

Los determinantes de la flexibilidad de los activos reales y la pertinencia de las opciones reales

Camilo Romero Moreno

*Profesor Investigador
Miembro del Observatorio de Economía
Y Operaciones Numéricas, Odeon.
Facultad de Finanzas, Gobierno
y Relaciones Internacionales
Universidad Externado de Colombia
E-mail: casiromo@usa.net*

Artículo del Proyecto de investigación "Opciones reales: el método, sus limitaciones y potenciales".

Línea Teoría Financiera del Observatorio de Economía y Operaciones Numéricas.



1. INTRODUCCIÓN

Fundamentada en la economía, la ciencia financiera ha configurado el campo de la teoría de la inversión cuyo objeto de estudio está conformado por el conjunto de reglas que sustentan las decisiones de los agentes en torno a la enajenación de activos reales o de derechos sobre éstos.

La teoría de la inversión converge al concluir que la decisión de adquirir activos reales se toma a partir del umbral en el cual la tasa de descuento iguala el costo de adquisición del activo con el valor presente de los flujos que se espera éste genere. Tal convergencia es unánime si existiera la certidumbre moral¹ sobre la promesa de los resultados futuros. Así, se suscita la pregunta en torno a la capacidad objetiva de determinar con precisión los flujos que ocurrirán en el futuro.

Para Keynes el precio de la demanda de la inversión, denominado por él como la eficiencia marginal del capital, constituye el vínculo dinámico entre el pasado y presente conocidos y el futuro incierto. Por ello, el nivel del descuento aplicable a los flujos futuros inciertos está determinado por condiciones objetivas de selección entre consumo presente y consumo futuro. Pero en la percepción de la utilidad esperada necesariamente entran en juego influencias subjetivas que forman

las expectativas respecto al futuro.

La naturaleza de la incertidumbre respecto al futuro implica la dificultad de determinar con precisión la bondad de una adquisición de activos reales, pues en el proceso intervienen condiciones de información limitada y expectativas no racionales alimentadas por los comportamientos de manada, los espíritus animales y las convenciones. Con estas reflexiones, la conclusión keynesiana advierte sobre los límites de las herramientas matemáticas para precisar la incertidumbre y ante esta advertencia opta por dar sustento al análisis técnico:

Soslayando tal advertencia la teoría de inversión continuó desarrollándose y consolidando el método de flujo de caja descontado para evaluar las decisiones de inversión.

Tal enfoque tradicional incorpora supuestos muy fuertes en la determinación del “escenario esperado” o “normativo” del proyecto, lo que conlleva críticas e innovaciones de varios órdenes:

- La creación de los escenarios optimista y pesimista en torno al normativo se hace ajustando este último con más y con menos una desviación estándar, lo cual implica suponer condiciones particulares en la distribución de probabilidad de los fenómenos inciertos que afectan

* Artículo recibido el 22 de mayo de 2006. Aceptado el 27 de junio de 2006.

¹ Se entiende por certidumbre moral la situación en la cual la probabilidad de no ocurrencia de un evento es estrictamente igual a cero.

al proyecto y en la manera como éstos se relacionan. El análisis de riesgo, al hacer uso de las técnicas de simulación estadística, propone la creación de una muestra artificial del valor presente neto y con ello inferir sobre los parámetros que caracteriza su comportamiento.

- Otra objeción al método tradicional del flujo de caja descontado tiene que ver con la incorporación al análisis de valoración, la existencia de opciones en las decisiones en la gestión del proyecto de inversión. Es éste el tema central que aborda el presente documento.

Se entiende por **opciones reales** el conjunto de alternativas disponibles para el gestor del proyecto que le permiten tomar cursos de acción diferentes al descrito en el escenario normativo.

Contar con cursos alternativos de acción siempre será mejor que enfrentar la situación de sólo un curso de acción obligado. Esta mejor condición debe valorarse y saber cuánto de más debe pagarse por ella.

Para establecer la magnitud del valor que agrega al proyecto la existencia de alternativas en la gestión del proyecto, la ciencia financiera ha adaptado los métodos de valoración de las opciones financieras a los procesos de adquisición de activos reales.

Para que sea válida la aplicación de este método se requieren dos condiciones: de una parte que el proyecto comporte riesgo pues la agregación de valor que

entregan las opciones está determinada de manera directa por la volatilidad de los flujos de caja esperados del activo real. Esta regla introduce ciertos peligros y tentaciones pecaminosas pues una inadecuada aplicación puede falazmente justificar quiebras determinísticas.

De otra, la **flexibilidad** del proyecto. Es esta la condición que determina la existencia de opciones reales en un proyecto determinado. Se trata de una cualidad implícita en los activos reales y que puede o no existir.

Este escrito se propone indagar sobre la esquiua cualidad flexible de los activos reales que subyacen en la existencia de opciones reales. De manera específica, se busca tanto asociar los tipos de flexibilidad con la tipología de las opciones reales así como precisar en la dinámica de innovación de los activos reales la fuente de creación de nuevas formas de flexibilidad.

Se espera que estas reflexiones faciliten la labor del analista de proyectos en la identificación y valoración de opciones reales incrustadas en la enajenación de activos reales.

Con estos propósitos en mente, el documento ha sido organizado de la siguiente manera:

La primera parte describe la metodología general de valoración con opciones reales y su contraste con el método tradicional del Flujo de Caja Descontado. El capítulo segundo describe la tipología de las opciones reales y se detiene en subrayar las condiciones requeridas para justificar

la existencia de opciones reales implícitas en el proyecto. La tercera parte aborda el examen de la dinámica del desarrollo tecnológico e institucional que justifica la ampliación del espectro de opciones reales y de la pertinencia de su valoración. Debe anotarse que en este documento no se aborda la problemática de la valoración de las opciones reales.

2. EL FLUJO DE CAJA DESCONTADO, EL ANÁLISIS DE RIESGO COMPLETO Y LAS OPCIONES REALES: EVOLUCIÓN DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE DECISIONES DE INVERSIÓN

En este aparte se presenta una visión comparada de los métodos para la evaluación de decisiones de inversión, que se construyen sobre el gran cimiento del modelo que determina el valor fundamental de un activo; el segundo nivel se configura con la incorporación de la incertidumbre en el modelo lo cual conlleva a contrastar los métodos de tratamiento cuando se está en presencia de variables aleatorias. Estas construcciones permiten contrastar el enfoque tradicional con el de las opciones reales.

2.1. La piedra angular

Al comenzar el siglo veinte se consolidó el acuerdo en torno a la manera de determinar el valor de un activo real, de manera que el valor presente neto de los flujos esperados del activo durante la vida de éste se convirtió en el ancla del valor y éste en el ancla del precio, dentro de la concepción fundamentalista.

Tres cuestiones técnicas deben abordarse en este enfoque. En primer lugar, la determinación del horizonte de pronóstico requerido. Un segundo aspecto consiste en la construcción de un modelo que produzca el flujo de caja de cada período mediante el ensamble de las relaciones entre los supuestos y los resultados, para cada período. En tercer lugar la selección de la tasa de descuento aplicable.

De estas cuestiones el problema de la escogencia de la tasa de descuento aplicable es el de mayor elaboración y representa el significativo aporte de William Sharpe y John Litner en el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM)².

Antes de este aporte, el flujo de fondos se descontaba con la tasa de interés de oportunidad. Con ello se indicaba que el inversionista esperaba del proyecto al

² Sharpe, W. "Capital Assets Prices: A Theory of Market Equilibrium". *Journal of Finance*, 19, 1964, y Litner, J. "The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolio and Capital Budgets". *Review of Economics and Statistics*, 47, 1965.

menos el rendimiento convencional de otras alternativas de inversión que estén a su disposición³.

El modelo CAPM⁴ se construye a partir de la concepción en condiciones de equilibrio del mercado de activos financieros, esto es bajo condiciones de no arbitraje, el mercado recompensa a quienes asumen riesgos de manera eficiente, de forma tal que los precios de los activos riesgosos deben ser inferiores para dar espacio a una prima o remuneración al riesgo. Tal remuneración es relativa a la contribución que cada activo hace al portafolio eficientemente diversificado, esto es, al **portafolio del mercado**.

Toda combinación de inversiones que se construya como una combinación lineal entre el portafolio de mercado y el activo son riesgo y resulta también en un portafolio eficiente. A esta combinación lineal se le denomina la **recta del mercado de capitales** y su pendiente se conoce como el coeficiente de Sharpe o el precio de mercado del riesgo.

LA RECTA DEL MERCADO DE CAPITALES			
$E[r]$	$=$	$\theta[r_p]$	$\sigma + r_o$
Rendimiento esperado de los portafolios eficientes		Coficiente de Sharpe	Riesgo del Portafolio de Eficiente + Tasa de rendimiento del activo libre de riesgo
COEFICIENTE DE SHARPE			
$\theta[r_p]$	$=$	$\frac{E[r_p] - r_o}{\sigma_p}$	
Coficiente de Sharpe		Rendimiento esperado del portafolio del mercado menos la tasa libre de riesgo	El riesgo del portafolio el mercado

A efectos de medir la contribución marginal en la relación riesgo retorno de cualquier activo del mercado se mide por su **BETA**, que se define como la relación entre la covarianza de los rendimientos del portafolio del mercado y los de un activo específico con respecto a la varianza del portafolio del mercado.

El Beta del activo J	
$\beta[j] = \frac{\sigma[j,p]}{\sigma'[j,p]}$	covarianza del activo y el portafolio del mercado varianza del portafolio del mercado

En desarrollo de esta construcción el premio al riesgo por mantener un activo riesgoso es igual al Beta del activo por la prima de riesgo del portafolio del mercado. Lo que también se conocerá como la **recta del mercado de valores**.

El Premio al Riesgo por Invertir en J			
$E[r_j] - r_o$	$=$	$\beta[j]$	$[E[r_p] - r_o]$
El rendimiento adicional esperado del activo riesgoso frente al libre de riesgo		El Beta del activo J	Rendimiento esperado del portafolio del mercado menos la tasa libre de riesgo

Y es éste el punto de enganche del CAPM con los métodos tradicionales de valoración basados en el flujo de caja descontado, pues este premio al riesgo se incorporará desde entonces en el cálculo de la tasa de descuento aplicable.

³ Ho, T.S.Y. y Lee, S.B. *The Oxford guide to financial modeling*. New York, Oxford University Press, 2004, págs. 621 y siguientes.

⁴ Para una fácil consulta, ver Bodie, Z. y Merton, R.C. *Finanzas*. México, Pearson, 2003. Capítulo 13.

Para ello se construyó el concepto de **costo promedio ponderado del capital** (WACC), en el cual se incorporan las fuentes de financiación del proyecto y sus respectivos costos, sopesados por la participación de cada fuente. Para los recursos proveídos por el ente en marcha la estimación del costo de capital se deriva de la aplicación de los modelos del CAPM expuestos⁵.

2.2. El carácter incierto de los flujos futuros

La construcción de un modelo que abstrae la realidad del proyecto y permite revelar el valor de los flujos esperados y estimar el valor esperado del valor descontado de éstos, es un proceso que integra formas de relación entre variables, formas que son aportadas por la teoría.

Esta estructura teórica se acompaña con supuestos sobre el comportamiento de las variables del modelo, comportamientos que son de varios órdenes. De una parte la relación entre el comportamiento contemporáneo entre las diferentes variables, el cual debe ser captado a través de coeficientes de correlación. De otra, el comportamiento en los diferentes momentos futuros de la vida del proyecto.

La ceguera de la humanidad frente al futuro es la mayor fuente de incertidum-

bre, es una ignorancia no solucionable sino hasta que se vive la historia. De manera que esperar que en el futuro las cosas se comporten como lo hicieron en el pasado es sólo una alternativa de formación de expectativas y sólo eso. Que tales expectativas sean incorporadas en los modelos determina el carácter incierto de los flujos estimados por los modelos.

La modernidad radica en concebir que el destino no está escrito en las estrellas sino que se construye en la tierra; por tanto, el tratamiento de la incertidumbre es una piedra angular en el pensamiento moderno.

Al respecto, entonces, debe distinguirse entre la incertidumbre no cuantificable y la incertidumbre cuantificable (*Knighitian risk*). Este último presupone la posibilidad de caracterizar las variables que comportan incertidumbre a través de parámetros estadísticos, sobre los cuales identificar una función de densidad, de probabilidad, y con ella inferir la probabilidad de ocurrencia para distintos rangos de la variable incierta. Se trata de la posibilidad de cuantificar la incertidumbre en yuxtaposición al enfoque poskeynesiano que concibe la inexistencia de un modelo del mundo que espera ser descubierto, pues el mundo es irregular e impredecible determinado por los comportamientos de manada, las convenciones y los instintos animales de los inversionistas⁶.

⁵ Serrano, J. *Matemáticas financieras y evaluación de proyectos*. Bogotá, Ediciones Uniandes, 2001, págs. 169-193.

⁶ Baddeley, M.C. *Investment theories and analysis*. Londres, Palgrave Mac Millan, 2003, págs. 15 y 55.

Aún dentro del enfoque del riesgo cuantificable los modelos de valoración incorporan variables inciertas, ahora definidas como variables aleatorias independientes que determinan las variables de resultados del modelo. Pero tal determinación implica la transmisión de su carácter incierto, por lo tanto, estos resultados deben ser también analizados como variables aleatorias.

En resumen, en un modelo se conjugan variables determinísticas, variables aleatorias y variables de decisión para arrojar como resultado el valor esperado de las variables pronosticadas por el modelo. Estas últimas requieren del examen completo de su comportamiento aleatorio, esto es la descripción de su función de densidad de probabilidad. Tal y como se describe en el diagrama de la Figura No. 1

Formalmente, en un modelo de valoración del valor presente neto de un proyecto (VPN) éste se estima como la diferencia entre el valor invertido (I) y la suma de los valores esperados de los flujos de caja libres de cada período ($E[FCL_t]$) descontados a la tasa promedio del costo de capital (WACC):

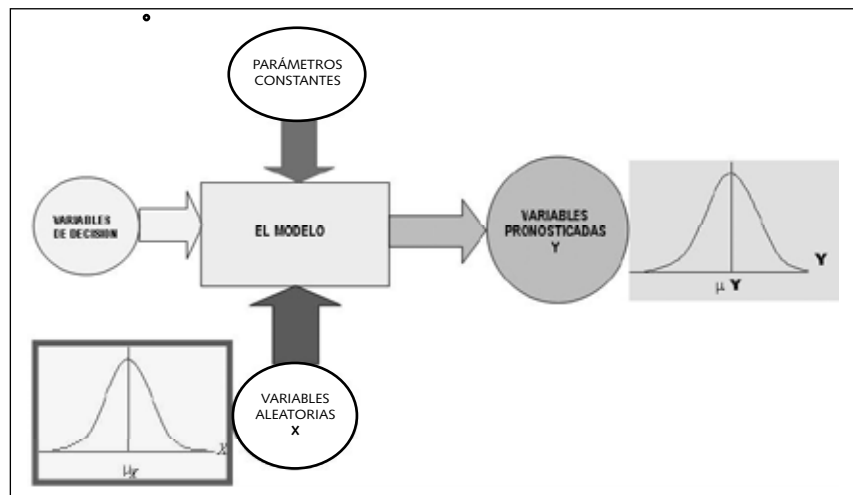
$$VNP = -I + \sum_t \frac{E[FCL_t]}{(1+WACC)^t}$$

Suma de los valores esperados de los flujos de caja libre en cada período

El valor presente neto del proyecto

Factor de descuento de cada período aplicando el costo promedio ponderado del capital

Figura No. 1



Como señalan Copeland y Antikarov ante esta expresión:

“Nótese que la incertidumbre no está modelada de manera explícita en el enfoque de flujo de caja descontado. Uno sólo descuenta flujos de caja esperados. En la realidad hay muchos senderos de posibles flujos de caja esperados que pueden realizarse entre el inicio y el final del proyecto. Ninguno de ellos ha sido tenido en cuenta en el modelo”⁷.

2.3. Métodos para la identificación de la incertidumbre de los pronósticos

Para identificar la función de distribución que caracteriza la variable dependiente del modelo a partir de las funciones de distribución de las variables independientes se pueden aplicar dos metodologías.

La primera, la de los métodos analíticos, consiste en la aplicación del cálculo estocástico, cuyas herramientas permiten, en algunos casos, arribar a conclusiones plausibles y replicables en situaciones semejantes.

La segunda, la simulación de Montecarlo, consiste en crear una muestra artificial de la variable dependiente lo suficientemente representativa que permita inferir la función de densidad de probabi-

lidad que caracteriza el comportamiento esperado.

La simulación de Montecarlo consta de⁸:

- Un procedimiento de cálculo de las variables por pronosticar (el modelo).
- Un procedimiento de generación de números aleatorios (seudo aleatorios).
- Un procedimiento de extracción de valores de las variables aleatorias (muestreo).
- Un procedimiento de acumulación de los resultados.
- Un procedimiento de repetición del experimento.

Como resultado del experimento de Montecarlo se tiene una estimación de la función de probabilidad de las variables por pronosticar, a partir de la muestra artificial.

Por la ley de los grandes números, la función estimada tenderá a ser idéntica a la función que caracteriza a toda la población en la medida en la cual la muestra sea más grande. Es decir, que en la medida en la cual el número de experimentos, o extracciones al azar de valores de las variables aleatorias explicativas, más cercana será la función resultante del experimento a la verdadera función.

⁷ Copeland, T. y Antikarov, V. *Real options a prationer guide*. Londres, Texere, 2001, pág. 73.

⁸ Johnston, J. y Dinardo, J. *Econometric methods*. Singapore, MC GRAW-Hill, 1997, págs. 348 y ss.⁹

La competitividad de este método radica en dos situaciones. Cuando se trata de evaluar múltiples dimensiones, es decir cuando como resultado del modelo se tienen diferentes variables dependientes o pronosticadas⁹.

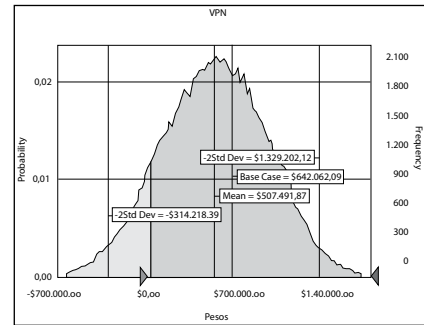
Cuando se trata de una sola dimensión el método de Montecarlo soluciona lo que resulta imposible para los métodos analíticos: relaciones no lineales entre las variables aleatorias independientes y la dependiente¹⁰.

Así, bien sea aplicando métodos analíticos o de simulación estadística, contar con una visión completa de los resultados de los modelos de evaluación de inversiones, esto es, con la función que describe la probabilidad de ocurrencia de los diferentes rangos del resultado del modelo es la forma adecuada para comprender los fenómenos inciertos que gravitan en el proyecto y sus incidencias en los resultados.

Así, se puede contar con un histograma de frecuencia de los resultados del

valor presente neto del proyecto, del cual se puede inferir su distribución de probabilidad. Ver Figura 2.

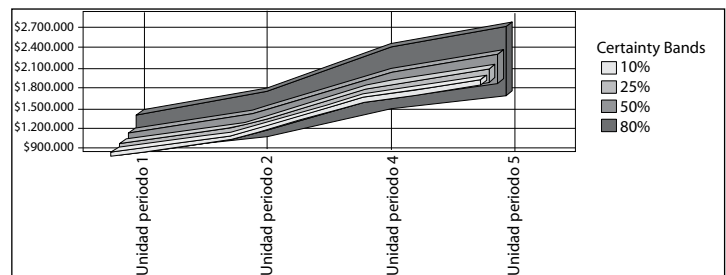
Figura No. 2



Mediante simulación de Montecarlo se obtiene la función de distribución del valor presente neto del proyecto

Igualmente, es posible llegar a especificar las distribuciones de probabilidad de los flujos libres del proyecto para cada período y con ello construir el sendero de los posibles patrones de comportamiento del proyecto a través del tiempo. Esto es el cono de la incertidumbre. Ver Figura 3

Figura No. 3



⁹ Glasserman, P. *Monte Carlo methods in financial engineering*. New York, Springer, 2003, págs. 2 y 3.

¹⁰ Cruz, M. *Modeling, measuring and hedging operational risk*. Wets Sussex, England, Wiley Finance, 2003, págs. 103 y 104.

2.4. El flujo de caja descontado y las opciones reales

El método del flujo de caja descontado falla al aplicarse a condiciones de flexibilidad de los proyectos. Tal falencia tiene sus raíces en que tales técnicas fueron inicialmente concebidas para valorar inversiones pasivas en activos financieros como bonos o acciones¹¹:

“Después de la segunda guerra mundial, la presupuestación de capital y la planeación estratégica emergieron como dos sistemas complementarios pero diferentes para la asignación de recursos. Myers (1987) se refiere a estos dos sistemas como “dos culturas contemplando el mismo problema”. La presupuestación de capital se desarrolló hacia un proceso descentralizado organizado alrededor de proyectos individuales y basado en técnicas de flujo de caja descontado”¹²

El enfoque del flujo de caja descontado está restringido a la visión que hoy se tiene respecto al futuro. En la práctica la ejecución de decisiones se ajustará a las nuevas condiciones que se presenten y en cada uno de esos instantes la regla será la misma: el valor presente de los flujos netos esperados del proyecto debe superar la inversión que demanda.

Para abordar esta conducta práctica de los inversionistas preactivos debería contemplarse un método que incorporara los diferentes escenarios posibles de comportamiento de las variables que determinan los flujos de caja y no sólo en el momento de evaluación sino en instantes de decisión futura. Tal metodología pretende ser proporcionada por las opciones reales.

Formalmente, Copelan y Antikarov¹³ proponen para una opción de diferir la ejecución de un proyecto, expandir la actividad del mismo o ampliar su horizonte la analogía a una opción financiera de compra, esto es, el derecho a comprar un activo en un momento futuro a un precio de ejercicio X.

REGLA DE DECISIÓN EN LAS OPCIONES REALES

$$E_0 \text{ Max } [V_T - X, 0]$$

REGLA DE DECISIÓN EN FLUJO DE CAJA DESCONTADO

$$\text{Max } [E_0 V_T - X, 0]$$

En el enfoque del flujo de caja descontado se evalúan las expectativas vigentes al momento del análisis, de manera que un proyecto carece de valor si el valor esperado de sus rendimientos supera la

¹¹ Trigeorgis, L. *Real Options*. MIT Press, Londres, 6a ed., 2002. pág. 7.

¹² Ibid.

¹³ Copeland y Antikarov. Ob. cit.

inversión. En el enfoque de opciones reales si la expectativa en el momento de la valoración contempla que existen estados de la naturaleza futuros tales que el valor de los flujos supere la inversión, el proyecto tendrá valor.

Así, se propone una metodología en la cual el flujo de caja descontado se constituye en el caso particular. No existe

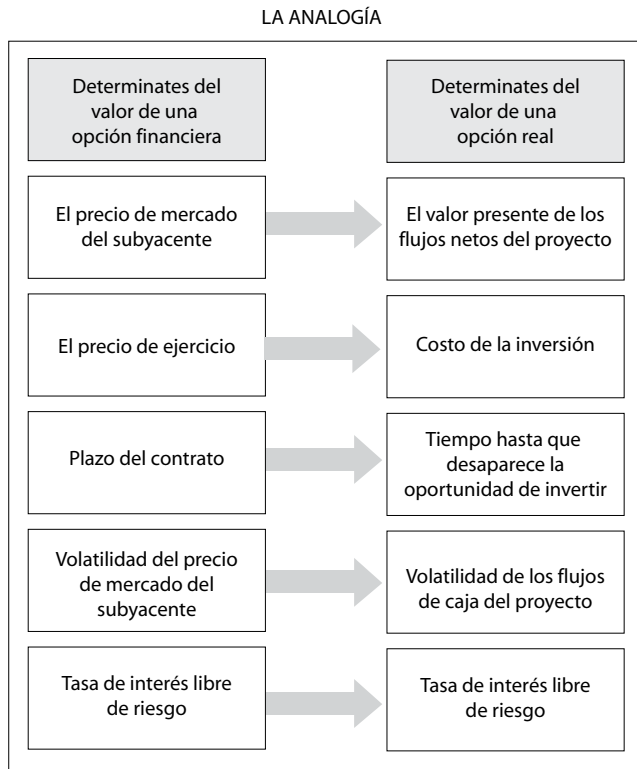
incertidumbre respecto al comportamiento futuro de las variables que determinan los resultados financieros del proyecto.

Lo que se propone el paradigma de las opciones reales es configurar una herramienta que permita valorar *ex ante* las decisiones que durante la ejecución del proyecto su gestor puede enfrentar, decisiones que están determinadas por los posibles estados de la naturaleza que adopten las variables críticas en la determinación de los resultados. Y ello se pretende lograr agregando al valor presente estático las primas de las opciones reales implícitas en la adquisición de activos reales, como reflejo del valor que la flexibilidad de estos activos incorpora al proyecto.

Para ello, se construye una analogía que permite valorar las opciones reales a partir de los modelos de valoración de las opciones financieras. Tal analogía tiene dos tipos de adaptación. De una parte, los componentes exigidos por los modelos de valoración de opciones financieras deben ser asociados a parámetros de los activos reales. La segunda tiene que ver con los tipos de contrato, tema que se examina en el capítulo siguiente.

Como se advirtió, en este documento no se examinan los modelos de valoración de opciones financieras, bastará con mostrar la expresión reducida con la cual Trigeorgis¹⁴ resume el primer tipo de adaptación.

Figura No. 4



¹⁴ Trigeorgis, L. *Ob. cit.*, pág. 125.

En los modelos de opciones reales el precio de mercado del subyacente equivale al valor presente de los flujos de caja libre generados durante la vida del proyecto. El precio de ejercicio, es decir el pactado para la enajenación futura, corresponde al valor de la adquisición del activo real. El plazo del contrato equivale al tiempo durante el cual la opción real existe. La volatilidad del precio de mercado del subyacente se asimila a la volatilidad del proyecto medida como la dispersión estimada de los flujos de caja.

Sin embargo, la analogía no es total, como lo advierte el citado autor, pues además del carácter no transable en mercados públicos, y por ende, la carencia de precios de mercado de los proyectos, se destacan otras dificultades para la analogía:

En las opciones financieras el tenedor de tal contrato es propietario exclusivo del derecho, en algunas opciones reales tales derechos pueden llegar a diluirse por la presencia de competidores. Tal el caso de los proyectos basados en patentes u otras formas de propiedad intelectual, condiciones bajo las cuales el propietario tiene el derecho exclusivo de su explotación durante

un período de tiempo. Otra situación se enfrenta cuando las condiciones de competencia determinan barreras de entrada a otros competidores, de manera que en la medida que otros productores superen tales obstáculos se diluye la opcionalidad.

De otra parte, las decisiones de inversión pueden estar encadenadas. En estas condiciones la analogía con opciones simples (*plain vanilla*) resulta insuficiente, pues se trata de sucesiones de opciones sobre opciones. Ello conduce a buscar la analogía en los desarrollos de opciones financieras exóticas y dentro de ellas, y para este tipo de casos, las llamadas opciones compuestas.

Copeland y Antikarov presentan un esquema metodológico que integra el nuevo paradigma para la evaluación de decisiones e inversión. Los autores advierten que un error común consiste en evaluar muchas opciones, cuando en su práctica se ha verificado que sólo algunos factores de incertidumbre resultan pertinentes, así como sólo unas pocas opciones reales ameritan su incorporación. En la figura siguiente se resumen los pasos propuestos para el análisis de opciones reales¹⁵.

¹⁵ Copeland y Antikarov. *Ob. cit.*, págs. 219 a 237.

Figura No. 5

PASOS EN LA VALORACIÓN DE OPCIONES REALES			
PASO		OBJETIVOS	METODOLOGÍA
1	Estimación como caso básico del VPN del proyecto, sin incluir flexibilidad	Establecer el VPN sin flexibilidad ni incertidumbre en $t = 0$	Aplicar el enfoque tradicional de flujo de caja descontado
2	Modelar las incertidumbres que afectan el proyecto	Comprender la difusión de los resultados a lo largo del proyecto	Aplicar simulaciones de Monte Carlo
3	Identificar las flexibilidades potenciales a disposición de la gerencia	Identificar las potenciales flexibilidades del proyecto	Aplicar el análisis de árboles binomiales donde la flexibilidad se incorpora como decisiones opcionales
4	Valorar el valor agregado por la flexibilidad	Agregar el valor añadido por la flexibilidad identificada	Aplicar el análisis de opciones reales: agregar al VPN tradicional el valor agregado por las opciones reales

Adaptado de Copeland y Antikarov. *Ibid.*, pág. 220.

3. TIPOLOGÍA DE LAS OPCIONES REALES

Este capítulo busca identificar la asociación entre las diferentes modalidades de opciones reales y las características requeridas de los activos reales para justificar su presencia.

La clasificación de las opciones reales responde a la naturaleza de la flexibilidad que se encuentra incorporada en el activo. Con esta afirmación se aclara que no todos los activos poseen las mismas cualidades, y por ende, no dan lugar a la misma flexibilidad.

3.1. El valor de la impaciencia o el espíritu animal del inversionista

El principio de la impaciencia es una condición que desde 1834 John Rae identificó como determinante de la escasez de la oferta de recursos prestables, pues los agentes económicos sólo prefieren abstenerse de consumir en la medida en la cual el consumo futuro financiado con el valor futuro de los ahorros es significativamente superior al consumo presente. “Lo corto de la vida y la incertidumbre explica la preferencia temporal de los agentes”¹⁶.

¹⁶ Baddeley, *Ob. cit.*, pág. 26.

El espíritu animal del inversionista describe el comportamiento de los inversionistas que marca la tendencia a embarcarse en proyectos que desde una perspectiva racional, es decir, desde la perspectiva del valor presente estático, serían catalogados como actividades especulativas.

El enfoque de las opciones reales al proponerse valorar la flexibilidad de los activos reales toma en cuenta el valor de la oportunidad de invertir, esto es, no sólo se valora el proyecto por su inmediata ejecución sino por la opcionalidad de ejecutarlo más adelante. Si en la naturaleza del activo real se permite el diferimiento o la anticipación en la ejecución del proyecto, entonces esta flexibilidad no sólo tiene valor sino que puede, desde una perspectiva racional, justificar la incursión en proyectos que muestren un valor presente neto estático no recomendable.

¿Qué tipo de gestión ante las incertidumbres pueden asociarse a la búsqueda de oportunidades de diferimiento? Esencialmente se trata de aplicar una estrategia de diferir para aprender. La fuente de la incertidumbre es la ignorancia y la mayor fuente de ignorancia es el desconocimiento sobre el futuro. La decisión de diferir la ejecución de un proyecto se asocia entonces al proceso de aprendizaje, de recolección de nuevos conocimientos que permiten aclarar las perspectivas futuras.

Los activos reales típicos asociados con la flexibilidad de aplazar o anticipar su

ejecución como proyecto corresponden al desarrollo de patentes, proyectos de finca raíz, proyectos de extracción minera o de hidrocarburos.

3.2. La irreversibilidad de la inversión

Un factor que desalienta las decisiones de inversión es la irreversibilidad, característica asociada a los llamados costos hundidos. El inversionista una vez ha adquirido un conjunto de equipos para la ejecución de un proyecto ha montado una línea de producción que puede resultar casi exclusiva para el propósito buscado. Además, la inexistencia de un mercado secundario para los bienes de capital implica que la reventa de los activos adquiridos para ejecutar un proyecto cuando éste falla implica que los inversionistas tendrían que enfrentarse a una situación de destrucción de capital¹⁷.

Hay industrias cuyos proyectos de desarrollo implican costos hundidos muy altos, relacionados con el requerimiento de escalas de planta muy grandes. Ejemplo típico la siderurgia integrada, cuyos altos hornos sólo tienen una aplicación posible y una vez encendidos no es eficiente apagarlos.

En otro extremo se encuentran aquellos activos reales que implican bajos costos hundidos, y en general la flexibilidad de abandonar o expandir el proyecto durante

¹⁷ Baddeley, *Ob. cit.*, págs. 111 a 112.

su vida, sin que ello conlleve a magnitudes considerables de inversión. Este tipo de activos reales se caracterizan también por altas tasas de depreciación. Con estas características se tipifica una forma de opcionalidad que debe ser valorada.

Tal opcionalidad está presente en proyectos de inversión con activos reales de naturaleza flexible, como en el sector de comunicaciones.

3.3. La divisibilidad en los activos reales

Otra fuente de opcionalidad está relacionada con la posibilidad de expandir o contraer la escala de planta del proyecto en pequeñas proporciones, esto es la modularidad de los proyectos. Tal condición es una propiedad de ciertos activos reales la cual permite una mejor adaptación a las condiciones inciertas de los mercados.

Este tipo de flexibilidad es común en las industrias relacionadas con tecnologías de Internet, como el comercio electrónico o el desarrollo de negocios de franquicias.

3.4. La integrabilidad de los procesos de producción

En los casos en los cuales los activos de un proyecto pueden tener diferentes aplicaciones surge la posibilidad de integrar la producción de diversos productos o servicios. Por ejemplo, una red de distribución de energía cuyo activo estratégico es

el conjunto de líneas de transmisión puede dedicarse, sin demérito de este servicio, a ofrecer otros como la transmisión de datos. Esta flexibilidad permite ampliar el centro de atención del negocio a otras actividades fenómeno de alta frecuencia en el sector de servicios públicos.

3.5. Los procesos progresivos de inversión

Algunos proyectos de inversión pueden visualizarse como una sucesión de decisiones en función de los resultados que se van alcanzando. Por ejemplo, el desarrollo de campos petroleros o la introducción de nuevos productos. En cada fase se enfrentan incertidumbres particulares que una vez resueltas se pueden abordar en la fase siguiente. Cuando los proyectos tienen estas propiedades se deben concebir como una sucesión de opciones sobre opciones.

En resumen, la Gráfica siguiente permite resumir la tipología de las opciones reales.

Figura No. 6¹⁸

Categorías de las opciones reales	Tipos de opciones reales	Descripción	Ejemplos
Invertir para crecer	Incrementar la escala del negocio	Negocios bien posicionados a través de inversiones secuenciales a la medida en que el mercado crezca	Alta tecnología, industrias intensivas en R&D, multinacionales y adquisiciones estratégicas
	Cambiar de negocio	Cambiar de productos, procesos, dados cambios en precios, o demanda de productos o insumos	Servicios públicos agroindustriales
	Ampliarse a otros negocios	Las inversiones en ciertos activos estratégicos permiten ampliarse a otras actividades	Comercio electrónico
Diferir para aprender	Estudiar y empezar	Retardar la inversión hasta que se aprende o se desarrollan fortalezas	Explotación de recursos naturales, desarrollos de finca raíz
Desinvertir o sembrar	Reducir la escala del negocio	Suspender proyectos o disminuir su escala en la medida en la cual se tienen resultados negativos	Industrias capital intensivas, servicios financieros, introducción de productos sustitutos
	Modificar la estructura del negocio	Cambiar hacia activos costo efectivos y flexibles	Servicios públicos agroindustriales
	Focalizarse en el negocio principal	Limitar o abandonar actividades no relacionadas con el centro del negocio	Conglomerados

4. LAS NUEVAS FUENTES DE LA FLEXIBILIDAD

En este aparte se presentan las macro-tendencias que justifican la aplicación ampliada del método de las opciones reales en la evaluación de proyectos de inversión. Básicamente se trata de dos dinámicas.

De una parte, del examen del desarrollo industrial contemporáneo se extraen algunas propiedades exigidas a los bienes de capital por las condiciones de las formas de producción prevalectante.

De otra, cambios en las condiciones de los mercados financieros y de las reglas de contratación también se señalan como factores que inciden sobre la pertinencia del método de opciones reales.

4.1. Paradigmas del desarrollo industrial contemporáneo

La naturaleza del desarrollo industrial contemporáneo determina características nuevas a los activos reales debido a tres influencias principales. En primer término,

¹⁸ Mauboussin, M. "Using Real Options in Security Analysis". *Frontiers of Finance*, Vol. 10. Credit Suisse First Boston Corporation, junio 1999.

un nuevo patrón de desarrollo que otorga prioridad a los enfoques especializados de atención a los mercados. En segundo lugar, el impacto de la tecnología de información incorporada de manera creciente en los bienes de capital. Y la reducción en la vida útil de estos activos. Tales procesos están decisivamente imbricados.

4.1.1. Fordismo y neofordismo

Los estudiosos de los procesos de industrialización han identificado la existencia de un nuevo patrón de industrialización que remplazaba a las llamadas formas fordistas en las que se daba el encadenamiento de industrias pesadas de producción de materiales básicos con industrias de transformación:

“En su famoso libro *The Second Industrial Divide* (Piore y Sabel, 1984) estos autores dicen, en esencia, que a la producción en masa rígidamente estructurada, característica del sistema fondista, seguirá un régimen basado en la especialización flexible, cuya forma espacial sería el distrito o sistema local de pequeñas empresas...

De las producciones masivas de bienes estandarizados dirigidos a mercados homogéneos, a la manufactura con tirajes pequeños de productos hechos a la medida del cliente; de tecnologías basadas en maquinarias de propósito único operadas

por trabajadores semicalificados, a las tecnologías y máquinas de propósito múltiple que exigen propietarios calificados...”¹⁹

Esta tendencia, junto con la naturaleza de los procesos de innovación vigente, conducen a explicar el porqué regiones de alta dinámica durante el predominio del patrón fordista hoy son perdedoras en el proceso de integración global, mientras que son las regiones ricas en conocimiento las que muestran en la actualidad procesos de crecimiento sostenido. Una ilustración de esta tendencia resulta de comparar lo que ha sucedido con la región de los grandes lagos en Norteamérica, centro de las industrias del acero y de la fabricación de automóviles con respecto al *Silicon Valley* o a los centros de concentración de conocimiento de la costa este de los Estados Unidos. Es hacia este tipo de polos hacia donde fluyen las inversiones de capital.

Como lo caracteriza Moncayo en los párrafos citados, este nuevo patrón de desarrollo está basado en tecnologías y máquinas flexibles, de donde se deriva que esta cualidad de los bienes de capital, que demanda el patrón contemporáneo de desarrollo industrial, da origen a la pertinencia de valorar la opcionalidad implícita.

¹⁹ Moncayo, E. “Nuevas teorías y enfoques conceptuales sobre el desarrollo regional”. *Revista de Economía Institucional*, Vol. 5, núm. 8. Universidad Externado de Colombia, Diciembre 2003, pág. 41.

4.1.2. La tecnología de la información en los procesos de producción

Dos grandes fuentes de innovación han estado presentes en los últimos 30 años. La búsqueda de economías en el gasto de energía y la intensiva aplicación de la tecnología de información en las máquinas y equipos industriales.

La tecnología de información incorporada en los bienes de capital ha permitido la formulación de paradigmas de gestión como el control de calidad total (*Six Sigma*), o los procesos de entrega a tiempo y de bajos niveles de inventarios. Ello debido a que la incorporación de microcomputadores en la maquinaria no sólo permite procesos de producción mejor controlados, sino abre camino a la flexibilidad en las líneas de producción. Los programas de ayuda asistida en el diseño y en la manufactura (*CAD/CAM*) se han convertido en estándar de la maquinaria. Los tornos, las máquinas de inyección inventadas hace una centuria se renuevan con esta incorporación.

Los procesos automatizados de alimentación de la máquina con materias primas, el ajuste automático de éstas a las propiedades cambiantes de los flujos de alimentación y los procedimientos

automáticos de almacenamiento y referenciación de bienes terminados son requerimientos de actualización que pesan sobre casi todas las industrias. La automatización es el factor que explica la posibilidad de procesos productivos flexibles, a tiempo que explica el nuevo patrón de localización industrial que preferencia las regiones ricas en conocimiento, esto es, en trabajadores de alta calificación²⁰.

Pero este proceso sólo ha sido posible en la medida en la cual el costo relativo de los componentes electrónicos se ha tornado favorable para la substitución de componentes mecánicos. Tal ha sido un proceso largo como lo ilustra la Figura No. 7. Pero también se pueden precisar otras ilustraciones:

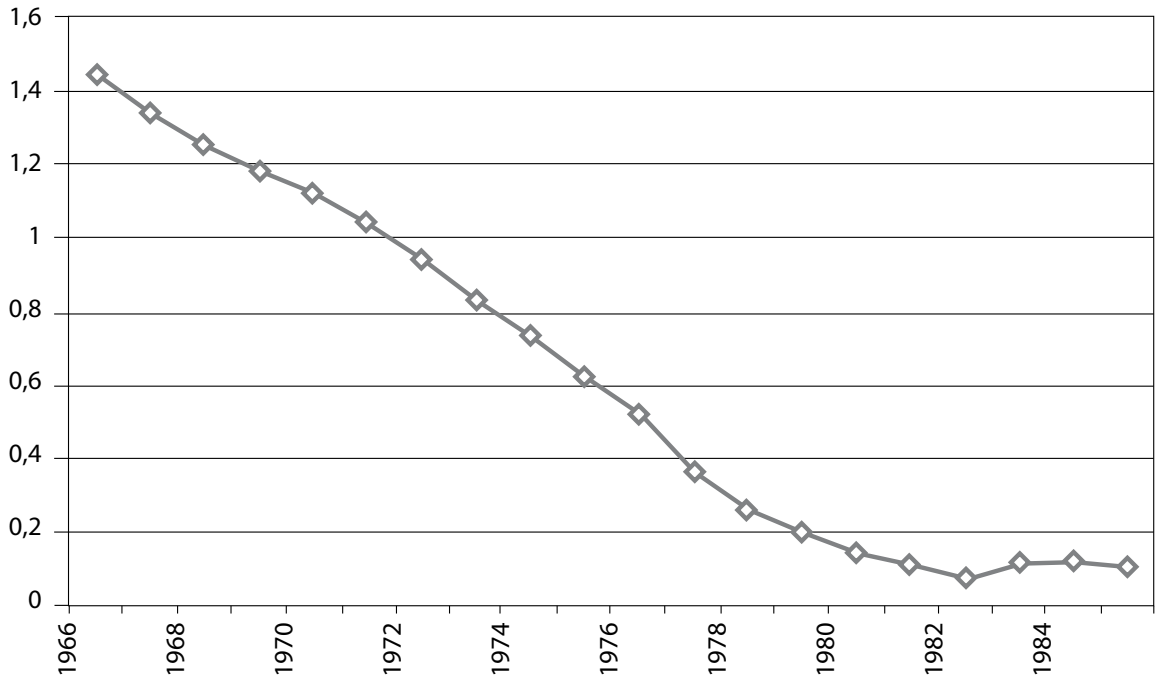
“En los últimos veinte años, el costo de un circuito de transmisión de voz se redujo cerca de 1:10,000. La substitución de los cables de cobre por fibra óptica, desde mediados de los años ochenta, permitió un aumento significativo de la densidad de información. Asimismo, el abaratamiento de la computación con base en los microprocesadores permitió el desarrollo de la telefonía celular y de los servicios de comunicación personal (Véase Bond, 1997)”²¹.

Superado el umbral de costo, la tecnología de la información se irradió a

²⁰ Acoplásticos. *Tendencias en el desarrollo de la maquinaria para la transformación del plástico*. Plásticos en Colombia, 1988. págs. 85 y ss.

²¹ CEPAL. *América Latina y el Caribe en la transición hacia una sociedad del conocimiento: una agenda de políticas públicas*, junio 2000.

Figura No. 7



todos los campos de la práctica social, determinando tanto incrementos de la productividad como modificando de manera sustancial la manera de hacer las cosas.

3.1.3 La vida útil de los equipos de producción

La expansión de la tecnología de la información trajo como consecuencia directa el incremento en la participación del gasto en computación dentro de la inversión total. En efecto, en la economía de

Estados Unidos, en 1959, la participación de las inversiones en computación como porcentaje de la inversión total fue de menos del 15%. Cuarenta años después esta proporción superó el 45%²².

Como importante consecuencia indirecta se destaca que la incorporación de la tecnología de la información en la maquinaria industrial y, en general, los bienes de capital condujeron a una reducción significativa de su vida útil. La explicación de este impacto amerita dedicar un espacio.

²² Baddeley. *Ob. cit.*, pág. 166.

Desde el lanzamiento del microprocesador por Intel en 1971 se indujo un proceso de incremento constante en la capacidad de procesamiento de los ordenadores, de manera tal “que la cuenta en transistores de un microprocesador pasó de 1000 transistores por microprocesador a 100 millones en 2001. Esta relación entre el crecimiento de transistores y el crecimiento de la capacidad de computación se conoce como la Ley de Moore que hace que la duplicación de la potencia de los microprocesadores cada 18 meses determine rápidas caídas en el costo de los equipos de computación”²³.

La dinámica descrita determina que gran parte de la inversión en computación se dirige a remplazar los equipos en razón de la rápida obsolescencia tecnológica. Se estima que al promediar la década de los ochenta el promedio de la vida útil de un computador era de 6 años; al finalizar el siglo tal promedio se ubica por debajo de 2 años²⁴. Condiciones similares se observan en relación con los programas preinstalados, elemento del costo de la inversión menos flexible y el componente no tangible de los bienes de capital.

Pero al convertirse los computadores en componentes de la maquinaria industrial, que, además, agregan un alto valor al equipo al cual está incorporado,

le transmiten la característica de la rápida obsolescencia tecnológica. De forma que la vida útil promedio de maquinaria del sector metalmecánico pasó de 13 años a menos de 6 en el mismo período²⁵.

Así, el desarrollo industrial contemporáneo otorga una menor vida útil, es decir, una rápida depreciación, a los bienes de capital. Esta condición implica menor nivel en los costos hundidos de los proyectos que incorporan nuevas tecnologías y, por lo tanto, mayor flexibilidad y opcionalidad deben ser reconocidas en la evaluación.

4.2. Flexibilidades institucionales

Las innovaciones institucionales también han contribuido a otorgar mayor flexibilidad a los proyectos de adquisición de activos reales, en especial, por la vía de la innovación financiera, por el desarrollo de formas contractuales que permiten formas de transferencia y de desconcentración de las incertidumbres.

Las innovaciones financieras no sólo tienen que ver con la proliferación de figuras de arrendamiento financiero sobre bienes de capital, factibles no por la existencia de mercados secundarios para estos bienes, sino por su rápida obsolescencia, que facilitan opciones para el emprendimiento de proyectos. También

²³ Ibid., págs. 164 y 165.

²⁴ Ibid., págs. 169 a 171.

²⁵ Ibid., págs. 169 a 171.

el incremento de la oferta de recursos a través de fondos colectivos interesados en compartir los riesgos:

“Sin los fondos de capital de riesgo compartido la difusión de las nuevas innovaciones estaría restringida de manera estricta; parecería poco probable que los prestamistas tradicionalmente conservadores estuvieran preparados para asumir los riesgos incorporados en el financiamiento de riesgo compartido cuando hay poca o ninguna información concreta acerca del potencial de retornos futuros provenientes de inversiones innovadoras. Los fondos de capital de riesgo compartido operan diseminando sus riesgos a través de un número de diferentes proyectos innovadores, con la expectativa de que aun si sólo un pequeño número de estos son exitosos será suficiente para asegurar utilidades”²⁶.

De otra parte, las figuras contractuales desarrolladas por las técnicas de la financiación de proyectos (*Project Finance*) permiten la consolidación de estructuras adecuadas a la naturaleza de cada proyecto de manera tal que las asignaciones de riesgos en contrapartes especializadas crean un ambiente propicio para la ejecución de los proyectos. Figuras contractuales como los procesos de construcción, operación, mantenimiento y traspaso del activo real a su propietario final (BOMT) determinan la creación de flexibilidades.

5. A MANERA DE CONCLUSIÓN

La metodología de evaluación de proyectos de adquisición de activos reales mediante el análisis de opciones reales es un procedimiento adecuado para capturar el valor agregado por las diversas estrategias de gestión de riesgo al adelantar un proyecto.

Esta metodología cobra vigencia en la medida en que los procesos de desarrollo industrial y tecnológico, así como las innovaciones institucionales, han modificado las características de los bienes de capital.

Sin embargo, la mayor opcionalidad no está distribuida de manera uniforme en todos los activos reales. Los sectores industriales dedicados a la producción de las innovaciones son los más impactados por la pertinencia del enfoque de opciones reales.

²⁶ Ibid., pág. 173.