiones importantes, las cuales se hacen en función de las condiciones o conyunturas presentadas en el día a día.

Sin embargo, la trascendencia clave es poder identificar con previa anticipación cuáles son esos componentes que darán mayor valor a una toma de decisiones; es por tal motivo, que se tiene la insistencia de la importancia que tiene la flexibilidad y el gerenciamiento con un “buen olfato”, que permita identificar aquellos factores de éxito, que lleven a un rumbo de agregar valor a un proyecto o empresa.

Una empresa de éxito no solo debe de enfocarse en las malas situaciones de las previsiones, sino que debe de ser capaz de identificar cuáles son las oportunidades para hacerle frente a tales situaciones; como se dijo anteriormente la capacidad de maniobra que le permite la flexibilidad, la cual constituye un elemento de mucho valor.

Idealmente, un proyecto proporcionará a la empresa una opción de expandirse si las condiciones son favorables y para abandonar si son desfavorables; pero además, la empresa podría estar dispuesta a pagar por posponer el proyecto. Así por ejemplo:

Supongamos que una inversión tiene un costo de 100 dólares y flujos iguales de \$20 dólares, la vida útil del proyecto será de 5 años; la tasa de descuento es del 10%; al hacer los cálculos los resultados, son los siguientes:

$$VAN = -100 + 20/(1+10\%)^1 + \dots + 20/(1+10\%)^5 = -24.2$$

Tomando en consideración este resultado, de ninguna manera habría que ejecutar este proyecto, ya que le restaría valor a la empresa.

¿Qué pasa si se sabe que para los próximos años, se prevee que los precios subirán en un 50%?. Evaluando esta alternativa, se tiene el siguiente resultado:

$$VAN = -100 + [20(1+50\%)/(1+10\%)^1 + \dots + 20(1+50\%)/(1+10\%)^5] = 13.7$$

Con estos resultados el proyecto se toma.

Un segundo ejemplo:

Una compañía petrolera está considerando la posibilidad de adquirir unos terrenos en los que sabe que existe un yacimiento de petróleo.

Sin embargo, el precio actual del petróleo no cubre el costo de su extracción y, no se dispone aún de la tecnología adecuada. ¿Supone esto que el yacimiento no vale nada en absoluto? No necesariamente.

La compañía petrolera no está obligada a extraer el petróleo ahora, sino que puede dejarlo en la tierra y hacerlo cuando el precio del petróleo suba (si existe incertidumbre con respecto a la evolución de los precios) o se disponga de la tecnología adecuada para extraer el petróleo. La posesión del terreno le brinda esta opción, pero si no lo adquiere hoy, no existirán estas posibilidades en el futuro. En este caso, el valor del yacimiento será el del terreno, más el de la opción de dejar el petróleo en la tierra para su

explotación futura; si las condiciones de mercado y tecnológicas son las adecuadas.

## **3.2 Tipo de opciones reales**

### **3.2.1 Opción de retraso o espera**

Hay variables que cuando se está evaluando un proyecto, muestran un alto grado de incertidumbre; cuando estos factores se conjugan junto con la flexibilidad, se está frente a una opción.

Posponer un proyecto, cuando las condiciones en el momento en que éste se está evaluando no son favorables, es más valioso para una empresa que realizar la inversión en forma inmediata; ya que le permite el monitoreo de todas aquellas variables críticas, e invertir cuando las condiciones sean favorables o desistir de invertir si estas no mejoran, y evitarse pérdidas por inversiones erróneas cuando las condiciones no se comportan como se había planificado; cuanto mayor sea el tiempo para retrasar un proyecto, se tiene una perspectiva más alta de las condiciones del mercado, y poder decidir si bajo las situaciones presentadas la inversión resulta lo suficientemente rentable para ejecutarlo o desistir de hacerlo.

En las opciones de retraso o espera, el factor tiempo es un componente clave; esto debido a que al momento de realizar un proyecto, hay que estar atentos al comportamiento de la competencia para ejercer la opción; siempre y cuando esté acorde con los planes estratégicos empresariales.

También hay que considerar que cuando no se cuenta con la exclusividad de la opción, optar por esperar para la ejecución de un proyecto, podría tener costos potenciales para la empresa, ya que los competidores de la empresa podrían adelantarse; por lo tanto, la decisión atinada del gerente entre la evaluación costo/beneficio de anticiparse a los competidores y lograr los mejores flujos de efectivos en el mercado, es clave cuando se tiene una opción de espera abierta.

Uno de los casos típicos de las opciones reales de espera, se puede presentar en la industria petrolera, ya que una concesión por ejemplo, puede permitir que una compañía petrolera espere hasta que se resuelvan las incertidumbres existentes en torno a los precios del petróleo y del gas y acerca de la tecnología de desarrollo. La compañía solo invertiría en explotación y desarrollo si el precio del petróleo aumentase lo suficiente para asegurar la rentabilidad de la superficie desarrollada de la concesión. Si los precios declinaran, la compañía dejaría caducar la concesión y

vendería lo que resta de la misma a otra compañía. El precio del ejercicio de la opción es el dinero requerido para desarrollar el área.

### **3.2.2 Opción de crecimiento**

En algunos casos se puede optar debido a los altos niveles de inversión, por la ejecución de una prueba piloto, que determine las posibilidades de éxito del proyecto a ejecutar, ya que se podría dar el caso que no se tenga un conocimiento total del mercado, así por ejemplo, cuando se va a lanzar un nuevo producto en el mercado, se desconoce el nivel de aceptación que tendrá.

Una prueba piloto, antes de implantar en su totalidad el proyecto, ayuda a conocer más el mercado e identificar que tanta oportunidad se tiene.

De esta manera, es obvio que si se ha visualizado aceptación y flujos de efectivo positivos, la empresa pensará en seguir creciendo cuando se tiene la opción de crecimiento, esto se puede dar con la compra de patentes o derechos sobre un bien.

Al igual que en las opciones de espera, en las opciones de crecimiento el factor tiempo, es un componente clave en la valoración; ya que dependerá de cuanto tiempo se tiene para postergar la decisión de ampliar el proyecto, o en última instancia desistir de dicho proyecto; lo cual dependerá de las condiciones de la opción que tenga la empresa.

El tiempo que se posea para ejercer una opción dependerá en gran medida de las condiciones del mercado, ya que los niveles de rentabilidad que se logren por la posesión de la opción, está en función de las características de la opción y de la competencia; y lograr los mejores flujos de efectivo en el ejercicio de una opción, solo será posible de una decisión atinada de la gerencia.<sup>8</sup> Ver anexo 2

Las opciones de espera y de crecimiento se asemejan a una opción “call” de las opciones financieras; ya que se está comprando un derecho pero no una obligación de invertir sobre un proyecto.

### **3.2.3 Opción de abandono:**

Es el equivalente a una opción “put”, en el contexto de las opciones financieras; su aplicabilidad se presenta cuando ya se está en el negocio y el proyecto no está generando los flujos de efectivo esperados por la empresa, entonces se podría optar por dicha opción; la cual puede ser en forma total o parcial.

**a) Una opción de abandono total:**

Se da cuando se quiere sacar en forma total el proyecto, ya que no dio los resultados esperados; como por ejemplo en las industrias farmacéuticas, cuando se da el lanzamiento de un nuevo medicamento, y el nivel de aceptación en el mercado no fue favorable, y por ende no genera los flujos de efectivo esperados por la empresa; o también se podrían dar situaciones cuando a raíz de reacciones adversas que éste haya causado en la población, ya sea por aspectos éticos o instrucciones legales, haya que retirar el producto.

**b) Abandono parcial:**

La aplicabilidad se da particularmente con empresas que tengan unidades de negocios diferentes o varios productos en el mercado, y éstos no dan los rendimientos esperados; por lo tanto, la empresa puede optar por vender esa unidad de negocio o retirar el producto, de esta manera estaría mejorando sus flujos de efectivo.

**3.2.4. Otros tipos de opciones:**

En las opciones reales existen otros tipos de opciones, que vienen siendo un derivado o una combinación de las mencionadas anteriormente; entre las cuales están:

- a) *Tiempo para crear* la opción (inversión por *etapas*): La inversión en etapas, a través de una serie de desembolsos, crea la opción de abandonar el proyecto a mitad de camino si la nueva información fuese desfavorable. Cada etapa puede ser contemplada como una opción sobre el valor de las etapas posteriores y valorada como una opción compuesta. Este tipo de opción es aplicada en proyectos relacionados con investigación y desarrollo, como las industria farmacéutica, proyectos que implique grandes desembolsos a largo plazo, construcción a gran escala, plantas generadora de energía, capital-riesgo al arrancar un negocio, etc.
- b) Opción para alterar la escala de las operaciones (expandir, reducir, cerrar y reiniciar): Si las condiciones del mercado son más favorables que las esperadas, la empresa podrá expandir la escala de producción o acelerar la utilización de los recursos. Si no ocurriese así, se podrá reducir la escala de las operaciones y en casos extremos se podrían detener totalmente y reiniciarlas cuando convenga. Este tipo de opciones tiene su aplicabilidad en Industrias de recursos naturales

como las mineras; planificación y construcción de productos en sectores cíclicos; moda; bienes de consumo; inmobiliarias, etc

- c) Opción de *cambio* (*outputs* o *inputs*): Si los precios o la demanda varían, la gerencia puede cambiar la combinación de los outputs<sup>9</sup> ofertados (flexibilidad de la producción). Alternativamente, los mismos outputs pueden fabricarse utilizando diferentes tipos de inputs<sup>10</sup> (flexibilidad del *proceso*). Su aplicación se enfoca en cambios en los outputs: bienes con una demanda muy volátil, por ejemplo: electrónica de consumo, juguetes, componentes de maquinaria, autos, etc. Cambios en los inputs: Productos que dependen fuertemente del suministro de materias primas: petróleo, energía eléctrica, química, agrícola, etc.
- d) Opciones con múltiples interacciones: los proyectos implican a menudo un *compendio* de varias opciones, que favoreciendo el crecimiento en caso de ascenso (call) y protegiendo en caso de descenso (put), se presentan conjuntamente. Su valor combinado puede diferir de la suma de las opciones individuales (porque interactúan entre sí). Pueden también interactuar con opciones de flexibilidad financiera. Aplica para la mayoría de industrias mencionadas anteriormente.

### 3.3 Factores básicos a considerar en la oportunidad de invertir:

Se considera que los cuatro factores más relevantes que influyen en la oportunidad de invertir son<sup>11</sup>:

1. El período durante el cual se puede decidir llevar a cabo un proyecto de inversión. Cuanto mayor sea éste, menor será la posibilidad de cometer errores en la elección y mayor será el valor de la opción de crecimiento que le corresponda. Si un proyecto puede posponerse el tiempo suficiente, incluso un proyecto con VAN negativo podría ser aceptado por llevar apareada una opción de ampliación o crecimiento suficientemente positiva. Lógicamente, la empresa debe asegurarse si puede conseguir totalmente los beneficios de dicha opción o si éstos estarán también disponibles para otros competidores. Si la decisión de emprender el proyecto puede posponerse en el tiempo, éste podrá llevarse a cabo si finalmente su VAN llegara a ser positivo, o rechazarse (sin incurrir en pérdidas) si fuese negativo.
2. El riesgo del proyecto. El riesgo es un factor de influencia positiva sobre el valor de la opción de crecimiento. Ello es debido a que un mayor riesgo involucra una mayor rentabilidad. Una mayor incertidumbre en cuanto a tipos de interés elevados y horizontes lejanos de inversión (cuando se puede aplazar una parte de ésta) no

son necesariamente perjudiciales para el valor de una oportunidad de inversión. A pesar de que estas variables reducen el VAN estático de un proyecto, también pueden provocar un aumento del valor de las opciones del mismo (valor de flexibilidad de la dirección) que puede contrarrestar el efecto negativo anterior.

3. Los tipos de interés. Tipos elevados disminuyen el valor de la opción porque conllevan tasas de actualización más altas que a su vez disminuyen el valor de los flujos de caja descontados. Sin embargo, también reducen el valor actual del precio de ejercicio de la opción. Este efecto compensador puede ayudar a mantener a flote el valor de la opción a medida que los flujos de interés aumentan, lo cual puede proporcionar, a ciertas clases de proyectos (especialmente a las opciones de crecimiento), un enorme valor a tener en cuenta en el análisis de inversiones.
4. El grado de exclusividad del derecho de la empresa a aceptar un proyecto de inversión. Es decir, el derecho de ejercicio puede ser compartido o no. Las opciones exclusivas son, lógicamente más valiosas y resultan de patentes, del conocimiento privativo del mercado por parte de la empresa o de una tecnología que la competencia no puede imitar. Las oportunidades compartidas tienen, por lo general, un valor inferior.

### **3.4 Valoración de opciones reales.**

La valoración de las opciones reales depende en gran medida del nivel de incertidumbre y/o flexibilidad a la cual está expuesta la inversión.

En su análisis y valoración, existen 5 variables fundamentales:<sup>12</sup>

1. El valor del activo subyacente, es decir, el valor del proyecto en este caso el valor presente de los flujos de caja esperados del proyecto de inversión.
2. El precio de ejercicio, o sea; la cantidad de dinero que invierte para ejercer la opción (en el caso de las opciones de compra) o que se recibe (en el caso de una opción de venta) y que, en este caso son los costos sumergidos.
3. El tiempo de expiración de la opción cuya prolongación hace aumentar el valor de la opción misma, que no es más que el tiempo de espera durante el cual la oportunidad de inversión en el proyecto es válida.

4. La desviación estándar del valor del activo subyacente. El valor de la opción aumenta con el riesgo del activo subyacente, ya que el valor pagado por la opción de compra depende del exceso del precio del activo sobre el precio de ejercicio, y la probabilidad de tal evento se incrementa al aumentar la volatilidad del activo subyacente. En este caso se trata del riesgo que incumbe sobre el proyecto de inversión.
5. La tasa de interés libre de riesgo sobre la vida de la opción, cuyo incremento hace que aumente el valor de la opción. En este caso, asimilable al retorno de un título libre de riesgo con un período de madurez equivalente a la duración de la opción.

La incorporación de la valoración de las opciones reales en los proyectos de inversión, requiere seguir los siguientes pasos:

- a) Identificar la opción y separar de su estructura de pago de los flujos de los proyectos.
- b) Valorar los flujos independientemente (VAN, VAN Ajustado).
- c) Identificar el tipo de opción. Estimar las variables necesarias para valorar la opción.
- d) Valorar la opción.
- e) Añadir el valor de la opción al VAN o VAN ajustado.

En los pasos anteriores, el literal d) constituye un punto importante; debido a que para ser agregada a la evaluación de los proyectos, presenta uno de los grandes dilemas en el uso de este método; existiendo desde métodos más simplistas y prácticos, hasta métodos más complejos. Así dentro de los más comunes están:

- 1) Valorar la opción en función del incremento de valor que las opciones agregan al proyecto. El punto de partida lo constituirá el VAN; el valor añadido con la incorporación de las opciones reales, constituye el valor de la opción.

Así por ejemplo:

Supóngase que la empresa "x" fabrica un producto, el precio promedio sería de \$200.0; sin embargo, se espera que al final del año este precio podría bajar a \$100 o subir a \$300.0 con probabilidades iguales. La

inversión inicial es de \$1,600.0, y la tasa de descuento del 10%. La primera unidad se vende en el primer año de operación.

Entonces :

$$VAN= -1,600 + [200+200/0.1]= 600.$$

Pero que pasa si se decide retrasar el proyecto por un año, tomando en consideración la incertidumbre de que el precio podría subir o en el peor de los casos bajar, lo que no haría el proyecto rentable, y no hay irreversibilidad una vez invertido.

Si se difiere el proyecto, hasta solventar la incertidumbre de precios los resultados serían los siguientes:

Si el precio es de \$300.0:

$$VAN= 0.5 [(-1,600/1.1)+(300/0.1)] = \$772.0$$

Entonces el proyecto se ejecuta.

Pero si el precio baja a \$100:

$$VAN=: 0.5[(-1,600/1.1)+(100/0.1)] = -$227.0,$$

Con esta condición no se ejecuta la opción.

Al ponderar la probabilidad, si el precio subiera a \$300.0 a una tasa de descuento del 10.0%, esta decisión valdría \$772.0; que sería la base de la opción de retardo, por lo que el costo de la opción vendría dado por el diferencial existente entre las dos opciones:  $\$772.0 - \$600.0 = \$172.0$

2) Valorar la opción con los costos de la inversión inicial, esto aplica particularmente con las opciones de espera o de crecimiento.

Así por ejemplo, supongamos que se tiene un proyecto de construcción de un edificio; sin embargo, se ha observado que el costo del hierro en el mercado internacional a la fecha que se hizo la evaluación financiera del proyecto, ha tenido un incremento del 20%, lo que ha significado un aumento importante en la inversión inicial, detallándose a continuación:

Costo del terreno:	\$1,000,000.0
Costos del hierro:	\$ 800,000.0
Otros costos	\$ 300,000.0
Total Inversión Inicial:	\$2,100,000.0

Se espera ingresos anuales de \$240,000.0 por un período de 20 años y la tasa de descuento es del 10%.

Entonces:

$$VAN = -2,100,000.0 + (240,000.0 / (1 + 10\%)^1 + \dots + (240,000.0 / (1 + 10\%)^{20})$$

$$VAN = -56,744.7$$

Con las condiciones actuales, se optaría por no ejecutar el proyecto.

Pero, al hacer un análisis exhaustivo sobre el comportamiento del precio del hierro, se ha identificado que hay proyectos internacionales de extracción de hierro, lo que incrementará la oferta de éste; y por ende, una reducción de precios, lo que implica que si se tuviera la opción de espera, el proyecto tiene altas probabilidades de proporcionar flujos de efectivo positivo.

Entonces, para tener esta opción, la empresa que ejecutará el proyecto deberá de comprar una opción de espera; por lo tanto, será necesario que para poder optar a esta opción la empresa haga la compra del terreno en donde construirá el edificio; por consiguiente, el valor de la opción de espera será de \$1,000,000.0 que corresponde al costo del terreno; de esta manera, si las condiciones de precios del hierro no son favorables a futuro, entonces la empresa no construirá el edificio y venderá el terreno.

- 3) Método de Black & Sholes: al igual que las opciones financieras los criterios de valoración tienen gran similitud con los definidos en la valoración de las opciones reales.

La semejanza se muestra en el siguiente cuadro:

Opciones Financieras	Variables de las Opciones Financieras	Variables del Proyecto	Descripción
Precio <i>Strike</i>	E	$I_0$	Inversión Inicial
Precio <i>Spot</i>	S	VA	Valor Presente de los Flujos
Tiempo de Expiración	T	T	Tiempo que se puede postergar la decisión
Desviación estándar de los rendimientos	S	S	Desviación estándar de los flujos del proyecto
Tasa libre de riesgo	R	K	Valor del dinero en el tiempo o tasa de descuento.

Ver anexo 3

## **Conclusiones**

El éxito de las opciones reales, en la toma de decisión, puede depender de los siguientes aspectos:

- 1- Una gerencia inteligente, que logre identificar la opción o con su capacidad creativa, generar las oportunidades; y también que ejerza la opción real oportunamente.
- 2- Un escenario en un ambiente de incertidumbre, en donde podrían presentarse mejores oportunidades a futuro en proyectos o planes estratégicos que no resulten atractivos en el presente.
- 3- La flexibilidad que constituye la habilidad para abandonar, expandir o contraer una inversión.

Estos componentes son claves para alcanzar los objetivos empresariales que están orientados a lograr los mejores resultados, dentro de los cuales están:

- a) Agregar valor a la empresa,
- b) Lograr los mejores flujos de efectivo en el mercado, y
- c) Alcanzar una ventaja competitiva en el mercado.

Sin embargo, hay que tener presente que con la metodología de las opciones reales no se está desechando los métodos tradicionales de inversión; sino que se está superando aquellas deficiencias identificadas; siendo el más trascendental el problema de omisión de opciones que tienen valor; las cuales no son tomadas en cuenta y que permitirá tener un panorama más amplio en la toma de decisiones.

---

## Citas y Notas

1 Según el momento de ejercer la opción, existen dos tipos de opciones:

- a) Opciones Europeas: el derecho únicamente se puede ejercer cuando la opción expira.
- b) Opciones Americanas: el derecho se puede ejercer en cualquier momento; es decir, entre el momento de la compra de la opción y la fecha de expiración.

2 Existen otros tipos de opciones que se derivan de las estrategias de combinar las opciones put y call, entre las cuales se citan: a) Diferencias alcistas (Bull Spreads) Este puede crearse comprando una opción de compra (call) sobre acciones con cierto precio de ejercicio (strike) y vendiendo una opción de compra (call) sobre las mismas acciones a un precio de ejercicio más alto. Ambas opciones tienen la misma fecha de vencimiento b) Diferenciales bajistas (Bear spreads): Un inversor que arma un bull spread espera que el precio de las acciones suba. Por contra un inversor que arma un bear spread espera que baje. Al igual que un bull spread, un bear spread puede crearse comprando una opción de compra con un precio de ejercicio y vendiendo una opción de compra con otro precio de ejercicio. No obstante, en el caso de un bear spread, el precio de ejercicio de la opción comprada es mayor que el precio de ejercicio de la opción vendida, c) el collar es una banda conformada por una opción put y call. Existen otro tipo de combinaciones que dependerán de la estrategia financiera.

3 Bolsa de Valores de El Salvador. [www.bves.com.sv](http://www.bves.com.sv)

4 Precio Strike: se define como el precio pactado o determinado de la opción entre el comprador y vendedor de la opción.

5 Precio Spot: es el precio del mercado del activo subyacente.

6 El yen se cotizó alrededor de Y102.0 por dólar durante el período febrero-marzo de 2005, siendo este el nivel más alto de apreciación con respecto al dólar. Fuente: [www.finanzas.com](http://www.finanzas.com)

7 Técnicas Modernas de Gestión Financiera. Opciones Reales para las Decisiones de Inversión: Aspectos Introductivos (página 65). Jaime H. Sierra G. Master in Economic of the Internationalisation of Business and Finance de la Università di Roma Tor Vergata (Italia) 1999... Pontificia Universidad Javeriana. Colombia [www.javeriana.edu.co/decisiones/Julio/documentos/LibroJaimeJulioEdgardo.pdf](http://www.javeriana.edu.co/decisiones/Julio/documentos/LibroJaimeJulioEdgardo.pdf) - Resultado Suplementario.

8 Las decisiones de inversión como opciones reales: Un enfoque conceptual. Juan Mascareñas. Fuente original Kester.

9 Output: en este caso se define como el producto final de un proceso productivo.

10 Inputs: en este caso son los insumos necesarios para el proceso productivo.

11 Today's option for tomorrow's growth. Kester 1984.

12 Técnicas Modernas de Gestión Financiera. Opciones Reales para las Decisiones de Inversión: Aspectos Introductivos (página 65). Jaime H. Sierra G. Master in Economic of

---

the Internationalisation of Business and Finance de la Universita' di Roma Tor Vergata  
(Italia) 1999... Pontificia Universidad Javeriana. Colombia  
[www.javeriana.edu.co/decisiones/Julio/documentos/LibroJaimeJulioEdgardo.pdf](http://www.javeriana.edu.co/decisiones/Julio/documentos/LibroJaimeJulioEdgardo.pdf) -  
Resultado Suplementario.

## BIBLIOGRAFÍA

Aswath Damodaran; Option Pricing Theory and Applications.

Chis Walters and Tim Giles of Londos Economics. Spring 2000. Using real options in strategic decision making.

Jaime H. Sierra G. Master in Economic of the Internationalisation of Business and Finance de la Universita' di Roma Tor Vergata (Italia) 1999...Pontificia Universidad Javeriana. Colombiawww.javeriana.edu.co/decisiones/Julio/documentos/LibroJaimeJulioEdgardo.pdf - Resultado Suplementario. Técnicas Modernas de Gestión Financiera. Opciones Reales para las Decisiones de Inversión: Aspectos Introductivos

Javier Del Carpio Gallegos. Opciones Reales: Un Enfoque para Evaluar Oportunidades de Inversión. Diciembre 2004.

Juan Mascareñas. Las decisiones de inversión como opciones reales: Un enfoque conceptual. Documento de Trabajo No. 9805. Universidad Complutense. Madrid, España.

Martha Amram, Nalin Kulitilaka. Real Options. Managing Strategic Investment in an Uncertain World.

Namik K. Ayengin. Real Option and Evaluation of Real Options. Turkish Capital Market Board Program. April 18, 2003.

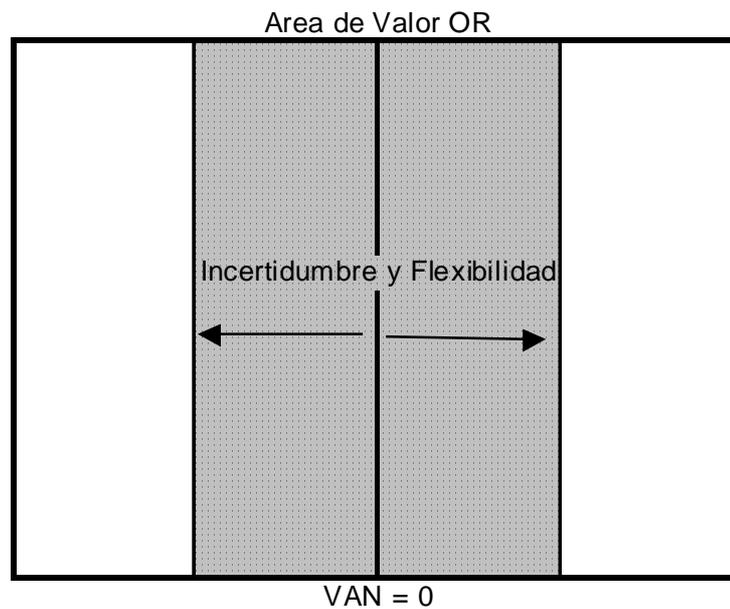
Richard de Neufville, Real Option in Supply Chain Management. Massachusetts Institute of Technology. Dec. 5 2002.

Ton Copeland and Vladimir Antikarov. Real Option. A Practitioner's Guide. 2001.

University of Maryland Roundtable on Real Options and Corporate Practice. College Park, Maryland April 19, 2002.

## ANEXOS

### Anexo 1: Transcendencia de las Opciones Reales.



Las opciones reales (OR), agregan valor al proyecto si el VAN, se mueve en el área gris; por consiguiente, el costo dependerá a medida se vaya alejando de cero.

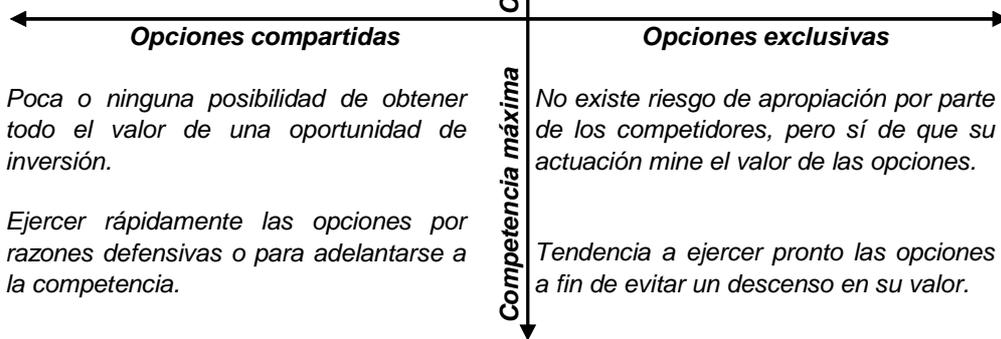
## Anexo 2:

*Peligro de que se adelante la competencia, pero las empresas dominantes tienen grandes posibilidades de obtener para sí todo el valor de las opciones que ejercen.*

*Tendencia a retener las opciones hasta que las ejerza un competidor más débil*

*Las empresas dominantes son capaces de obtener para sí todo el valor de las opciones*

*No hay peligro de que se adelante la competencia. Se deben retener las opciones hasta la fecha de vencimiento.*



### Anexo 3

La fórmula de Black & Shole, se define así:

$$C = S \cdot N(d1) - X e^{-rT} \cdot N(d2)$$

$$d1 = \frac{\ln(S/X) + (r + (\sigma^2/2)) \cdot T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d2 = d1 - \sigma \sqrt{T}$$

Donde:

C= precio de la opción call

S= el valor de la acción en el mercado o el valor presente del proyecto.

X= el precio del ejercicio de la opción o monto de la inversión.

r= tasa libre de riesgo o valor del dinero en el tiempo

$\sigma$ = la volatilidad o desviación estándar que presenta la acción o volatilidad del flujo de caja del proyecto.

N(d1) = probabilidad acumulativa de d1 o delta que denota la sensibilidad del precio de la opción de los cambios en el precio de la acción.

N(d2) = probabilidad acumulativa de d2 o la probabilidad de que la opción se ejerza a su vencimiento.

T=Tiempo de expiración