

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

“ OPCIONES REALES: EL MANEJO DE LAS
INVERSIONES ESTRATÉGICAS EN LAS
FINANZAS CORPORATIVAS”

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ECONOMÍA
PRESENTA:

HERNÁNDEZ AGUILAR DANIEL

DIRECTOR DE TESIS:
MORALES NÁJAR JOSÉ ISAÍAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F., MARZO DEL
2002.

OPCIONES REALES

EL MANEJO DE LAS INVERSIONES
ESTRATÉGICAS
EN LAS FINANZAS CORPORATIVAS

DEDICATORIAS.

A mis Padres Tiburcio e Isabel, por brindarme la oportunidad de superarme personal y profesionalmente, al darme todo su apoyo moral y económico, por su perseverancia, comprensión, estímulo y sobre todo por su cariño y amor impagables. Por todo esto MIL GRACIAS. En verdad, ¡!! Los Quiero y Los Amo ¡!!.

A mis Hermanos David y Rogelio, por estar conmigo en todo momento, por compartir conmigo todos esos momentos inolvidables, por aguantar mis locuras y mal carácter y, sobre todo por creer en mi. ¡!! GRACIAS ¡!!

Tiburcio, Isabel, David, Rogelio, todo lo que hemos vivido nos ha servido para crecer como Personas (individualmente) y como Familia (socialmente). No retrocedamos, sigamos en este camino de crecimiento y, principalmente, apoyándonos en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A esta gran Institución del conocimiento, que me abrió sus puertas y me dio las herramientas necesarias para poder crecer profesionalmente, Gracias:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA No. 5

FACULTAD DE ECONOMÍA

A mi asesor, Lic. José Isaías, por compartir conmigo sus conocimientos en una forma incondicional y darme una asesoría con calidad y profesionalismo. ¡!! Muchas Gracias i!!.

A Dios y mi H.B.S.M., por darme la oportunidad y alegría de vivir.

ÍNDICE.

JUSTIFICACIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS PARTICULARES.....	3
HIPÓTESIS.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO 1.	
1. VOLATILIDAD E INCERTIDUMBRE.....	9
1.1 La volatilidad.....	9
1.2 Incertidumbre.....	10
1.3 Apalancamiento.....	11
1.4 Liberalización de las transacciones internacionales.....	11
1.5 Desintermediación bancaria.....	12
1.6 Internacionalización de los sistemas financieros.....	12
1.7 Desregulación.....	12
1.8 Riesgo cambiario.....	13
1.8.1 Factores que determinan la movilidad del tipo de cambio.....	13
1.8.1.1 Factores a largo plazo.....	14
1.8.1.2 Factores a corto plazo.....	14
CAPÍTULO 2.	
2. OPERACIÓN Y APLICACIÓN DE LAS OPCIONES FINANCIERAS.....	16
2.1 La opción de compra (Call Option).....	17
2.2 La opción de venta (Put Option).....	18
2.3 Opciones europeas y opciones americanas.....	20
2.4 Los participantes de los mercados de opciones.....	21

2.5	Elementos que determinan el precio de las opciones.....	21
2.6	Estrategias de cobertura con opciones sobre divisas.....	22
2.6.1	Estrategia de cobertura contra el riesgo de una caída en el tipo de cambio.....	23
2.6.2	Estrategia de cobertura contra el riesgo de un alza en el tipo de cambio.....	25
2.7	Venta cubierta de opciones.....	25
2.7.1	Venta cubierta de opciones call.....	25
2.7.2	Venta cubierta de opciones put.....	26
2.8	Modelos de valoración de opciones.....	26
2.8.1	Modelo binomial.....	27
2.8.1.1	Modelo binomial para un solo período.....	29
2.8.1.2	Modelo binomial multiperíodo.....	30
2.8.2	El modelo Black – Scholes.....	31

CAPÍTULO 3.

3.	EL POTENCIAL DE LAS OPCIONES REALES.....	33
3.1	¿Qué es una opción real?.....	33
3.1.1	Las diferencias entre lo que los directivos conocen y las herramientas actuales.....	33
3.1.2	El enfoque de las opciones reales como un camino alternativo.....	34
3.1.3	El enfoque de las opciones reales ayuda a la visión estratégica.....	35
3.2	La incertidumbre crea oportunidades.....	35
3.2.1	Manejando las inversiones estratégicas en un mundo incierto.....	36
3.2.2	La resolución de la incertidumbre.....	37
3.3	Identificando las opciones reales: un ejemplo.....	40
3.4	Cuando usar el enfoque de las opciones reales.....	43
3.5	Los cuatro pasos del proceso de solución.....	44
3.5.1	Paso 1: Estructurar la aplicación.....	44
3.5.2	Paso 2: Implementar el modelo de valoración de la opción.....	45
3.5.3	Paso 3: Examinar los resultados.....	45
3.5.4	Paso 4: Rediseñar si es necesario.....	46

CAPÍTULO 4.

4.	LA VALORACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	47
4.1	Los modelos clásicos de valoración.....	47
4.1.1	Valor actual neto (VAN).....	48
4.1.2	Tasa interna de retorno (TIR).....	49

4.1.3	Razón costo – beneficio (RCB).....	50
4.1.4	Índice de rentabilidad (IR).....	51
4.1.5	Período de recuperación (PER).....	52
4.1.6	Tasa de retorno contable (TRC).....	52

CAPÍTULO 5.

5.	LA TEORÍA DE VALORACIÓN DE OPCIONES (OPT) EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	55
5.1	La decisión de inversión.....	55
5.2	La opción de expansión, ampliación o crecimiento.....	59
5.2.1	La opción de elegir el tamaño o dimensión.....	59
5.2.2	La opción de realizar inversiones continuadas.....	61
5.3	La opción de abandono.....	64
5.4	La opción de reducción.....	67
5.5	Opciones de intercambio.....	67
5.6	Opciones estratégicas.....	68
5.7	Valoración de la empresa.....	68
	CONCLUSIONES.....	71
	NOTAS DE TEXTO.....	74
	BIBLIOGRAFÍA.....	77

JUSTIFICACIÓN.

Las *opciones reales* son un tema poco estudiado en las universidades y poco usado en el ambiente empresarial, aún más no existe bibliografía en español sobre este tema, que pueda facilitar su comprensión y aplicación, sobre todo cuando las opciones están implícitas en las finanzas corporativas. Cuando se hace una inversión, se realiza con un motivo: obtener una ganancia máxima, después de un período y con un riesgo mínimo. Todo lo que nos lleva a invertir, se complementa con las expectativas de ganancia. Si no se espera esto, no tendría sentido la inversión. Aquí es donde las opciones entran a satisfacer varias necesidades: se realizan en el corto plazo, tienen ganancias ilimitadas y el riesgo máximo es la pérdida de la inversión.

Las opciones y los futuros son las principales modalidades de los instrumentos financieros derivados, utilizadas para minimizar los riesgos en las operaciones comerciales financieras, aislar a la actividad económica de la empresa de las fluctuaciones de los mercados financieros y aumentar la eficacia de las previsiones empresariales, facilitando la confianza en la gestión, al dotar de mayor seguridad a las transacciones de la empresa con el exterior.

Con esta investigación me propongo dar a conocer la teoría de las opciones financieras, sus conceptos más importantes y los modelos de valoración que utiliza, para poder aplicarlos al estudio de las *opciones reales*.

En este mundo incierto que vivimos, rodeado de grandes y recurrentes devaluaciones, crisis, riesgos e incertidumbre, los directivos financieros de las empresas se ven envueltos en la interrogante de ¿cómo valorar las oportunidades de negocios que se les presentan?., ¿Serán buenas o no?, ¿Se deben tomar o no?. La valoración y el valor de los negocios se vuelve cada vez más indispensable, puesto que en este mundo cambiante es muy arriesgado tomar decisiones sin un previo análisis.

Usualmente los estudios de proyectos de inversión que utilizan las herramientas tradicionales de evaluación se desarrollan en un entorno económico estable, es decir, que han probado ser útiles en condiciones de certeza, que no considera el riesgo ni la incertidumbre. En función del nuevo entorno se presenta el estudio de las *opciones reales* como un camino alternativo para la valoración de proyectos.

Esta economía actual que se torna cada vez más competitiva, donde se reducen los márgenes de rentabilidad de las inversiones, y el ambiente económico y financiero se desestabiliza, debe hacerse un análisis a priori y más dinámico. Se puede aventurar la afirmación que el papel del directivo financiero pasa de basarse en la estructura financiera o pasiva a sustentarse en la estructura económica o activa. La nueva óptica financiera implica los siguientes puntos:

- La función del directivo financiero no se limita a la obtención de recursos financieros, sino también debe buscar proyectos de inversión rentables.
- Empieza a investigar activamente la determinación del costo del capital.
- Le implica una creciente preocupación por el problema de la estructura financiera óptima de la empresa.
- La disminución de los márgenes de beneficio conduce a la preocupación por los problemas de liquidez, solvencia y análisis del cash-flow o tesorería.

El enfoque de las finanzas se vuelve más analítico, abandonando la tendencia meramente descriptiva, y brindando mayor énfasis al enfoque desde el interior que desde el exterior.

Anteriormente era suficiente con un análisis de las inversiones basado exclusivamente en la proyección de datos histórico, pero en la actualidad se vive en constante cambio: persistencia inflacionaria y del gran déficit público; aumento de la competencia internacional; fluctuantes tipos de interés y de cambio; nuevas fusiones, adquisiciones, buy-outs, privatizaciones y reestructuraciones de los grandes grupos empresariales y financieros que están alterando el "status quo" existente; avance tecnológico, con el impacto de los ordenadores, que han cambiado la forma en la que se analizan y resuelven los problemas dentro de ésta área.

La globalización e internacionalización de los mercados financieros y de la economía en general han alterado la perspectiva desde la cual se visualizan las finanzas y el mundo. La sofisticación de los mercados, con la aparición de los productos derivados y de la denominada "ingeniería financiera", han creado cientos de nuevos instrumentos y enfoques que, con la evolución del conocimiento y con la aparición de las nuevas teorías, han traído consigo numerosos y sustanciales avances en el mundo de las finanzas. Todo ello obliga a que los directivos financieros tengan que modificar su forma de actuar u operar para la toma de decisiones financieras sólidas, y que el contenido de esta disciplina esté sometido a importantes cambios y avances.

La función financiera está sufriendo un nuevo proceso de transformación, impulsado por sustanciales mejoras en los sistemas de información, la liberalización e integración de los mercados financieros, la gran volatilidad a que están sometidos precios, tipos de interés, tipos de cambio y materias primas, y un entorno de los negocios, en general, cada vez más competitivo.

Participantes en los mercados financieros están incrementando las operaciones de negocios a través del apalancamiento y una contienda de poderes. Al mismo tiempo, los ejecutivos tienen que dirigir sus compañías para llegar a tener un incremento en sus actividades en los mercados financieros a través de las reestructuras que ellos mismos generan, la recapitalización y los apalancamientos.

Esta nueva realidad presenta cambios en el manejo de los negocios: la necesidad de manejar sus inversiones estratégicas. Ellos necesitan una base como nunca antes en cuanto al valor de sus operaciones y de las estrategias de los negocios que están creando.

Por ejemplo, un resultado probable de la reestructuración de una empresa, es que la compañía tenga mayores oportunidades para adquirir activos y negocios que les pueden generar más valor que los propietarios originales.

Las compañías deben buscar estrategias que les permitan ser competitivas. La óptima creación, diseño e instrumentación de las mismas posibilitan la generación de un valor superior para sobrevivir en este entorno globalizador y continuamente cambiante.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS PARTICULARES.

El objetivo del presente trabajo está orientado a la administración de estrategias financieras para el manejo de las oportunidades de negocios, de tal manera que el inversionista y el empresario tengan conocimiento de que las opciones financieras y las *opciones reales* les ayudan en el control de sus operaciones y les facilitan así la toma de decisiones. El objetivo principal es aplicar la Teoría Básica de Valoración de Opciones a la valoración de proyectos de inversión, lo que aquí designamos como el enfoque de las *opciones reales*.

Mi primera meta en este trabajo es dimensionar el campo de las *opciones reales*. Espero que los componentes y aplicaciones sobre el tema sean de una utilidad cotidiana para la generalidad de inversionistas, en la medida que estima con una valiosa herramienta para el medio empresarial moderno.

En función de lo anterior, se destaca la importancia del valor para los ejecutivos, directivos financieros, gerentes y altos funcionarios de una empresa, cuando antes era sólo del interés de los expertos. Aquí se destaca la importancia de la valoración en la toma de decisiones de una compañía.

La primera parte de este trabajo (introducción, primer y segundo capítulo), tiene como finalidad mostrar el ambiente financiero, económico y corporativo que vivimos actualmente y que está transformando la manera de hacer negocios y la toma de decisiones de inversión. Se muestran los cambios que deben hacer las empresas si quieren seguir en este mercado altamente competitivo y ser eficientes en el manejo de sus recursos y en la obtención de un beneficio mayor.

Al respecto, se considera que las empresas deben tener especial cuidado en 3 aspectos del entorno: i) el mercado brinda menos ventajas; ii) el ambiente comercial es turbulento y iii) se da una mayor desintegración de los negocios.

El primer capítulo tiene como finalidad mostrar y explicar el panorama de todas las variables que intervienen en un mercado de derivados, donde el activo subyacente es el dólarⁱⁱ. El formar parte activa de este mercado no solamente requiere del conocimiento de estos instrumentos, también se requiere del conocimiento de las variables que interactúan en el mismo, es por eso que en este capítulo se analiza la Incertidumbre, definida como el desconocimiento de cual será el comportamiento de los mercados. Al analizar el riesgo cambiario tenemos que entrar en el estudio de los factores internos y externos que determinan la movilidad del tipo de cambio, con el propósito de minimizar el riesgo.

En el segundo capítulo, el propósito es estudiar conceptual, teórica, práctica y metodológicamente la aplicación de la cobertura del riesgo cambiario con opciones. Cabe mencionar que en este trabajo me limito a estudiar las estrategias de cobertura simples con opciones, no se considera el estudio de las estrategias de cobertura avanzadas con opciones, ni los instrumentos sintéticos que con ellas se pueden elaborar, ya que estos temas requieren de un conocimiento total y exacto del mercado de instrumentos financieros derivados.

La segunda parte (capítulos tercero, cuarto y quinto), tiene la finalidad de adentrarnos en el mundo de las opciones reales, estudiar su potencial y demostrar como éstas pueden ser usadas en un amplio rango de aplicaciones y sus ligas con las estrategias corporativas.

La valoración tradicional con herramientas de decisión y planeación no son suficientes para los nuevos negocios. No es conveniente aplicar estrategias que contienen elementos de incertidumbre o requieren enormes requerimientos de capital, proyectos estratégicos que hay que adaptar a condiciones de desarrollo, complejas estructuras de activos resultado de fusiones y alianzas, y no se debe ignorar la incesante presión que ejerce el mercado financiero.

El tercer capítulo tiene como objetivo mostrar el potencial de las *opciones reales*, como un camino alternativo de valoración de proyectos. Es importante resaltar que las *opciones reales* no son una herramienta separada, sino un complemento a las herramientas actuales de valoración de proyectos de inversión, que ayuda a tener una mejor visión estratégica.

También nos presenta a la incertidumbre como generadora de oportunidades de negocio y de inversión. En el apartado se señalan y se muestran los cuatro pasos del proceso de solución de las opciones reales.

En el cuarto capítulo se exponen las principales herramientas tradicionales de valoración de proyectos de inversión. La finalidad aquí es conocer y comprender los conceptos básicos de éstas herramientas y sus criterios de aceptación o rechazo. En esta sección no presentamos ejemplos numéricos por no ser el propósito de esta Tesis.

El quinto y último capítulo nos presenta ejemplos numéricos hipotéticos de *opciones reales*, como lo son la opción de retrasar la inversión, de abandonar el proyecto, de cierre y de crecimiento, entre otras.

HIPÓTESIS.

Se considera que las opciones financieras tienen en nuestro país un escaso desarrollo, tanto por su desconocimiento, como por la ausencia de un mercado de las mismas. Por esta razón se estima que un camino adecuado para afrontar y solucionar los problemas comunes de las finanzas corporativas, como es la evaluación y selección de inversiones y la valoración de fuentes financieras, lo representa la Teoría de Valoración de Opciones Financieras, en particular de las *opciones reales*. Por esto, aquí se pretende:

- 1) Presentar el enfoque de las *opciones reales* como la alternativa viable para los directivos financieros que buscan una óptima valoración de sus empresas y las oportunidades de negocio en un mundo de turbulencias e incertidumbre.
- 2) El enfoque de las *opciones reales* representa una importante salida conceptual respecto a la valoración de las inversiones estratégicas para la toma de decisiones.
- 3) Para los proyectos de inversión que son rechazados utilizando las herramientas estándar de valoración (VAN, TIR), la Teoría de Valoración de Opciones (OPT) constituye una alternativa viable de valoración.

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, el ambiente comercial presenta diversos desafíos que van desde costos financieros más volátiles e ingresos decrecientes, a procesos de integración vertical que tienen un impacto mayor en el valor de muchas compañías.

Las compañías que busquen el éxito, deben tener como propósito básico un eficiente manejo de sus inversiones. Así podrán aprovechar las oportunidades y afrontar amenazas del mercado.

En la década de los 80's, los empresarios conducían sus compañías con éxito, mediante un mero seguimiento de sus inversiones estratégicas. La regla de la contabilidad básica, era una base suficiente para la mayoría de las decisiones comerciales. El ambiente de hoy pone énfasis en una comprensión completa de las estrategias (planeación financiera) y en la habilidad de gestión.

Los directivos financieros se enfrentan con un conjunto de desafíos en su negocio, que tiene mayores implicaciones para la obtención de beneficios:

- Mayor disponibilidad de capital.
- Talento gerencial más móvil.
- Más información.
- Aumento en la competencia.
- Desregulación.
- Mercados de divisas.
- El costo del dinero.
- Integración vertical. e
- Integración horizontal.

En un mundo financiero globalizado, el capital está más ampliamente disponible que antes a las compañías de todos los tamaños. En una era de capital de riesgo, bonos de alto rendimiento y flujos de capital globales, el acceso a los fondos ya no es tan restrictivo.

Los servicios de apoyo también están más rápidamente disponibles. En muchas áreas (por ejemplo, transporte y distribución) el desarrollo de industrias de servicio bien orientadas para brindar soporte y asesoría, facilita a diversas empresas el acceso a estándares de calidad. Las compañías de soporte se pueden contratar externamente y desarrollar sus servicios con la misma o mejor calidad, que si fuese un área interna propia.

La información se ha extendido ampliamente. Las grandes empresas tenían una ventaja sustancial por encima de los competidores más pequeños en la recolección de información competitiva. El número de bases de datos en línea disponible en el mercado ha aumentado más de ocho veces desde 1980, debido al costo declinante de las computadoras y los dispositivos de almacenamiento magnéticos. La ventaja competitiva no queda ahora en el acceso a la información, sino en como se analiza y usa para la toma de decisiones.

El ambiente comercial se ha tornado más competitivo, lo que obliga a las compañías a estudiar el ambiente global y sus estrategias de negocios continuamente. En un ambiente relativamente estable, pueden usarse las reglas básicas de la contabilidad, y evaluar los resultados sin causar errores serios. Pero en un ambiente cambiante, caracterizado por las reestructuraciones frecuentes (fusiones, adquisiciones, asociaciones de todo tipo), relevos gerenciales y cambios de estrategias, el análisis del flujo de dinero en efectivo y las herramientas para afrontar el riesgo son la única manera de asegurar que se está tomando una adecuada inversión.

Algunos corporativos tienen un menor enfoque de la competencia global y sus efectos en la industria, tal es el caso de las compañías automotrices y farmacéuticas. En la próxima década, se puede esperar ver que esta tendencia continúe y se podrán producir más reestructuraciones, adquisiciones y alianzas alrededor del globo.

La desregulación es un proceso extensivo a todas las áreas de la economía: en las industrias de aerolíneas, banca y las industrias de transporte están creando la necesidad de realizar ajustes mayores. La desregulación se presenta en muchos países, acompañado de un proceso de privatización de empresas públicas.

Los mercados de divisas o de cambio se han tornado muy volátiles. Las continuas oscilaciones en el valor del dólar han tenido un impacto mayor en la posición competitiva de la industria automotriz. Ahora, las decisiones de inversión de capital, incluso en los países de "moneda fuerte", deben considerar la exposición en los movimientos cambiarios. Más allá de esto, las direcciones deben evaluar el valor de una serie de operaciones financieras compensatorias, incluyendo las opciones y el financiamiento con dinero local.

Las tasas de interés también han sido volátiles, con efectos en la demanda para el equipo de capital, bienes de consumo durables y la construcción de casas (por citar algunos ejemplos). En el ambiente de hoy de adquisiciones altamente apalancadas, reestructuraciones, y de amplias recapitalizaciones, las tasas de interés volátiles pueden poner en riesgo los planes de las empresas.

En mi opinión, es sumamente importante entender la dinámica de la industria y los recursos comprometidos en cada fase de su desarrollo. Para la empresa será más redituable concentrarse en fases que desarrollan una ventaja competitiva y donde los ingresos serán mayores.

Las empresas se orientan a la búsqueda de capital – dinero y capital - humano. La tecnología de la informática y las técnicas analíticas hacen más fácil identificar los blancos potenciales. Es más, el tamaño no es factor de mucha protección contra la toma de decisiones porque las opciones de financiamiento son amplias.

La tradicional definición de "estrategia de negocio", se orientaba a ganar una porción del mercado e incrementar ganancias, a elevar el nicho de mercado, pero descuidaba los ingresos de flujo de dinero en efectivo.

El director financiero debe saber las respuestas a cuestiones como: ¿Cuál es el flujo de efectivo que le aporte al valor de su negocio?. ¿Cómo esto lo compara con el valor potencial del mercado?. ¿Nuestros proyectos cuánto valor crearán contra un negocio "clásico?". ¿Cuáles son las metas de valor en nuestro negocio? Por ejemplo, ¿Cuál es el efecto sobre el valor si se eleva nuestra posición en el mercado, o se amplía la operación de la empresa, si registran altos márgenes de operación, mejor utilización

de los recursos, estructuras alternativas de capital?. El asunto no es enfocarse en las medidas de contabilidad tradicionales, sino en los flujos del dinero en efectivo, tomando en cuenta el riesgo y la incertidumbre que están latentes en los mercados.

CAPÍTULO 1.

1. VOLATILIDAD E INCERTIDUMBRE.

El desarrollo tecnológico, la competencia internacional y la globalización son, entre otros, fenómenos del presente, y para garantizar su supervivencia los empresarios de cualquier actividad económica deben anticiparse a los posibles cambios futuros del entorno.

Con el empleo de los llamados "Productos Financieros Derivados", los usuarios puede tomar decisiones para anticiparse a las consecuencias favorables o desfavorables que esconde el futuro incierto. Al respecto, este usuario se caracteriza por adoptar en la gestión de su negocio una actitud activa ante el riesgo económico.

Algunos de los hechos que han contribuido a incrementar los riesgos financieros en los últimos años han sido:

- La volatilidad o variabilidad de los precios.
- El proceso de liberalización, desintermediación e internacionalización de los sistemas financieros.

Para un mayor entendimiento, se define a continuación cada uno de estos conceptos.

1.1 La Volatilidad.

La volatilidad son las grandes oscilaciones que experimentan los precios de los productos o los activos dentro de un amplio periodo de incertidumbre económica o financiera, la cual se le mide por la desviación estándar.

La volatilidad se refiere al posible rango de variaciones de los precios del activo subyacente. Estadísticamente es la dispersión del rendimiento del activo subyacente, donde el rendimiento es la ventaja obtenida por las variaciones del precio. Por ejemplo, cuanto mayor volatilidad tenga el subyacente, el rango de precios al vencimiento de la opción será mayor, lo que implica un riesgo superior para los vendedores de opciones y mayores probabilidades de beneficio para los compradores de opciones. En consecuencia, el mercado de opciones traducirá los aumentos de volatilidad en aumentos de precios y a la inversa.

Ante un entorno cada vez más incierto e imprevisible, es más difícil aceptar que la volatilidad histórica representa permanentemente una aproximación fiable de la futura, siendo finalmente ésta la que interesa realmente al inversor. Tal vez por ello la inquietud de desarrollar modelos más sofisticados de predicción de la volatilidad. Los esfuerzos en este sentido resultan especialmente adecuados en aquellos mercados que se tornan más internacionalizados y dependientes de variables exógenas.

La volatilidad presenta, además, la característica de que no existe acuerdo ni consenso sobre la metodología a emplear para su cálculo: diferentes parámetros de medida, distinta elección en los datos de partida, varias maneras de calcular los mismos parámetros, multiplicidad en los períodos temporales elegidos, etc.

Los inversores suelen aceptar de buen grado los incrementos de la volatilidad como resultado del alza en los precios, pero no así cuando se presentan bajas en los precios. Como las fluctuaciones de precios pueden beneficiar o no al inversor, lo anterior se traduce en la generación de un riesgo positivo o negativo.

Aunque existen varios tipos de volatilidades, aquí se habla en principio básicamente de dos: la futura y la histórica. La primera es la volatilidad que realmente habrá en el futuro, y por ende, se desconoce a priori. La volatilidad histórica hace referencia a cuánto han cambiado los precios en un período de tiempo determinado.

La volatilidad que suele ser utilizada en los cálculos es la histórica, es decir, analizar lo que ya ha pasado, existiendo todo tipo de estudios, con distinto grado de éxito, para proyectar estos resultados hacia el futuro.

La volatilidad histórica refleja el comportamiento del mercado en el pasado y no es única, sino que depende del período de tiempo y del intervalo de precios elegido. No es lo mismo la volatilidad durante los últimos cinco años que durante los últimos cinco meses o los últimos cinco días; como no es lo mismo calcularla basándose en el precio de cierre, apertura o precios cada minuto. Sin embargo, por lo general, la correlación que existe entre la volatilidad calculada para diferentes períodos de tiempo es muy alta, manteniendo valores y tendencias parecidas.

Por lo anterior, se recomienda utilizar una de las fórmulas comúnmente empleadas al caso, es decir utilizar los precios de cierre para un número previo de días de negociación. Ésta fórmula es tomada del Chicago Mercantile Exchange (CME) y es válida para cualquier período temporal:

$$V_H = \sqrt{\sum [\ln(P_t/P_{t-1})]^2} * \sqrt{D/N}$$

donde:

V_H = Volatilidad histórica.

\ln = Logaritmo natural.

P_t = Precio de cierre para cada día.

P_{t-1} = Precio de cierre en el día anterior a "t".

D = Número de días de negociación en el año.

N = Número de días de observación.

$\sqrt{\quad}$ = Raíz cuadrada.

1.2 Incertidumbre.

Al igual que el riesgo, la incertidumbre denota aquellas situaciones cuyo desenlace no es conocido o se conoce de forma imperfecta. A diferencia del riesgo donde se conoce

la probabilidad de que suceda cada posible resultado, en la incertidumbre se ignora la probabilidad de ese resultado futuro.

1.3 Apalancamiento.

El apalancamiento se presenta cuando la proporción entre inversión y riesgo en que se incurre es elevada. Por ejemplo, la proporción entre la inversión de compra/venta de futuros y opciones (depósito de garantía o la prima) y el riesgo en las variaciones del nominal de estas operaciones. Este efecto proviene del análisis de la proporción entre recursos propios y recursos ajenos de una empresa.

El apalancamiento de una posición especulativa es el cociente entre el valor monetario de la posición especulativa y la inversión requerida para tomar dicha posición. Formalmente:

$$L = M / I$$

donde:

L= Apalancamiento.

M= Valor monetario de la posición de riesgo.

I= Inversión requerida para tomar la posición de riesgo.

El valor del apalancamiento actúa como multiplicador de los beneficios/pérdidas obtenidos en la especulación y también nos indica el nivel de riesgo asumido por el agente que especula (mayor apalancamiento = mayor riesgo). Cuando se especula en los mercados al contado (spot), el apalancamiento es 1 ya que el valor monetario de la posición de riesgo (M) y la inversión requerida para tomar la posición de riesgo (I) son iguales.

Por otra parte, el uso de deuda en la estructura de capital de una empresa recibe el nombre de apalancamiento financiero. Entre mayor sea la deuda (como porcentaje de los activos), mayor será su grado de apalancamiento financiero. La deuda actúa como una palanca, pues su uso puede amplificar notablemente tanto ganancias como pérdidas.

1.4 Liberalización de las transacciones internacionales.

Las políticas neoliberales nos mencionan que el libre comercio es la forma más adecuada para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Por ello los gobiernos tienden a liberalizar las transacciones internacionales (bajar aranceles, libre circulación de mercancías, etc.). La liberación es la supresión de las normas restrictivas de cualquier índole sobre la realización de operaciones que afectan a un mercado determinado. Con frecuencia la liberalización ha afectado los mercados financieros ya sea en los tipos de cambio como en la posibilidad de realizar movimientos de capitales al exterior o desde el exterior.

1.5 Desintermediación bancaria.

Para la colocación del ahorro y la toma de dinero a crédito, ya no es necesario pasar por una institución bancaria, se puede acudir directamente al mercado de capitales. Esto ha ido acompañado del proceso de "titularización" que consiste en que los bancos han podido también acudir a captar fondos mediante la movilización de sus carteras de créditos. Por ejemplo, la bursatilización de emisiones hipotecarias, o carteras crediticias, entre otras, que involucran el diseño especializado de operaciones crediticias para cederlas después al mercado.

La consecuencia principal del proceso de desintermediación, desde el punto de vista de la estrategia de los intermediarios financieros, es el cambio del tipo de negocio y la composición por modalidades del nivel de riesgo global que soportan. En la medida en que las instituciones desintermedian, el riesgo crediticio y el riesgo de intereses derivado de la transformación se reducen, pero aumentan los riesgos de precios por las carteras de títulos que poseen.

1.6 Internacionalización de los sistemas financieros.

El proceso de internacionalización de la banca ha estado favorecido por la creciente liberalización de los mercados financieros nacionales y el desarrollo del mercado financiero internacional. Puede diferenciarse según segmentos de negocio de banca practicados: banca al por mayor, servicio extranjero (financiación de importaciones y exportaciones, servicios de cobros y pagos exteriores y otros dirigidos preferentemente a empresas que operan en el exterior). Estos dos segmentos de negocios se han realizado tradicionalmente a través de las corresponsalías extranjeras y convenios con bancos establecidos en los países a los que se dirige la actividad.

Finalmente, otro segmento que se ha desarrollado considerablemente desde las décadas de los 70 y 80's ha sido la extensión de sucursales o filiales en los países en los que se deseaba actuar.

1.7 Desregulación.

La desregulación se trata de procesos de liberalización de la actividad financiera, como son: liberalización de las operaciones financieras, reducción y anulación de coeficientes bancarios, etc. Este movimiento ha ido acompañado de un mayor control y transparencia de la actividad bancaria por parte de los bancos centrales, reforzando la actividad de inspección y estableciendo coeficientes de garantía y solvencia que regulan básicamente el crecimiento del banco a través de un porcentaje de sus recursos propios (capital más reservas).

La desregulación es la tendencia a disminuir las restricciones y trabas legales a la actividad de los intermediarios financieros. Este proceso presenta una serie de ventajas e inconvenientes. Entre las ventajas se encuentran las nuevas oportunidades de negocio creadas y la mayor discrecionalidad en la toma de decisiones. Entre los inconvenientes se encuentra la amenaza de los nuevos competidores surgidos por la desregulación y los riesgos específicos que la misma conlleva.

1.8 Riesgo cambiario.

La gestión del riesgo de cambio comienza por identificar qué partidas y cantidades han sido expuestas al riesgo asociado a las variaciones en los tipos de cambio. Se dice que un activo, deuda, beneficio o una corriente de flujos de caja esperados han sido expuestos al riesgo de cambio cuando la variación de una divisa determinada produce una alteración de su valoración en términos de la moneda nacional. Es esta alteración en el valor de la moneda nacional que ha sido inducida por una variación de una divisa determinada, lo que se denomina riesgo de cambio.

La exposición al riesgo de cambio aparece ligada a un gran número de operaciones como por ejemplo exportaciones, importaciones, préstamos y empréstitos en divisas, inversiones directas en el extranjero, empréstitos en el mercado internacional de capitales, inversiones en divisas, etc.

1.8.1 Factores que determinan la movilidad del tipo de cambio.

Tal como sucede en otros mercados, los tipos de cambio están influidos por los efectos de la oferta y la demanda. Los factores que influyen sobre en la oferta y demanda de una divisa pueden ser considerados por sus influencias a largo y corto plazo.

Las influencias a corto plazo dan lugar a continuos movimientos de precios, si bien en el tiempo los tipos de cambio responden a influencias económicas a largo plazo. Si los denominados "fundamentos económicos" (contención de la inflación, reducción del déficit, flexibilización a todos los niveles y lucha por la competitividad) tienen la adecuada solidez, las referidas oscilaciones no suelen prolongarse en el tiempo.

Los factores a largo plazo son condiciones específicas de carácter económico y normativo que crea la demanda, ya sea para compra o venta de una divisa, con intenciones especulativas o de inversión.

Indudablemente, el promedio reflejado en el tipo de cambio que relaciona a dos divisas en el tiempo y sus modificaciones, reflejarán ciertas condiciones diferenciales para cada uno de los países implicados.

Los factores a corto plazo responden a influencias en la oferta y en la demanda, nacidas como reflejo de las condiciones actuales de los mercados Forexⁱⁱⁱ, condiciones que no se mantienen para un largo periodo de tiempo.

Una escasez de vendedores de una divisa moverá el precio de la misma hacia una mayor cotización para atraer vendedores al mercado. Una especial sensibilidad del mercado puede crear expectativas de caída o descenso de la cotización de una divisa. Si ello es resultado de la compra y la venta especulativa o precautoria de una divisa, su tipo de cambio puede variar sustancialmente a corto plazo y tal vez por algunos días, algunas semanas o algunos meses.

1.8.1.1 Factores a largo plazo.

- a) Tasas de interés. Un crecimiento en los tipos de interés atraerá más inversión desde el exterior. Los inversores venderán otras divisas para realizar inversiones en la divisa que ofrece mayor rendimiento.
- b) Balanza por cuenta corriente. La negociación internacional de mercancías y servicios genera demanda de divisas para efectuar los correspondientes pagos.
- c) Tasa de inflación. Una tasa de inflación elevada repercute negativamente sobre la divisa del país. Le resta atractivo debido a la pérdida de valor real producida por la inflación.
- d) Condiciones económicas. Están a su vez relacionadas con las condiciones políticas. Así, una economía fuerte atrae mayor número de inversores dado que la demanda de su divisa es elevada. Una situación política estable es una de las condiciones previas de cualquier inversión.
- e) Medidas gubernamentales. Los gobiernos y los bancos centrales pueden intervenir en los mercados Forex para influir en el tipo de cambio de sus divisas. En determinadas circunstancias, los gobiernos pueden cooperar para actuar sobre una divisa en particular. Esta cooperación se instrumenta mediante la compra o la venta de dicha divisa, contra sus reservas oficiales de divisa extranjera.
- f) La inversión. Las personas pueden desear variar la cantidad de recursos financieros que colocan en el exterior, tanto en inversiones productivas como en inversiones financieras.

1.8.1.2 Factores a corto plazo.

Los factores a corto plazo responden al juego de la oferta y la demanda nacidas de influencias recientes de los mercados Forex, sin efectos permanentes. Así, una escasa afluencia de vendedores conllevará una subida en el precio de la divisa con la finalidad de atraer vendedores al mercado. El clima del mercado puede favorecer una caída o ascenso del valor de una divisa determinada.

Podemos clasificar las condiciones a corto plazo en:

- a) Condiciones de oferta y demanda a corto plazo.
- b) Ambiente o clima de mercado.

- c) Especulación. Basada en la adquisición de divisas o venta de las mismas con la esperanza de obtener una ganancia en el cambio de una moneda por otra.
- d) El arbitraje. Que consiste en adquirir la moneda en un mercado por un precio inferior e, instantáneamente, venderla en otro distinto por un precio superior.

En el siguiente capítulo se estudia la operatividad y las estrategias a desarrollar a través del uso de las Opciones Financieras.

CAPÍTULO 2.

2. OPERACIÓN Y APLICACIÓN DE LAS OPCIONES FINANCIERAS.

Una opción otorga el derecho más no la obligación, de comprar o vender una cantidad determinada de un activo subyacente (una acción, una mercancía básica, divisa, instrumento financiero, etc.) a un precio preestablecido (el precio de ejercicio) dentro de un periodo determinado. Existen dos tipos de opciones: opciones de compra (opciones *call*) y opciones de venta (opciones *put*).

Las opciones son los instrumentos más sencillos, aunque también los más flexibles y sofisticados para administrar riesgos.

Muchas empresas mexicanas son deudoras netas de dólares estadounidenses, y en la medida que avance la apertura económica, estarán más expuestas a movimientos de tipo de cambio, no sólo del peso frente al dólar, sino también del peso/yen, peso/dólar canadiense, etc. Todos estos riesgos pueden cubrirse con opciones.

La clave del desarrollo del mercado de opciones fue la estandarización de los contratos y la existencia de una cámara de compensación, la cual actúa como comprador de cada vendedor y como vendedor de cada comprador, eliminando así el riesgo crediticio entre las partes.

Las opciones comerciadas en bolsa están completamente estandarizadas, por lo cual la única variable sujeta a negociación es la prima. De la misma manera, una casa de compensación rompe el vínculo entre comprador y el vendedor, y por lo tanto, aumenta la bursatilidad.

Las opciones de divisas bursátiles más importantes son las comerciadas en el Philadelphia Stock Exchange (PHLX) [Opciones, Mercado de Philadelphia]^{iv}, donde se negocian opciones de compra y de venta, americanas y europeas, sobre el tipo de cambio del dólar estadounidense frente al dólar australiano, libra esterlina, dólar canadiense, yen japonés, franco suizo y euro. En caso de ejercerse, estas opciones involucran la entrega de la divisa por dólares estadounidenses.

Todos los contratos de opciones, ya sean para comprar (*call*) o vender (*put*) deben especificar lo siguiente:

- El activo subyacente.
- El monto del activo subyacente (tamaño del contrato).
- El precio de ejercicio, al cual se puede ejercer la opción.
- El vencimiento (plazos y fechas de vencimiento).

2.1 La opción de compra (*Call Option*).

La opción de compra u opción *call* otorga el derecho, más no la obligación, de comprar cierta cantidad de un bien a un determinado precio, para ejercerse durante cierto periodo. Este derecho se adquiere a cambio del pago de una prima o precio.

La figura (2.1 a) indica el perfil de riesgo, también conocido como perfil de ganancias para el comprador de una opción *call*. El eje "y" muestra las utilidades o pérdidas netas, medidas en dólares estadounidenses, derivadas de un cierto movimiento en el precio del activo subyacente, una vez que se ha comprado la opción; el eje "x" indica el precio del activo subyacente y P.E, es el precio de ejercicio.

- El comprador de la opción paga una prima, la cual representa una pérdida neta en dólares, indicada como P^* en la figura.
- Si el precio del activo subyacente permanece por debajo del precio de ejercicio, la opción expira sin tener valor. Por lo tanto, bajo dicho escenario, el comprador únicamente pierde la prima.
- Por otra parte, si el precio del activo subyacente llega o supera el P.E, el tenedor de la opción *call* tiene derecho de ejercerla y comprar el activo subyacente al precio de ejercicio.
- Mientras más alto sea el precio del mercado con relación al precio de ejercicio, mayor será la utilidad neta en dólares estadounidenses. Así lo muestra la línea con pendiente positiva. Dicha función no corta el eje de las "x" en P.E, aunque el tenedor de la opción de compra puede ejercerla en este punto, sus utilidades netas no son positivas hasta que recupere la prima P^* .

Por consiguiente, el comprador de una opción *call* tiene un riesgo conocido y limitado de pérdida y una posibilidad desconocida e ilimitada de ganancia.

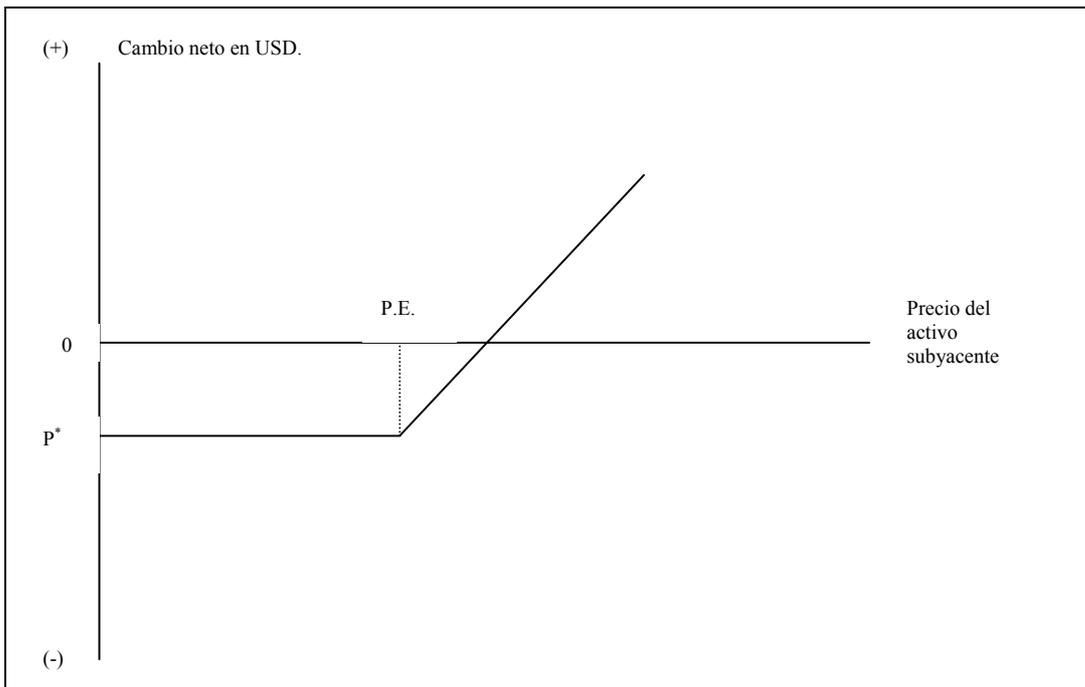


Figura (2.1 a) Perfil de ganancias para el comprador de la opción *call*.

La figura (2.1 b) muestra el perfil de riesgo (o perfil de ganancias) del vendedor de la opción *call*. Se trata de la imagen inversa del perfil del comprador de la opción *call*:

- El vendedor de ésta recibe una prima P^* .
- En la medida en que el precio del activo subyacente permanezca por debajo del precio de ejercicio P.E, la opción no se ejerce y obtiene como utilidad la prima.
- Pero si se ejerce, el vendedor está obligado a ofrecer una cierta cantidad del activo subyacente al precio de ejercicio que, por definición, será menor al del mercado.
- Mientras mayor sea el precio en el mercado con respecto al precio de ejercicio, mayores serán las pérdidas netas del vendedor de la opción. Esto se representa por medio de la función con pendiente negativa. Dicha línea no corta el eje de las "x" en P.E, ya que aún cuando la opción se ejerza, el vendedor no registrará una pérdida neta hasta que el precio del mercado sea tan alto en relación con el precio de ejercicio que ésta sobrepase a la prima.

Por consiguiente, el vendedor de la opción *call* tiene un potencial de ganancia conocido por anticipado y limitado, y un potencial de pérdida desconocido e ilimitado.

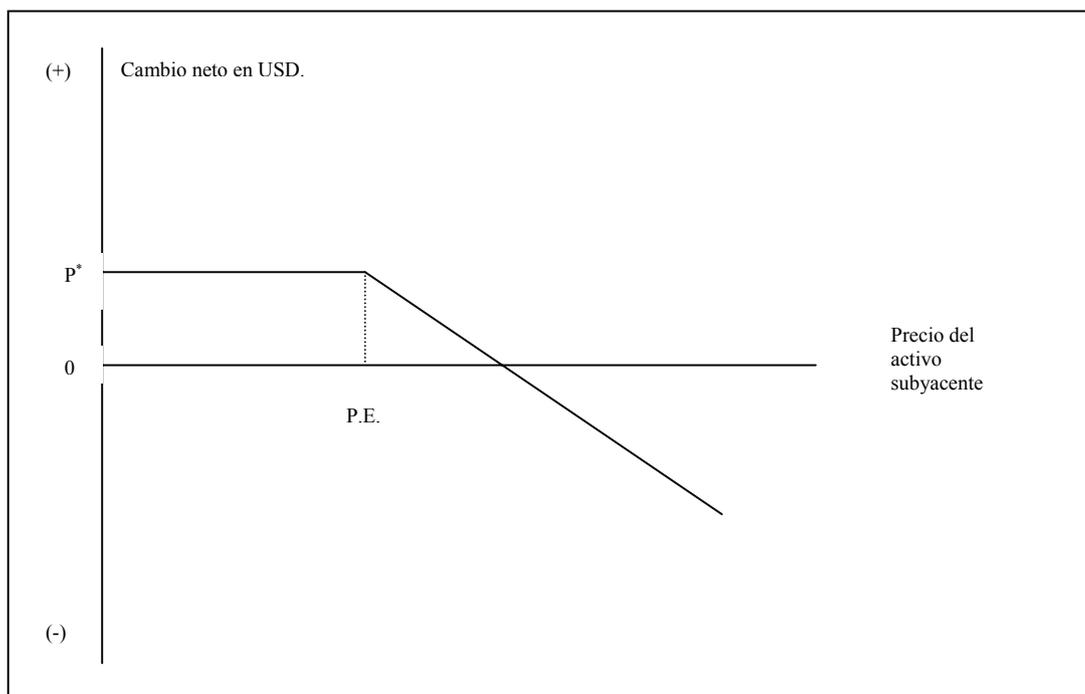


Figura (2.1 b) Perfil de ganancias para el vendedor de la opción *call*.

2.2 La opción de venta (*Put Option*).

La opción de venta u opción *put* otorga el derecho, más no la obligación, de vender una cantidad de un bien, a un precio determinado, el cual se ejerce durante un lapso previsto. Para adquirir este derecho se debe pagar una prima.

La figura (2.2 a) muestra el perfil de ganancias del comprador de una opción *put*. El eje de las "y" indica las ganancias y pérdidas netas, medidas en dólares estadounidenses, que corresponden a movimientos determinados en el precio del activo subyacente durante el plazo de vigencia de la opción; el eje de las "x" mide el precio del activo subyacente. P.E., es el precio de ejercicio.

- El comprador de la opción paga una prima que resulta en un egreso neto en dólares igual a P^* .
- Si el precio del activo subyacente se mantiene por encima del precio de ejercicio, la opción expira sin ningún valor. Por lo tanto el comprador de la opción *put* podría perder la prima, pero nada más.
- En cambio, si el precio del activo subyacente cae hasta o por debajo de P.E., el tenedor de la opción *put* tiene el derecho de ejercerla y vender el activo subyacente al precio de ejercicio.
- Mientras más bajo sea el precio del mercado con relación al precio de ejercicio, mayores serán las ganancias en dólares estadounidenses. Esto se muestra con la línea con pendiente negativa. Dicha función no corta el eje de las "x" en P.E., puesto que aún si el tenedor ejerce su opción de venta, sus utilidades netas no serán positivas en tanto no recupere la prima P^* .

Por consiguiente, el comprador de la opción *put* tiene un riesgo conocido y limitado de pérdida, y una posibilidad desconocida e ilimitada de ganancias.

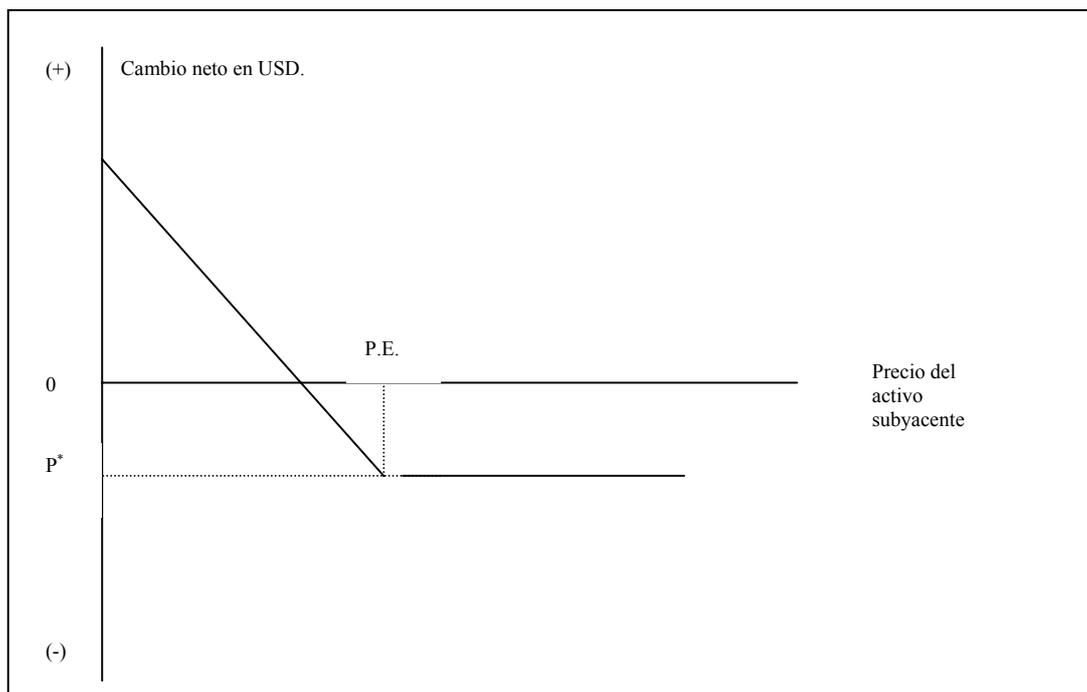


Figura (2.2 a) Perfil de ganancias para el comprador de la opción *put*.

La figura (2.2 b) muestra el perfil de riesgo, o perfil de ganancias del vendedor de la opción *put*. Se trata de la imagen inversa a la del perfil de ganancias del comprador de la opción *put*:

- El vendedor de la opción *put* recibe la prima P^* .
- En la medida que el precio del activo subyacente permanezca más alto que el precio de ejercicio P.E, éste se queda con la prima.
- Pero una vez que se ejerce la opción, el vendedor de la misma está obligado a comprar una cantidad del activo subyacente de acuerdo con el contrato de opción al precio de ejercicio, el cual, por definición, será superior al precio prevaleciente en el mercado.
- Mientras menor sea el precio de mercado respecto al precio de ejercicio, mayores serán las pérdidas netas del vendedor de la opción *put*. Esto se representa por medio de la línea con pendiente positiva, la cual no corta el eje de "x" en P.E, ya que incluso cuando se ejerce la opción, el vendedor no registrará una pérdida neta sino hasta que el precio del mercado sea algo más bajo que el precio de ejercicio, generando una pérdida que supere la ganancia neta obtenida por la prima.

De esta manera, el vendedor de la opción *put* tiene una ganancia conocida y limitada, y una pérdida potencial desconocida e ilimitada.

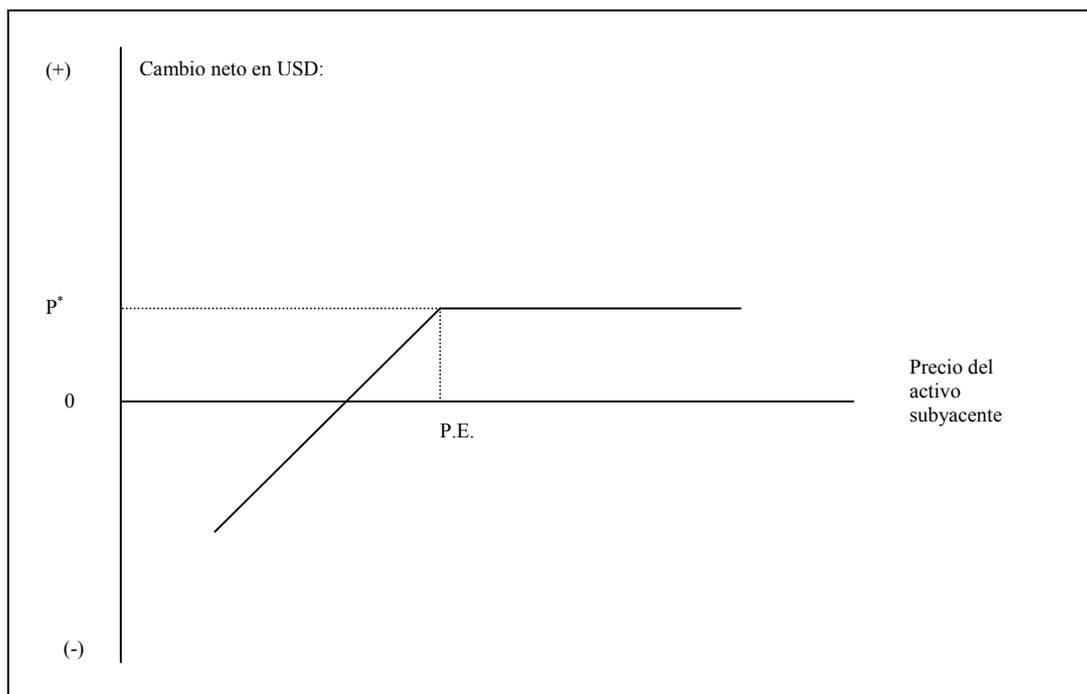


Figura (2.2 b) Perfil de ganancias para el vendedor de la opción *put*.

2.3 Opciones europeas y opciones americanas.

Existen dos estilos de opciones, las opciones americanas y las opciones europeas. Esta terminología no se refiere al mercado de comercialización, ya que ambos estilos se comercian tanto en Estados Unidos como en Europa. La única diferencia es que la

opción americana puede ejercerse en cualquier momento durante la vida del contrato, mientras que la opción europea sólo puede ejercerse al vencimiento.

2.4 Los participantes de los mercados de opciones.

Los participantes de los mercados de opciones pueden dividirse en 3 categorías:

- a) Administradores de riesgos.
- b) Especuladores.
- c) Intermediarios.

Los Administradores de riesgos en los mercados de opciones de divisas y de instrumentos de deuda suelen ser bancos comerciales, bancos de inversión, corredores de valores, bancos centrales, organismos gubernamentales, compañías de seguros, empresas, y en menor escala, personas físicas. Además, los corredores de operaciones extrabursátiles a menudo cubren sus posiciones con opciones en bolsa. Los administradores de riesgos en general compran y venden opciones, dependiendo del perfil de riesgo que quieren compensar.

Por ejemplo, una empresa con cuentas por pagar en francos suizos a tres meses se expone al riesgo de un alza en el tipo de cambio USD/SF. La empresa puede cubrir este riesgo comprando una opción *call* a tres meses sobre la cantidad correspondiente en francos suizos. De igual manera, si una empresa tiene cuentas por cobrar netas en francos suizos, está expuesta al riesgo de una caída en el tipo de cambio USD/SF, por lo que podría comprar una opción *put* sobre el franco suizo. Estas compras directas de opciones *call* y *put* trabajan de manera análoga a un seguro.

Los especuladores son los participantes en el mercado que compran y venden opciones precisamente para asumir riesgos, a cambio de una ganancia potencial. Dichos participantes pueden comprar opciones *put* o *call* (dependiendo de si especulan que el precio subyacente caiga o se eleve, respectivamente), o pueden también vender opciones, si su expectativa es que el precio del bien subyacente no varíe en su contra, de manera que puedan quedarse con la prima. Los especuladores con opciones frecuentemente llevan a cabo complicadas estrategias tales como *strangles*, *straddles*, estrategias tipo pesimista (*bull spreads*) y estrategias tipo optimista (*bear spreads*), entre otras[Díez de Castro y Mascareñas, 1994]^v.

Los intermediarios de los mercados de opciones corresponden a dos categorías principales: corredores de opciones comerciadas en bolsa y operadores de opciones del mercado extrabursátil^{vi}. Algunos intermediarios operan en ambas categorías, en tanto que otros se especializan en una de ellas. Los corredores de opciones comerciadas en bolsa, reciben órdenes de los clientes para comprar y vender opciones en bolsa, recibiendo una comisión (pueden o no efectuar transacciones por cuenta propia). Las opciones que se comercian en las bolsas de acciones, que incluyen algunas opciones de divisas, son comerciadas por corredores de acciones.

2.5 Elementos que determinan el precio de las opciones.

Como cualquier otro bien (póliza de seguros, terrenos o costal de manzanas), las opciones se compran y venden por un precio, esto es, por una prima^{vii}. Las primas de las opciones se determinan dependiendo de cuatro variables básicas:

- a) Plazo al vencimiento. Las opciones son activos que se deprecian con el tiempo. De la misma manera como una póliza de seguro por un año cuesta más que otra por una semana, una opción a más largo plazo cuesta más que una a plazo menor. La sencilla razón es que mientras más largo sea el plazo de vencimiento, mayores serán las probabilidades de que la opción se ejerza.
- b) El precio del activo subyacente frente al precio de ejercicio de la opción.
 - Si el precio de mercado es menor que el de ejercicio, la opción no puede ser ejercida y queda fuera de dinero (*out of the money*).
 - Si el precio del mercado es igual al de ejercicio, la opción puede ejercerse, y se dice que está en dinero (*at the money*).
 - Cuando el precio de mercado es mayor que el de ejercicio, la opción puede ejercerse con una utilidad, en la medida que el precio de mercado sea más alto en relación con el precio de ejercicio. En este caso, se dice que la opción está dentro del dinero (*in the money*).
 - En el caso de la opción *put* la relación es inversa: si el precio de mercado es menor que el de ejercicio, la opción puede ejercerse con utilidades y se dice que está dentro del dinero; cuando el precio de mercado es igual al precio de ejercicio, la opción está en el dinero y finalmente, cuando el precio del mercado es superior al de ejercicio, la opción no puede ejercerse, y por tanto está fuera del dinero.
- c) La volatilidad del precio del activo subyacente. La volatilidad es una medida de dispersión de precios. Normalmente, los participantes en el mercado de opciones utilizan la desviación estándar histórica del precio del activo subyacente para medir la volatilidad. Mientras más volátil sea el precio de un bien, mayor será su desviación estándar, también las probabilidades de que se ejerza la opción, y por lo tanto, la prima. Por esto, los operadores de opciones hablan de comprar y vender volatilidad. Si esperan que la volatilidad aumente, es el momento de comprar opciones *put* y *call*. Cabe mencionar, sin embargo, que como la volatilidad reflejada en el precio de una opción es la volatilidad esperada, los participantes en el mercado de opciones y los teóricos no siempre logran llegar a un acuerdo sobre la forma de medirla.
- d) Los tipos de interés a corto plazo sobre las monedas nacional y extranjera juegan un importante papel en la valoración de los contratos de opción. En las opciones en divisas la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio a pagar en el futuro para adquirir la divisa se conoce de antemano, cuando dicha diferencia se calcula sobre el precio de la divisa a plazo. Como este último está a su vez condicionado por lo tipos de interés de las dos monedas que se intercambian, su evolución condiciona la ganancia en términos de certeza que proporcionaría el ejercicio de la opción, y por tanto su precio. Si la tasa de interés libre de riesgo de la moneda local aumenta el precio de la opción *call* aumenta y el de la opción *put* disminuye, por el contrario, si la tasa de interés disminuye el precio de la opción *call* disminuye y el de la opción *put* aumenta.

2.6 Estrategias de cobertura con opciones sobre divisas.

El riesgo cambiario al que se enfrentan la mayoría de los mexicanos es la posibilidad de una devaluación del peso frente al dólar estadounidense. Sin embargo, aún no existen las opciones que tengan como referencia el tipo de cambio del peso frente a otras divisas. Pero al igual que los contratos adelantados y los futuros de divisas, las opciones sobre los tipos de cambio del dólar frente a divisas diferentes al Peso son muy importantes para México, pues el Peso cae en el área del dólar estadounidense, y por lo tanto está atado a la flotación de esta moneda frente a otras divisas importantes. En la medida que continúe la apertura comercial y se mantenga la volatilidad de los mercados cambiarios, las entidades mexicanas estarán cada vez más expuestas al riesgo del tipo de cambio en monedas ajenas al dólar estadounidense. A continuación se presentan las estrategias básicas de cobertura, entre las múltiples existentes que pueden construirse con el uso de opciones [Mansell Carstens, 1996]^{viii}.

2.6.1 Estrategia de cobertura contra el riesgo de una caída en el tipo de cambio.

Si consideramos el caso de una compañía mexicana con 100,000 dólares canadienses (CD) en cuentas por cobrar a 3 meses, y con un contrato inicial en diciembre del 2000, el riesgo para la compañía mexicana es que, para marzo del 2001, el tipo de cambio del peso/CD haya caído, ocasionando que los 100,000 CD valgan menos pesos. Este riesgo cambiario puede dividirse en 1) Riesgo de tipo de cambio USD/CD, y 2) Riesgo de variación en el tipo de cambio peso/USD.

El primer riesgo consiste en que el tipo de cambio USD/CD caiga, lo que ocasionaría que los dólares canadienses valieran menos dólares estadounidenses; el segundo resulta de la posibilidad de que el tipo de cambio peso/USD caiga, es decir, que el precio se apreciara frente al dólar estadounidense (USD). Pocos mexicanos temerían asumir este riesgo, por lo que sólo nos concentraremos en el riesgo cambiario USD/CD, utilizando las opciones disponibles en los mercados internacionales para cubrirlo.

De las múltiples estrategias de cobertura posibles con opciones, una de las más sencillas sería comprar 2 opciones *put* tipo americano sobre dólares canadienses en el PHLX (Philadelphia Stock Exchange) con vencimiento en marzo 2001. Cada opción sobre el CD en el PHLX tiene un valor de 50,000 CD^{ix}.

Suponiendo que el tipo de cambio al contado USD/CD es igual al tipo de cambio adelantado a 3 meses USD/CD, a 0.65 USD/CD, y que la empresa mexicana compra opciones *put* en el dinero (su precio de ejercicio es de 0.65 USD/CD), el perfil de riesgo de la posición original sin cobertura: si para marzo del 2001 el tipo de cambio USD/CD ha caído por debajo de 0.65 USD/CD, los 100,000 CD valen menos USD, y por lo tanto la compañía registra una pérdida neta en dólares estadounidenses. Por otro lado, si el tipo de cambio se ha incrementado por encima de los 0.65 USD/CD, los 100,000 CD valen más USD y la compañía registra una ganancia neta en dólares estadounidenses.

Cuando la compañía compra las opciones *put* americanas, paga primas por un total de 500 USD, lo cual representa una variación negativa en su ingreso medido en USD,

aunque si después cayera el tipo de cambio USD/CD por debajo de 0.65, la compañía podría ejercer sus *puts* y vender los 100,000 CD en 0.65 USD/CD, obteniendo un beneficio.

La compañía tiene un riesgo conocido y limitado de pérdidas igual a 500 USD, aunque si el tipo de cambio se moviera a su favor, no está atado a un tipo de cambio dado, como sucede con los contratos adelantados o los futuros, y por lo tanto, tiene potencial de ganancia.

Por ejemplo, suponiendo que la compañía mexicana hubiera pagado primas por un total de 500 USD por las opciones *put*, y que para marzo del 2001 el tipo de cambio USD/CD hubiera caído a 0.60 USD/CD, la compañía registraría una pérdida de 5,000 USD en su posición al contado, ya que los 100,000 CD sólo valen 60,000 USD, en vez de los 65,000 USD previstos. Por otra parte, la compañía puede ejercer sus opciones *put* (o podría venderlas en el PHLX antes de su vencimiento, obteniendo así, un resultado financiero equivalente), al vender los 100,000 CD al precio de ejercicio de 0.65 USD/CD, con un ingreso total de 65,000 USD. Como el tipo de cambio al contado sólo es de 0.60 USD/CD, esto representa una ganancia de 5,000 USD; no obstante, la ganancia neta de la posición en opciones es de sólo 4,500 USD, pues deben descontarse las primas de 500 USD que ya pagó.

Al combinar la posición al contado de la compañía (una pérdida de 5,000 USD) con su posición de opciones (una ganancia de 4,500 USD), se observa que ésta ha registrado una pérdida neta de únicamente 500 USD.

Sin importar cuanto caiga el tipo de cambio al contado de USD/CD, la compañía está protegida, no podrá sufrir una pérdida mayor de 500 USD. Por otra parte, si el tipo de cambio USD/CD varía a su favor y supera los 0.65 USD/CD, puede obtener ganancias potenciales ilimitadas, netas de la prima de 500 USD que en todo caso ya está pagado.

La dificultad de esta estrategia radica en que el administrador de riesgos puede considerar prohibitivo el costo de la prima. Existen otras estrategias de cobertura con opciones que son menos conservadoras (protegen menos), aunque también son más baratas.

En primer lugar, la compañía pudo haber comprado opciones *put* fuera del dinero, en vez de opciones en el dinero. Por ejemplo, pudo haber comprado opciones *put* fuera del dinero con un precio de ejercicio de tan sólo 0.55 USD/CD.

La compañía también pudo haber reducido el costo de su cobertura comprando opciones *put* europeas, en vez de americanas. Recuérdese que las opciones europeas sólo pueden ejercerse al vencimiento, en tanto que las opciones americanas pueden serlo en cualquier momento de su vida. Como las opciones europeas ofrecen un menor grado de flexibilidad, son más baratas.

Otra estrategia de cobertura pudo haber sido comprar las opciones *put* del PHLX y vender simultáneamente opciones *call* del PHLX con un precio de ejercicio mayor. Esta estrategia, conocida como "*collar*", establece un tope mínimo y máximo para el tipo de cambio, de manera similar a lo que sucede con un seguro con deducible: es más barato. Las opciones *put* protegen de un tipo de cambio USD/CD menor, aunque el costo total del contrato de la cobertura sea reducida, ya que la compensación es que sacrifica una parte de su potencial de ganancia: si el tipo de cambio USD/CD aumentara a o por encima del precio de ejercicio de las opciones *call*, y el comprador

ejerciera su derecho de compra, la empresa mexicana estaría obligada a vender 100,000 CD al tipo de cambio de ejercicio.

Es importante que las opciones *call* sean de tipo europeo, pues de otra manera podrían ser ejercidas en cualquier momento previo al vencimiento.

2.6.2 Estrategia de cobertura contra el riesgo de un alza en el tipo de cambio.

Si la naturaleza del riesgo cambiario enfrentado por la empresa mexicana se hubiera revertido, por ejemplo, si tuviera 100,000 CD en cuentas por pagar a 3 meses, podría haber comprado opciones *call* americanas en el PHLX con fecha de marzo del 2001. De manera similar, la empresa mexicana podría haber reducido su costo de cobertura comprando opciones *call* fuera del dinero, opciones *call* europeas o construyendo un "collar" por medio de la compra de opciones *call* y la venta de opciones *put* con un precio de ejercicio menor.

Cabe resaltar que las opciones permiten una notable flexibilidad para diseñar estrategias de cobertura, al tener tantas alternativas de elección (fechas de vencimiento, tipo y estilo de la opción, precios de ejercicio). Un instrumento con estas características resulta muy interesante para empresas internacionales de mayor dinamismo y para los bancos, quienes por lo general combinan o alternan las opciones con otros instrumentos de cobertura.

2.7 Venta cubierta de opciones.

2.7.1 Venta cubierta de opciones *call*.

La diferencia entre vender opciones *call* cubiertas y opciones *call* sin cobertura estriba en que para el primer caso, el vendedor de la opción *call* es dueño del activo subyacente. Si la opción *call* se ejerce, el vendedor de la opción *call* está obligado a vender el activo subyacente. Como el vendedor está cubierto, esto es, ya posee el activo subyacente, se expone a menor riesgo que el vendedor de una opción *call* sin cobertura, cuando no es dueño del activo subyacente. Por lo tanto, la venta cubierta de opciones en ocasiones se considera una estrategia de cobertura, aunque con más precisión podría considerarse una estrategia de especulación con un riesgo relativamente bajo.

La venta cubierta de opciones es una forma popular de incrementar el rendimiento de los portafolios de acciones, de renta fija, y aunque es menos utilizada su resultado puede ser igual de exitoso en la generación de mayores utilidades en términos de la divisa extranjera.

Por ejemplo, volviendo al caso de la compañía mexicana con cuentas por cobrar a 3 meses por 100,000 CD (esperando tener posesión y vender estos 100,000 CD), ésta podría incrementar sus ganancias potenciales en dólares estadounidenses vendiendo 2 opciones europeas *call* del PHLX sobre el dólar canadiense con fecha de vencimiento a 90 días, tomando el ingreso por la prima

al contado. La empresa vende las opciones a un precio de ejercicio dado (tipo de cambio USD/CD), convirtiéndose en el tipo de cambio mínimo al cual estaría dispuesta a vender los dólares canadienses. El riesgo es que el comprador de la opción la ejerza, pero de cualquier forma tendrá posesión del activo subyacente (los 100,000 CD), está cubierta. Sin embargo, es importante que las opciones *call* en este caso sean europeas, pues de ser opciones americanas, el comprador de la opción podría ejercerla antes del vencimiento, antes de que la empresa reciba realmente los 100,000 CD.

2.7.2 Venta cubierta de opciones put.

Al igual que el participante del mercado que planea vender el activo subyacente mediante la venta de una opción *call* cubierta, también es posible que un participante en el mercado que planea comprar un activo subyacente venda una opción *put* cubierta. Si la opción *put* se ejerce, el vendedor está obligado a comprar el activo subyacente al precio de ejercicio, y como dicho vendedor de la opción de cualquier manera planeaba comprar el activo subyacente, podría decirse que está, en cierto sentido, cubierto.

Por ejemplo, si la empresa mexicana tiene cuentas por pagar netas a 30 días por 100,000 CD (planea comprar 100,000 CD en un mes), posiblemente podría reducir el costo de tal compra vendiendo 2 opciones *put* europeas del PHLX sobre dólares canadienses, con fecha de vencimiento a 30 días. Vende la opción *put*, con un precio de ejercicio dado (tipo de cambio USD/CD), que será el tipo de cambio máximo al que está dispuesta a comprar los 100,000 CD. (En el ejemplo supondremos que será una opción en el dinero a 0.65 USD/CD). La empresa corre el riesgo de que el comprador de la opción la ejerza, pero como de cualquier manera planeaba comprar los CD, estaría en cierto sentido, cubierta. Es importante que las opciones *put* sean europeas, pues en caso de ser americanas, el comprador podría ejercer su opción sin que el instrumento llegara a su vencimiento; es decir, antes de que la compañía mexicana pensara comprar los 100,000 CD para cubrir sus cuentas por pagar.

2.8 Modelos de valoración de opciones.

Los modelos de valoración de opciones pretende, mediante estructuras analíticas, dar a conocer el valor teórico de una opción en función de una serie de variables. Dado que la reproducción de la realidad es imposible, los modelos teóricos parten de supuestos simplificadores.

Los modelos de valoración de opciones se basan en la consideración de las siguientes variables: precio del activo subyacente, precio de ejercicio, tiempo hasta la expiración, tipo de interés y volatilidad del mercado. Con estas variables y determinados supuestos se construyen los modelos, cuyo resultado es la determinación del valor teórico de la opción que los operadores tendrán en consideración en la negociación, pero que será diferente del precio de mercado de la misma.

Los modelos de valoración de opciones suelen clasificarse en dos grandes grupos atendiendo a la consideración de la variable tiempo como discreta o continua.

- En los primeros, supone que el período durante el cual se va a realizar la planificación o modelización queda dividido en intervalos de tiempo de igual duración, y cualquier cobro o pago se sitúa al principio o al final de cada uno de dichos períodos.
- Por el contrario, en los segundos, se supone que cualquier cobro o pago se puede realizar en cualquier momento, de manera instantánea, sin consumir tiempo.

La valoración de opciones, es decir, el cálculo del precio, prima o premio que hay que pagar para adquirir, o recibir por emitir una opción, se ha convertido en una cuestión muy importante. En la actualidad, existen varios modelos para la determinación del valor teórico de una opción:

- El más antiguo, pero a la vez el más utilizado, es el de Black - Scholes, publicado en 1973, que es un modelo continuo, concebido inicialmente para opciones europeas sobre acciones.
- En 1983 fue adaptado a las opciones europeas sobre divisas por [Garman y Kohlagen, 1983]^x. No obstante, este modelo es tan universal que suele ser usado para valorar cualquier tipo de contrato de opción independientemente del activo subyacente.
- Otro modelo muy utilizado es el modelo binomial de [Cox, Ross y Rubinstein, 1974]^{xi}, que es un modelo discreto, basado en un proceso binomial multiplicativo.

Pasemos a analizar cada uno de ellos [Díez de Castro y Mascareñas, 1994]^{xii}.

2.8.1 Modelo binomial.

El modelo binomial es un modelo discreto que considera que la evolución del precio del activo subyacente varía según el proceso binomial multiplicativo. Es decir, sólo puede tomar dos valores posibles, uno al alza y otro a la baja, con probabilidades asociadas "q" y "(1-q)" mostrado en la figura (2.8 a). De esta forma, extendiendo esta distribución de probabilidades a lo largo de un número determinado de períodos se consigue determinar el valor teórico de una opción, que puede ser tanto de tipo europeo como americano.

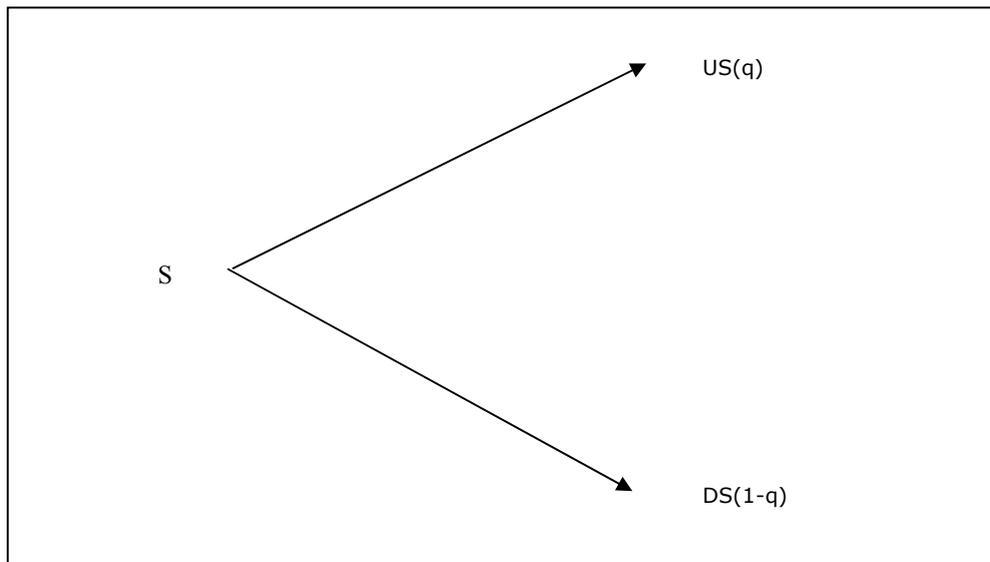


Figura (2.8 a) Evolución del subyacente.

Los supuestos básicos de este modelo son los siguientes:

- Mercado financiero perfecto, esto es, competitivo y eficiente.
- Ausencia de costos de transacción, de información e impuestos.
- Posibilidad de comprar o vender en descubierto sin limitación alguna.
- Existencia de una tasa de interés sin riesgo a corto plazo (r_f) conocida, positiva y constante para el período considerado. Esto implica la posibilidad de prestar o tomar prestado al mismo tipo de interés (r_f).
- Todas las transacciones se pueden realizar de manera simultánea y los activos son perfectamente divisibles.
- La acción o activo subyacente no paga dividendos, ni cualquier otro tipo de reparto de beneficios, durante el período considerado.
- El precio del activo subyacente evoluciona según un proceso binomial multiplicativo a lo largo de períodos discretos de tiempo.

Con estos supuestos y su desarrollo analítico se llega a las fórmulas que nos sirven para determinar el valor teórico de una opción, donde además se contempla la posibilidad de considerar un solo período o varios.

2.8.1.1 Modelo binomial para un solo período.

En este modelo, el valor teórico de una opción call viene dado por:

$$C = 1/r [p*C_u + (1-p)*C_d]$$

donde:

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

y

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

siendo:

- C = Valor teórico de una opción *call*.
- $r = (1+r_f)$.
- u = Representa el movimiento multiplicativo al alza del precio del subyacente en un período, con una probabilidad asociada de "q".
- d = Representa el movimiento multiplicativo a la baja del precio del subyacente en un período, con una probabilidad asociada de "(1-q)".
- 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 del subyacente.
- dS = Evolución a la baja del precio del subyacente.
- S = Precio de mercado del activo subyacente.
- E = Precio de ejercicio de la opción.

El valor teórico de una opción put viene dado por:

$$P = 1/r [p*P_u + (1-p)*P_d]$$

donde ahora:

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

siendo:

- P = Valor teórico de una opción *put*.
- P_u = Valor de la opción *put* al vencimiento con un movimiento multiplicativo al alza.
- P_d = Valor de la opción *put* al vencimiento con un movimiento multiplicativo a la baja.

2.8.1.2 Modelo binomial multiperíodo.

Cuando el horizonte de planificación se generaliza a n períodos, como lo muestra la figura (2.8 b), la valoración de una opción se realiza calculando los valores de la misma al final de los n períodos y por un procedimiento recursivo (retrocediendo en el tiempo) ir calculando, mediante las fórmulas anteriores, su valor en cada nudo del diagrama o "árbol".

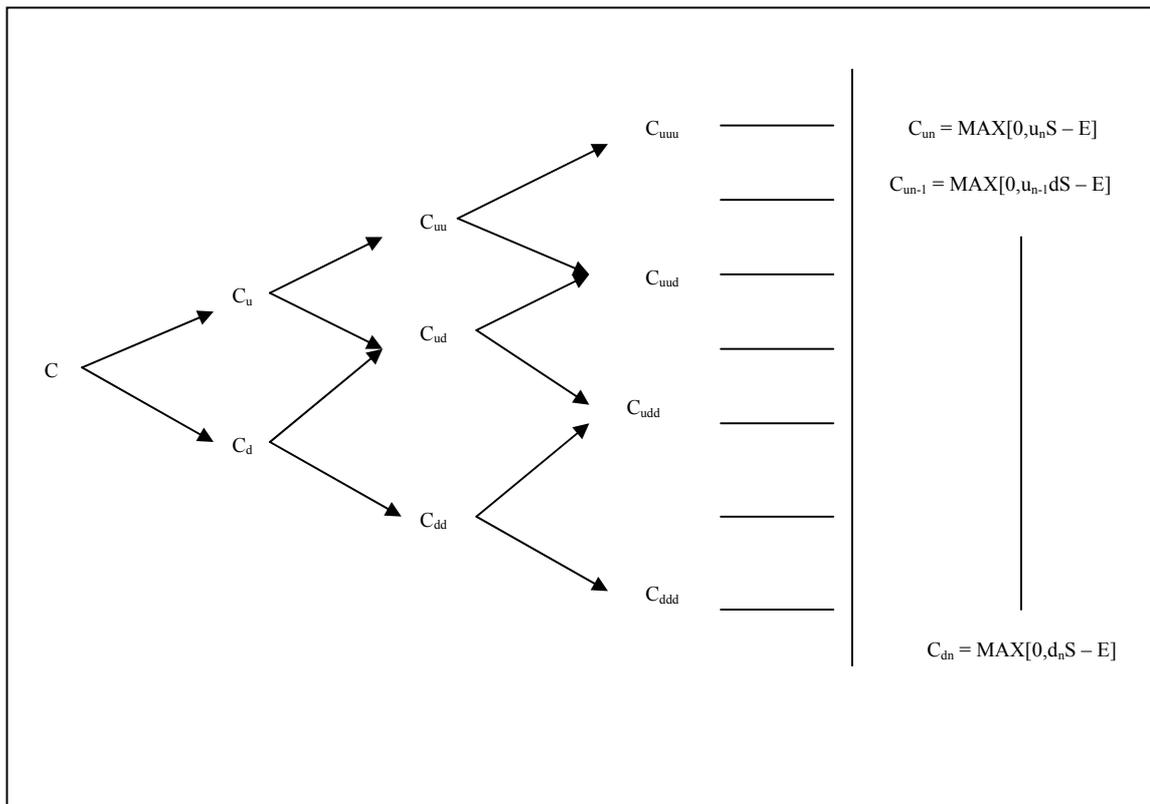


Figura (2.8 b) Evolución de la opción *call* según un proceso binomial multiplicativo.

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

$$P = C - S + E/r^n$$

La extensión de este modelo a un número infinito de períodos da lugar a la formulación que presenta el modelo de *Black - Scholes*. Sin embargo, la aproximación del modelo binomial a uno de tipo continuo, como el de *Black - Scholes*, se considera que es buena cuando el número de períodos es mayor a 50.

2.8.2 El modelo *Black – Scholes*.

Los supuestos básicos del modelo de *Black – Scholes*, que son similares al modelo binomial, son los siguientes:

- Mercado financiero perfecto, en el sentido de que los inversores pueden pedir prestados los recursos monetarios que necesiten, sin limitación alguna, a la vez que prestar sus excedentes de liquidez al mismo tipo de interés sin riesgo (r_f), que es conocido y considerado constante en el período estimado.
- No existen comisiones ni costos de transacción ni de información.
- Ausencia de impuestos, y si existen, gravarían por igual a todos los inversores.
- La acción o activo subyacente no paga dividendos ni cualquier otro tipo de reparto de beneficios durante el período considerado.
- La opción es de tipo europeo, sólo puede ejercerse a su expiración.
- Son posibles las "ventas al descubierto" del activo subyacente, es decir, ventas sin poseer el activo.
- La negociación en los mercados es continua.
- El precio del subyacente (S) realiza un recorrido aleatorio con varianza (σ^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 período.

Según este modelo, el valor teórico de una opción de compra se determina por la siguiente fórmula:

$$C = S \cdot N(d_1) - E \cdot e^{-r \cdot t} \cdot N(d_2)$$

donde:

$$d_1 = \frac{\ln(S/E) + (r + \sigma^2/2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

y

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

siendo:

C = Precio de la opción *call*.

S = Precio del activo subyacente.

E = Precio de ejercicio.

r = Tasa de interés en tiempo continuo: $r = \ln(1+r_p)$.

t = Tiempo hasta la expiración de la opción (expresado en años).

σ = Volatilidad del precio del subyacente (medida por la desviación estándar anualizada).

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

e = Base de los logaritmos neperianos: 2.7183.

\ln = Logaritmo natural.

Y el valor teórico de una opción de venta (P), viene dado por la fórmula:

$$P = E \cdot e^{-rt} \cdot N(-d_2) - SN(-d_1)$$

donde los valores d_1 y d_2 son los anteriores^{xiii}.

CAPÍTULO 3.

3. EL POTENCIAL DE LAS OPCIONES REALES.

3.1 ¿Qué es una opción real?.

En estrecho sentido, el enfoque de las *opciones reales* es la extensión de la Teoría de Opciones Financieras a opciones en activos reales (no financieros). Si bien las opciones financieras están detalladas en el contrato, las *opciones reales* que se implantan en las inversiones estratégicas deben ser identificadas y especificadas. Moverse de las opciones financieras hacia las *opciones reales* requiere un camino de pensamiento: el que lleve la disciplina de los mercados financieros a las decisiones de inversión estratégicas internas.

El enfoque de las *opciones reales* se emplea porque ayudan a los directivos financieros con las oportunidades que ellos tienen para planear y manejar sus inversiones estratégicas. *Stewart Myers* de la *Sloan School of Management* del MIT, utilizó el término *opciones reales*, para señalar las diferencias entre la planeación estratégica y las finanzas: "La planificación estratégica necesita las finanzas. Los cálculos del valor presente fueron utilizados como una comprobación en el análisis estratégico y viceversa. No obstante, las técnicas estándar de los flujos de efectivo descontados tenderá a subestimar el valor de las opciones adherido a las líneas de crecimiento beneficioso de los negocios. La Teoría de las Finanzas Corporativas requiere la extensión para tratar con las *opciones reales*".

Por ejemplo, supongamos que la empresa Tecnovisión S.A de C.V., está considerando producir televisores. Una vez en la producción, adquiere información útil acerca de la fabricación y venta de videocaseteras, de esta manera puede buscar expandirse a este segundo producto, en otras palabras, esta es una opción para expandirse. Para calcular el valor de esta opción, se necesita información acerca de la volatilidad del negocio de las videocaseteras. Contrario a lo que la mayoría de los directivos cree, el enfoque de las opciones reales muestra que la opción de expandirse dentro de las videocaseteras es más valioso cuando allí es grande la incertidumbre acerca del negocio de las videocaseteras.

3.1.1 Las diferencias entre lo que los directivos conocen y las herramientas actuales.

El desarrollo de los negocios implica tomar decisiones de inversión en un ambiente de incertidumbre. Los directivos financieros intuitivamente saben que ellos deben encargarse de manejar activamente las inversiones proponiendo variantes en sus planes subsecuentes como respuesta a las condiciones del mercado.

Los directivos financieros también conocen que las herramientas financieras estándar no se corresponden satisfactoriamente a las diversas situaciones de incertidumbre. Por ejemplo:

- Para inversiones estratégicas, las herramientas financieras estándar no permiten la formulación de las preguntas pertinentes: ¿Cuáles opciones facilitan la ruta idónea para los proyectos de éxito?, ¿Cuáles son las condiciones o parámetros para dar un seguimiento de las inversiones en este sentido?.
- Para evaluar las transacciones, semejantes a las cotizaciones de adquisiciones y las licencias de activos o ventas, las herramientas estándar dependen de variables subjetivas, de esta manera los resultados no son consistentes con las valuaciones en los mercados financieros.
- Para una visión estratégica, las herramientas estándar no proveen una estructura integrada que vincule el análisis de proyectos y el valor de mercado de la firma. La pregunta es ¿cuándo y por qué una estrategia permite incrementar el valor?.

En realidad, los proyectos estratégicamente importantes frecuentemente fallan en el examen financiero interno, por diversas razones: de entrada, los analistas frecuentemente manipulan los procesos de evaluación, elevando los pronósticos de los flujos de efectivo incluso a niveles improbables, enseguida porque todo directivo adverso al riesgo reconoce las limitaciones del análisis cuantitativo y el continuo cambio en las condiciones del mercado, razón por la cual el proceso de toma de decisiones está impregnado de incredulidad.

Además, en general la alta dirección de una organización no dispone de elementos que identifiquen con claridad el incremento de valor en las oportunidades de inversión. Las herramientas actuales no ligan las inversiones estratégicas internas con las oportunidades de transacción en productos y mercados financieros. Por ejemplo, un contrato para proteger los márgenes de beneficio contra las variables de la volatilidad de los precios puede representar una base de previsibles flujos de efectivo a emplear en el desarrollo de los productos. Los directivos suelen perder importantes oportunidades de negocios porque las tácticas, estrategias y la valuación son consideradas por separado.

De manera pragmática, muchos directivos consideran que puede ser erróneo sustentar sus decisiones meramente en la regla del VAN^{xiv}, expresado en un simple valor positivo. El directivo debe buscar más información y ampliar el abanico de opciones importantes para las compañías.

3.1.2 El enfoque de las *opciones reales* como un camino alternativo.

En el presente se ha elevado el número de directivos que recurre al enfoque de las *opciones reales*. La introducción de las *opciones reales* tiene demasiados enfoques en los aspectos técnicos del modelo.

El enfoque de las *opciones reales* tiene 3 componentes que son muy utilizados por los gerentes:

1. Las opciones son decisiones contingentes. Una opción es la oportunidad para tomar una decisión después de ver como se desarrollan los eventos. Si en la fecha de tomar una decisión los eventos resultan satisfactorios, se asume tal decisión, pero

si ellos giran en sentido contrario, se decide lo contrario. Esto significa que el resultado de una opción es no lineal cuando se realizan cambios en la decisión.

2. La valoración de una opción está en línea con la valoración de los mercados financieros. El enfoque de las opciones reales usa los resultados y conceptos de los mercados financieros para estimar los resultados de todos los tipos de activos reales. El resultado es una comparación de opciones financieras, mercados financieros alternativos, oportunidades de inversión internas y oportunidades de transacción, tales como los negocios de alto riesgo (*join ventures*), licencias tecnológicas y adquisiciones.
3. El enfoque de las *opciones reales* puede ser usado para designar y manejar inversiones estratégicas en movimiento. Los resultados no lineales también pueden ser una herramienta para la proyección de inversiones. Son pertinentes las preguntas: ¿Cómo reducir la exposición a la incertidumbre?, ¿Cómo incrementar los resultados finales?. El primer paso es identificar y valorar la opción en una inversión estratégica. El segundo paso es rediseñar la inversión para un mejor uso de las opciones. El tercer paso es manejar la inversión en movimiento a través de las opciones creadas.

3.1.3 El enfoque de las *opciones reales* ayuda a la visión estratégica.

Si se integra la valoración y la toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre, el enfoque de las *opciones reales* plantea muchas de las preguntas efectuadas por la estrategia corporativa. El enfoque de las *opciones reales* crea un camino para aprender desde el desempeño pasado, porque distingue las contribuciones de suerte de aquellas de previsión, las contribuciones de un resultado particular de incertidumbre de las contribuciones de inversión bien diseñadas y puestas en un lugar para sacar provecho de los eventos desarrollados. Este enfoque amplía el juego de las alternativas estratégicas, de tal manera que los directivos identifiquen y valoren las oportunidades a contratar en los mercados financieros y de productos.

El enfoque de las *opciones reales* también crea dos ligas entre el análisis del proyecto de la inversión estratégica y la visión estratégica corporativa.

- En una baja perspectiva, el enfoque de las opciones reales elabora estas preguntas: ¿Qué cantidad y tipo de riesgo debe ser sostenido para crear este valor?, ¿Qué riesgo puede ser eliminado?.
- En una perspectiva final, el enfoque de las *opciones reales* provee la estructura del proyecto de valor agregado, el riesgo y la estructura para manejar la ganancia de la compañía en su exposición al riesgo. La agregación final también aumenta la visibilidad de cómo la incertidumbre afecta el valor del proyecto, la información útil para los directivos crea la visión.

3.2 La incertidumbre crea oportunidades.

Los directivos se anticipan y responden a la incertidumbre cuando ellos hacen correcciones a la mitad del proyecto, abandonan los proyectos o construyen exámenes de muestra para proyectos y licencias. En el lenguaje de las *opciones reales*, los directivos están tomando decisiones contingentes, decisiones para invertir o desinvertir que dependen del desarrollo de los eventos.

Hoy en día los mercados requieren que importantes decisiones de inversiones estratégicas sean hechas en ambientes muy inciertos, cuando el tamaño del mercado, el tiempo del mercado, los costos de desarrollo y el movimiento de los competidores simplemente no son conocidos. Las circunstancias evocan el miedo y la precaución, y la frustración con las herramientas de decisión disponibles que sólo aumentan el sentido de la operación en el misterio. Como existe una gran distancia entre lo que los directivos quieren hacer y lo que sus herramientas fueron diseñadas para hacer, entonces los directivos frecuentemente toman decisiones sin depender de un análisis cuantitativo.

Hay dos características particulares en las prácticas actuales para simplificar la decisión de inversión.

- El primer aspecto, es que algunas herramientas requieren un pronóstico de futuros flujos de efectivo y es usual que se plantee un sólo pronóstico en el análisis. Pero, ¿ello representa una proyección optimista para un proyecto?, ¿se considera el porcentaje de crecimiento y los márgenes de beneficio supuestos en el pronóstico?. Asimismo, los directivos usualmente asumen el pronóstico cómo la realidad, creando una ilusión de certidumbre acerca de los números. Para compensarlo, algunas compañías intentan extender el análisis a un rango de pronósticos o escenarios.

De todos modos, en un solo escenario o una serie de escenarios, el pronóstico de los flujos de efectivo se convierte en un resultado subjetivo.

- El segundo aspecto, las herramientas tradicionales predefinen de arranque las futuras decisiones de inversión. Si bien los directivos financieros actualizan y revisan los planes de inversión, los análisis así estructurados incluyen sólo los planes iniciales. El mundo cambia pero el modelo no. Cómo el intervalo entre las herramientas y la realidad se ensancha, las herramientas son descartadas y las decisiones importantes son hechas por "consideraciones estratégicas" y el "carisma de los ejecutivos".

3.2.1 Manejando las inversiones estratégicas en un mundo incierto.

En la visión tradicional un alto nivel de incertidumbre conduce a reducir el valor de los activos. El enfoque de las *opciones reales* muestra que un incremento de la incertidumbre puede conducir a un alto valor de los activos si los directivos identifican y usan sus opciones para responder flexiblemente a los eventos que se desarrollan.

La figura (3.1) ilustra uno de los más importantes cambios en el enfoque de las *opciones reales*: la incertidumbre crea oportunidades.

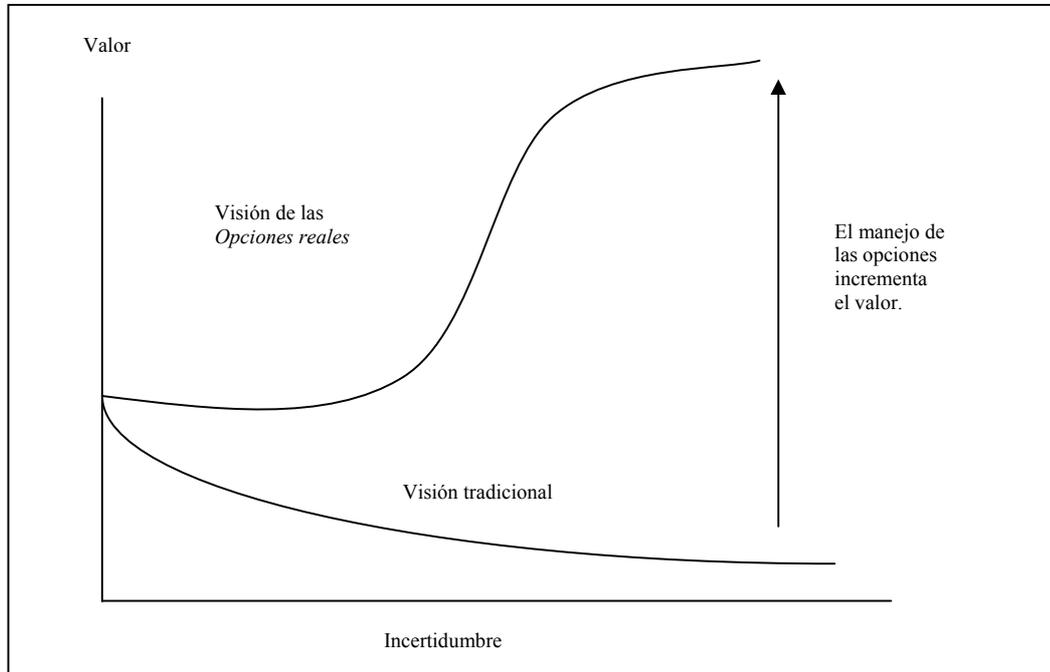


Figura (3.1) La incertidumbre incrementa el valor.

Los directivos deben aceptar y no temerle a la incertidumbre. Repensando las inversiones estratégicas, los directivos deben intentar ver los mercados en términos del origen, dirección y evolución de la incertidumbre, determinando el grado de exposición de sus inversiones (cómo los eventos externos trasladan hacia adentro beneficios y pérdidas), y entonces, responder para posicionar las inversiones para obtener un mejor provecho de la incertidumbre.

3.2.2 La resolución de la incertidumbre.

Cuando una decisión futura depende del origen de la incertidumbre, los directivos se preocupan acerca del rango de posibles resultados que la variable de la incertidumbre puede tener cuando llega la fecha de la decisión. Por lo que, la clave del problema radica en la liga entre el tiempo y la incertidumbre.

La figura (3.2) introduce con una simple gráfica, por la cual se puede visualizar el cono de la incertidumbre^{xv}. Así, el cono de la incertidumbre es una simple gráfica de cómo el valor se puede desarrollar a lo largo del tiempo. En este ejemplo, el rango de incertidumbre se incrementa con el horizonte de tiempo. La tasa de retorno positiva esperada en los próximos dos años ocasiona que el cono se incline hacia arriba.

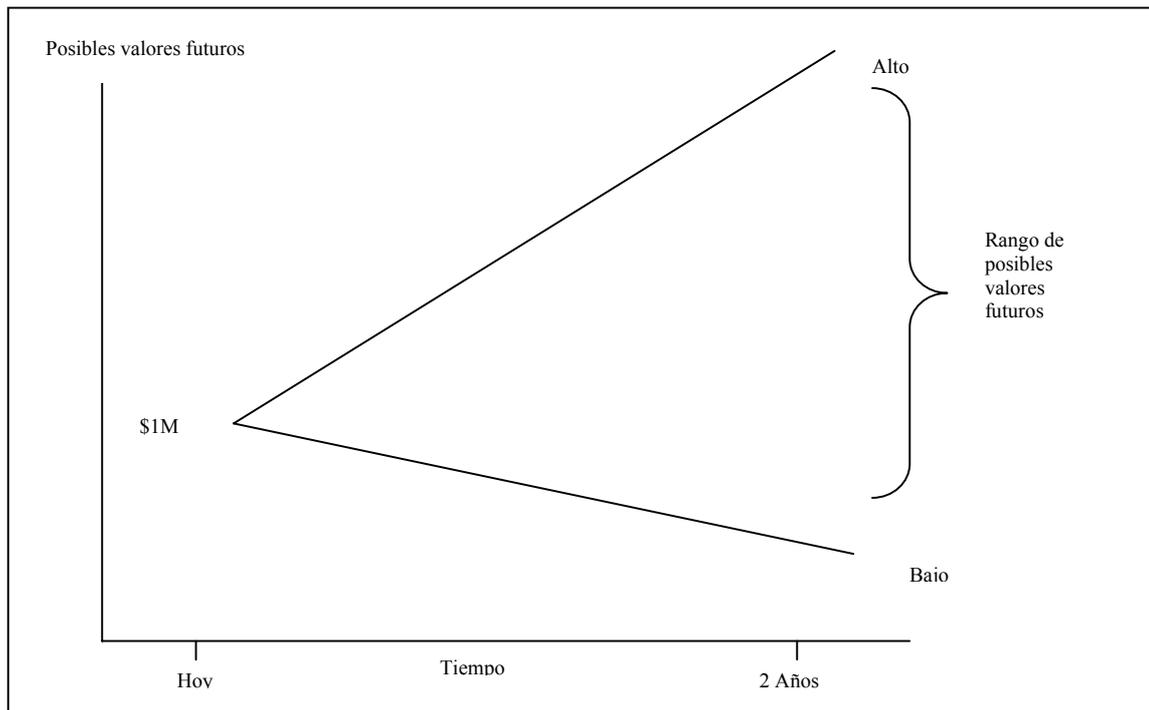


Figura (3.2) El cono de la incertidumbre.

Basándonos en esta figura supongamos que el valor actual de una compañía es \$1 millón. ¿Qué valor posible podrá tener dentro de dos años?. El punto izquierdo del cono nos muestra el valor actual de la firma y conforme la visión se desplaza hacia el futuro el rango de posibles resultados se expande ampliamente. El ancho del rango de resultados depende de la longitud del horizonte del tiempo.

Frente a este cono de incertidumbre, el papel del directivo será pronosticar^{xvi}, no predecir^{xvii}. Pronosticando se acepta que en cualquier tiempo hay muchos resultados posibles. La posición del directivo debe ser sencilla, procurando revelar las opciones y oportunidades y convencer a los clientes que si ellos toman en cuenta la incertidumbre, pueden tomar mejores decisiones, y dependiendo de las circunstancias, regular la influencia del último resultado.

Así como amplía el valor de la firma en función del tiempo, el valor alto o bajo marcado en el cono es bastante improbable. La figura (3.3) muestra cómo la evolución de una variable incierta en el tiempo está relacionado con la distribución de resultados al final del horizonte del tiempo. La figura (3.3a) muestra que el cono de la incertidumbre contiene un rango de posibles valores futuros al final de los dos años. La figura (3.3b) nos dice que este rango es parte de la distribución de resultados. El valor esperado al final de los dos años es medido por la media de la distribución y la desviación estándar es medida por el rango de resultados.

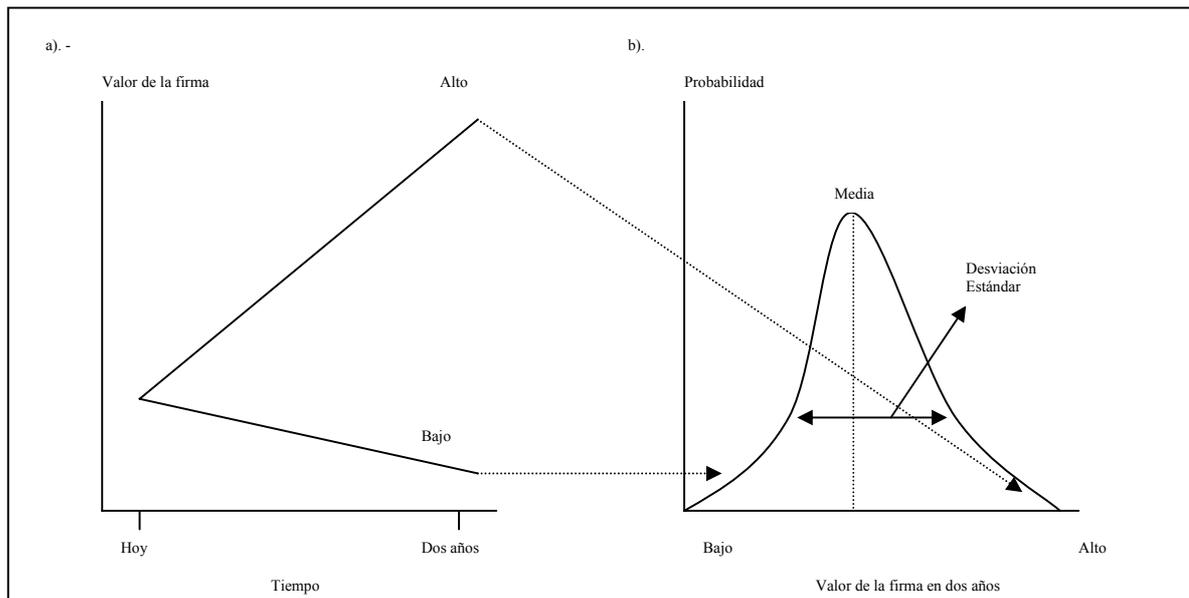


Figura (3.3) Dos visiones de la resolución de la incertidumbre.

Muchas inversiones estratégicas vienen con una serie de opciones, las cuales tienen puntos de decisión en el interior del cono de la incertidumbre. Durante los dos años, el valor de la firma es esperado para expandirse en algún porcentaje. Hay incertidumbre acerca del actual porcentaje de crecimiento que será realizado cada año y este es medido por la volatilidad, la desviación estándar de los retornos esperados^{xviii}.

El enfoque de las *opciones reales* entretiene los efectos del tiempo y la incertidumbre en la valoración y toma de decisiones, de esta manera, ésta es naturalmente enfocada en la volatilidad, el rango de incertidumbre acerca de los porcentajes de crecimiento.

Aquí presentamos dos ejemplos de cómo el valor de una opción depende de la volatilidad:

- Opciones de acciones. El valor de un contrato de opción sobre acciones depende de la incertidumbre del precio de la acción, el cual puede ser estimado como la desviación estándar de las ganancias de las acciones.
- Una opción para desarrollar un estacionamiento dentro de un edificio de oficinas. El valor de la opción depende del valor del espacio de las oficinas en el mercado local y la volatilidad, la cuál puede ser estimada como la desviación estándar de las ganancias del local.

La figura (3.4) muestra como la exposición a la incertidumbre externa es evaluada en función de los activos de la empresa. La incertidumbre externa es transformada por los activos de la empresa hacia una incertidumbre acerca del valor de las inversiones estratégicas. En la visión tradicional la exposición de la empresa a la incertidumbre externa permanece extensa. Las *opciones reales* presentes en las inversiones estratégicas les posibilitan a los directivos reducir su exposición a malos resultados y aumentar su exposición a buenos resultados, modificando la exposición a la incertidumbre e incrementando el valor de la inversión estratégica.

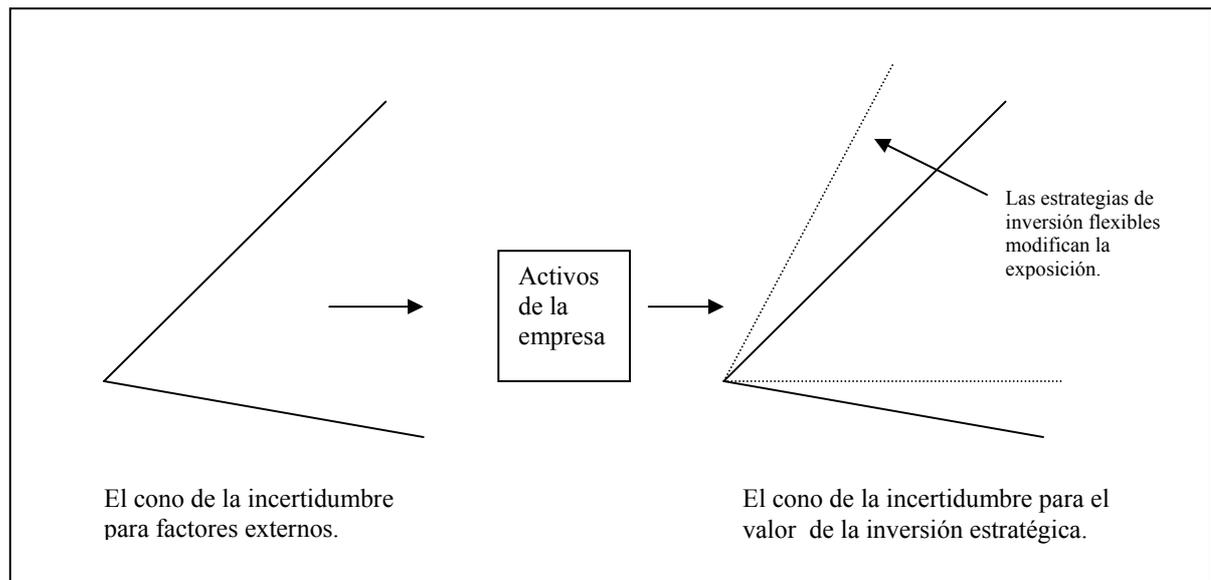


Figura (3.4) La presencia de *opciones reales* modifica la exposición a la incertidumbre externa.

La exposición o sensibilidad de los activos determina la magnitud y la forma de la incertidumbre para el valor de las inversiones estratégicas. Como las *opciones reales* en la inversión son identificadas y manejadas, el cono de la incertidumbre generado por los activos de la firma se inclina más hacia arriba, incrementando el valor esperado de la inversión estratégica. La figura (3.4) destaca cómo el enfoque de las *opciones reales* puede ser usado para modificar (pero no necesariamente eliminar) la exposición de los activos para incrementar el valor que las *opciones reales* contienen.

3.3 Identificando las opciones reales: Un ejemplo.

Aquí se presenta un ejemplo mediante el cual se visualizan las oportunidades de inversión empleando el enfoque de las *opciones reales*. Se analizará la opción de crecimiento de Autos Velocity.

Autos Velocity planea expandir sus operaciones, y para esto tiene dos alternativas:

- (1^a) Construir una gran sala de exhibición ahora por \$5.8 millones.
- (2^a) Construir una pequeña sala de ventas ahora por \$3 millones, y permitir una expansión después por un costo adicional de \$3.5 millones.

Los directivos de Autos Velocity tienen que evaluar en el tiempo si el nivel de rentas se mantiene en los umbrales de un corporativo con su pequeña sala de ventas.

El resultado del primer escenario de la estrategia no es eventual, este es fijo. Mientras que la inversión inicial en la estrategia de la expansión alternativa tiene dos

componentes: un resultado fijo y una opción para la segunda inversión, una oportunidad para expandirse.

El valor de la expansión del primer escenario es sólo de \$228,380.59 mientras que el valor de la expansión del segundo escenario es de \$1,032,069.84. Por lo tanto, lo óptimo es empezar con una menor exposición. Bajo el análisis de las *opciones reales* se incluye la opción de hacer la segunda inversión e identificar el alto valor de la estrategia de expansión. Analicemos detalladamente cada uno de los escenarios. La volatilidad es estimada en 30% por año.

El optar por el primer escenario sería realizar una inversión de \$5,800,000 y obtener flujos de caja esperados crecientes al 5% anual tal y como lo muestra la (tabla 1). Por lo tanto, el valor de llevar a cabo esta inversión es de sólo \$228,380.59 (ver tabla 2).

Tabla 1. Flujos de caja esperados^{xix}.

AÑO	FLUJO DE CAJA	FLUJO DESCONTADO	SUMA FLUJO DCTDO
0	-5,800,000	-5,800,000	-5,800,000
1	1,740,000	1,422,615	-4,377,385
2	1,827,000	1,221,278	-3,156,107
3	1,918,350	1,048,436	-2,107,671
4	2,014,268	900,056	-1,207,615
5	2,114,981	772,675	-434,941
6	2,220,730	663,321	228,381

Tabla 2. Viabilidad económica del proyecto^{xx}.

Número de años.	6
Tasa de descuento.	22.31%
V.P. Flujos de caja descontados.	6,028,380.59
Valor Actual Neto (VAN).	228,380.59

Si optamos por el segundo escenario tendremos que realizar una inversión ahora por \$3,000,000 y tendríamos la opción de expandir la inversión en un futuro por un costo adicional de \$3,500,000 si las condiciones del mercado son favorables y/o tenemos un aumento en la demanda. Las (tablas 3 y 4) nos muestran los resultados obtenidos de realizar esta primera inversión.

Tabla 3. Flujos de caja esperados.

AÑO	FLUJO DE CAJA ^{xxi}	FLUJO DESCONTADO	SUMA FLUJO DCTDO
0	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000
1	900,000	735,835	-2,264,165
2	945,000	631,696	-1,632,469
3	992,250	542,295	-1,090,175
4	1,041,863	465,546	-624,629
5	1,093,956	399,659	-224,969
6	1,148,653	343,097	118,128

Tabla 4. Viabilidad económica del proyecto.

Número de años.	6
Tasa de descuento.	22.31%
V.P. Flujos de caja descontados.	3,118,127.98
Valor Actual Neto (VAN).	118,127.98

Si al tercer año la demanda es alta, la empresa de Autos Velocity puede expandir sus operaciones realizando la inversión adicional por los \$3,500,000 lo cual duplicaría los flujos de efectivo (ver tabla 5), así el valor de la expansión del segundo escenario tomando en cuenta la opción de crecimiento implícita en el proyecto es de \$1,032,069.84 (ver tabla 8). La (tabla 6) nos muestra la viabilidad económica del proyecto al ampliar dentro de tres años y realizar la inversión adicional.

Tabla 5. Flujos de caja esperados.

AÑO	FLUJO DE CAJA ^{xxii}	FLUJO DESCONTADO	SUMA FLUJO DCTDO
0	-3,500,000	-3,500,000	-3,500,000
1	1,800,000	1,471,670	-2,028,330
2	1,944,000	1,299,488	-728,841
3	2,099,520	1,147,451	418,609
4	2,267,748	1,013,321	1,431,930
5	2,448,880	894,659	2,326,589
6	2,644,740	789,986	3,116,575

Tabla 6. Viabilidad económica del proyecto.

Número de años.	6
Tasa de descuento.	22.31%
V.P. Flujos de caja descontados.	6,616,575.45
Valor Actual Neto (VAN).	3,116,575.45

Resumiendo, si la demanda es alta, la empresa ejercerá la opción de ampliar sus operaciones dentro de tres años y, si fuese baja, dejaría que expirase sin valor. El valor de esta *opción real* se determina como lo muestra la (tabla 7).

Tabla 7. Valoración de la opción (*Black – Scholes*).

Precio del activo subyacente.	3,116,575.45
Precio de ejercicio.	3,500,000.00
Tiempo hasta la expiración (en años).	3
Tasa de interés sin riesgo a corto plazo.	11.35%
Volatilidad anualizada.	30.00%
Valor de la <i>opción de compra</i> .	913,941.86

Tabla 8. Valor del proyecto.

Valor del proyecto sin la opción de crecimiento.	118,127,98
+	
Valor de la opción de crecimiento.	913,941.86
=	
Valor del proyecto.	1,032,069.84

La estrategia de Autos Velocity puede apoyarse en las opciones de crecimiento. Las opciones de crecimiento en el análisis tradicional indican que los costos exceden los beneficios pronosticados. En el análisis de las *opciones reales* se muestra que la entrada de la inversión debería ser hecha porque esto crea una opción de crecimiento, opciones para encargarse del seguimiento de los proyectos si la inversión inicial se empleó fuera de lo planeado.

Las opciones de crecimiento son las inversiones que crean la oportunidad de participar en un rápido crecimiento de la empresa o inversiones que crean un crecimiento adicional en los negocios tradicionales, semejantes a las inversiones en publicidad y mejoramiento de los servicios al cliente. Las inversiones de investigación y desarrollo también contienen opciones de crecimiento porque ellos crean una plataforma de conocimientos para productos futuros.

Las herramientas de valoración tradicionales subestiman las inversiones que contienen opciones de crecimiento. Las compañías que dependen de esas herramientas pueden estar limitando su crecimiento por debajo de la inversión. ¿Cuál es el origen del valor en las opciones de crecimiento?. La incertidumbre y la capacidad de la empresa para actuar. El crecimiento frecuentemente toma lugar en un ambiente altamente incierto, y las inversiones estratégicas son más valiosas cuando ellas son acompañadas por opciones. Por ejemplo, las pérdidas pueden ser evitadas usando la opción de posponer la inversión o la opción de abandonar el proyecto.

3.4 Cuando usar el enfoque de las *opciones reales*.

El enfoque de las *opciones reales* no es siempre buscado. Muchas decisiones fracasan dentro de un "área gris" que requiere de una gran habilidad para formular ideas, y el enfoque de las *opciones reales* puede ayudar. El análisis de las *opciones reales* es necesitado en las siguientes situaciones:

- Cuando hay decisiones de inversión contingentes. Otro tipo de enfoques no pueden valorar correctamente este tipo de oportunidades.
- Cuando la incertidumbre es bastante extensa y se torna sensible para esperar más información, evitando arrepentirse de inversiones irreversibles.
- Cuando el valor parece estar capturado en posibilidades para futuras opciones de crecimiento en vez de actuales flujos de efectivo.
- Cuando la incertidumbre es bastante extensa para tomar la flexibilidad a consideración. Sólo el enfoque de las opciones reales puede corregir el valor de las inversiones en flexibilidad.

- Cuando haya actualización de proyectos y correcciones de estrategias a medio curso.

3.5 Los cuatro pasos del proceso de solución.

A continuación se muestra una visión de los cuatro pasos del proceso de solución para la aplicación de las *opciones reales*, un proceso que permite a los usuarios construir el camino de pensamiento de las *opciones reales*.

Mientras una opción en un contrato financiero es claramente identificada, la opción en una aplicación de las *opciones reales* es algunas veces muy difícil de identificar. En el enfoque de las *opciones reales* hay mucha más necesidad de pensar a través de la estructura de la aplicación, asegurando que cubra los correctos usos y logre el balance correcto entre una sencillez que preserva la intuición y la riqueza que libera resultados realistas y útiles. La implementación de este enfoque requiere la integración de una cantidad razonable de material detallado que va desde la construcción de resultados hasta el análisis numérico. Los cuatro pasos para el proceso de solución son:

- Paso 1. Estructurar la aplicación.
- Paso 2. Implementar el modelo de valoración de la opción.
- Paso 3. Examinar los resultados.
- Paso 4. Rediseñar.

Durante todo el proceso, los mercados financieros son un importante punto de referencia, porque son la estructura de aplicación más apropiada para variables y modelos de valoración, y proveen un buen marco para la interpretación de resultados. Los cuatro pasos del proceso de solución de las *opciones reales* son una guía para los mercados financieros al examinar resultados contra los resultados del mercado financiero e identificar aquellas oportunidades que pueden mejorar los proyectos de inversión.

3.5.1 Paso 1: Estructurar la aplicación.

La parte más realista del modelo y que consume el mayor tiempo reside en calcular, estimar, comprender y usar el modelo con inteligencia. En una aplicación pobremente estructurada está el origen del error de las aplicaciones de las *opciones reales*.

Las *opciones reales* no están especificadas en un contrato, pero pueden ser identificadas a través del análisis y el cálculo. Desarrollando una buena aplicación, la estructura es el paso más importante en el enfoque de las *opciones reales*. Los componentes del paso 1 son:

- a) La decisión. ¿Cuáles son las decisiones posibles?, ¿Cuándo pueden ser hechas?, ¿Quién las elabora?.
- b) La incertidumbre. Identificar causales y forma de evolución, ¿Mantener fuera cualquier flujo de efectivo y/o rendimiento?.
- c) El poder de decisión. Crear una simple expresión matemática que permita...
- d) Observar los mercados financieros. ¿Cuál origen de la incertidumbre es privada y cuál de mercado?, ¿Hay una estructura de aplicación alterna que mejore los usos de la información del mercado financiero?.
- e) Examinar con transparencia y sencillez. ¿Quién debería entender esta estructura de aplicación?: ¿Los directivos quienes realizan este tipo de decisiones correctas ahora?, ¿Los analistas industriales?, ¿Los supervisores?.

3.5.2 Paso 2: Implementar el modelo de valoración de la opción.

Una vez planeada la opción y sus características, el próximo paso es implementar el modelo de valoración de la opción, aplicable a las especificaciones del problema. Los componentes de este paso son:

- a) Establecer las variables. Un modelo de valoración de opciones tiene pocas variables, y en diversos casos muchos de los datos requeridos son recogidos por el análisis de los flujos de efectivo descontados. Entre las variables: valor actual del activo subyacente, volatilidad del activo subyacente, riesgo privado y tasa de interés libre de riesgo. Se debe calcular el valor actual del activo subyacente, los flujos de efectivo, la volatilidad de la incertidumbre y obtener la información de la tasa de retorno libre de riesgo.
- b) Valorar la opción con una "calculadora de opciones". Hay distintos métodos de solución para valorar una opción, en cada método hay técnicas matemáticas específicas que son llamadas "calculadoras de opciones". Existen dos modelos básicos para calcular el valor de una opción: el modelo binomial y la ecuación de *Black - Scholes*^{xxiii}.

3.5.3 Paso 3: Examinar los resultados.

Una vez que la calculadora de opciones ha sido aplicada, los diferentes tipos de resultados pueden ser útiles. Los componentes de este paso son:

- a) Valoración de resultados. Puede ser útil el comparar el valor total de un activo usando el enfoque de las *opciones reales* con el valor que podría ser obtenido con los flujos de efectivo descontados. A la diferencia se le conoce como "valor de la incrustación" de opciones.

- b) Valores críticos para la toma de decisiones estratégicas. Hay que observar el valor crítico de la estrategia de inversión a lo largo del tiempo, el nivel del valor del activo subyacente, así como ver cual es el momento óptimo para abandonar el proyecto. Un examen del medio puede ser puesto para observar el ambiente externo y tomarlo como un detonador para actuar cuando el valor crítico es alcanzado.
- c) El espacio de la estrategia. Permite a los directivos evaluar si una estrategia de inversión es fuerte.
- d) Perfil del riesgo de la inversión. Por ejemplo, si el valor en la estrategia de inversión comienza en el 60% de probabilidad de que habrá un buen resultado final, el riesgo para la estrategia es que hay un 40% de probabilidad de que la inversión sea abandonada.

3.5.4 Paso 4: Rediseñar si es necesario.

Una vez desarrollada la estructura, se analizan los números y se revisan los resultados, lo que posibilita retroceder hacia la estructura inicial. ¿Hay caminos para crear más opciones para incrementar el número de escenarios?, ¿Hay inversiones alternas que tengan las mismas capacidades?. Una o dos iteraciones pueden añadir mucho valor a las estrategias de inversión.

CAPÍTULO 4.

4. LA VALORACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

Si se procede a investigar un nuevo proyecto, lo primero que se hace es calcular su VAN (Valor Actual Neto) basándonos en nuestros flujos de efectivo estimados. Referimos a este conjunto inicial de proyecciones con el nombre de caso base. Sin embargo, en este momento se reconoce la posibilidad de cometer un error en las proyecciones del flujo de efectivo. Después de terminar el caso base, se debe investigar el efecto que tendrá sobre nuestras estimaciones la adopción de diferentes supuestos acerca del futuro.

De esta manera los directivos financieros se enfrentan a dos problemas básicos, dos caras de una misma moneda. Primero, ¿Cuánto y dónde debería invertir la empresa?, y Segundo, ¿Cómo deberían obtenerse los fondos necesarios para tales inversiones?. La respuesta a la primera cuestión es la decisión de inversión o presupuesto de capital. La respuesta a la segunda es la decisión de financiación.

Las decisiones que posee la empresa vienen reunidas en la estructura económica o activo, mientras que los fondos o recursos vienen reunidos en la estructura financiera o pasivo. De las inversiones se obtiene la rentabilidad con la que se hace frente al costo de la financiación, obteniéndose así una rentabilidad neta que genera la empresa. En el análisis de las inversiones en activos productivos intervienen los mismos conceptos generales que en la valoración de los títulos valor. Pero, a diferencia de las inversiones financieras, donde a de elegirse entre un conjunto de posibilidades que ya existen, los proyectos de inversión en actividades productivas son creados por la propia empresa. La empresa investiga el mercado, detecta deseos y necesidades que no se encuentran satisfechas y explora la necesidad de realizar inversiones para elaborar los productos que las satisfagan, así como la necesidad de financiarlas, si el mercado es lo suficientemente significativo como para que las posibles inversiones sean rentables.

Para la valoración y selección de proyectos de inversión existen gran cantidad de modelos, aproximados (como el período de recuperación), no aproximados y válidos en condiciones de certeza (como el valor actual neto y la tasa interna de retorno), y otros válidos en condiciones de riesgo. En cuanto a la selección de proyectos se refiere, por un momento no incluiremos el riesgo y la incertidumbre.

4.1 Los modelos clásicos de valoración.

Tradicionalmente, está generalmente aceptado por la mayoría de los autores en finanzas que el criterio de la rentabilidad es el más adecuado para medir la contribución de un proyecto de inversión y financiación al objetivo empresarial.

Ésta es la razón por la que la mayoría de los modelos de valoración intentan medir, con mayor o menor grado de acierto, la rentabilidad de un proyecto^{xxiv}. Pero,

lógicamente, ésto sólo es válido cuando se decida con un único criterio, o lo que es lo mismo, que estemos en condiciones de certeza donde se preferirá la máxima rentabilidad. Obviamente, este planteamiento no es válido ante condiciones de riesgo e incertidumbre.

En condiciones de certeza, los modelos clásicos de valoración son:

- Valor Actual Neto (VAN).
- Tasa Interna de Retorno (TIR).
- Razón Costo – Beneficio (RCB).
- Índice de Rentabilidad (IR).
- Período de Recuperación (PER).
- Tasa de Retorno Contable (TRC).

Analicemos cada uno de ellos [Baca Urbina, 1989]^{xxv}.

4.1.1 Valor actual neto (VAN).

El VAN es uno de los criterios financieros más comunes en la evaluación de proyectos. Es un criterio dinámico. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y compara esta equivalencia con la inversión inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que la inversión inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

El VAN se define como el valor obtenido en cantidades monetarias, después de actualizar los flujos de efectivo (anuales) futuros durante la vida del proyecto y restarlos a la inversión inicial. O bien, como la diferencia entre el valor actual de los flujos netos de efectivo y la inversión inicial.

Bien puede expresarse de la siguiente forma:

$$VAN = [\sum FNE_t / (1+i)^t] - I_0$$

donde:

- Σ = Sumatoria de t igual a cero hasta n períodos.
- FNE = Flujo neto de efectivo en el año t.
- i = Tasa de descuento (TREMA).
- I_0 = Inversión inicial.

La tasa de descuento utilizada en el VAN tiene características particulares que vale la pena comentar. En primer lugar, esta tasa debe ser definida de acuerdo a la naturaleza del proyecto, por lo cual, se establece sobre topes mínimos, es decir, esta tasa debe ser una Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptada (TREMA) para el inversionista.

La TREMA es un elemento que puede presentar dificultades para su determinación. Considerando lo anterior, existen varios criterios o factores a tomar en cuenta para determinarla^{xxvi}:

- La inflación prevaleciente en la economía.

- La tasa de interés sobre inversiones a largo plazo en el mercado de dinero o capitales.
- El costo ponderado de capital de las diferentes alternativas de financiamiento para el proyecto.

Cuanto más grande sea la TREMA el valor del VAN disminuye y viceversa. Esto es así, en virtud de que, cuando los flujos de efectivo se descuentan a una tasa cada vez mayor llega un punto que al descontarle la inversión inicial, el VAN se convierte negativo.

Los criterios utilizados para decidir sobre el proyecto por este método son los siguientes:

1. VAN > 0 : el proyecto se acepta.
2. VAN = 0 : el proyecto se acepta o en todo caso se revisa.
3. VAN < 0 : el proyecto debe ser rechazado.

La idea general es que un VAN positivo, además de recuperar la inversión inicial obtiene beneficios en términos monetarios; no obstante, un VAN igual a cero no significa que la utilidad del proyecto sea nula. Significa que proporciona una utilidad similar a otra alternativa de inversión financiera a la misma tasa, por ejemplo los CETES a largo plazo.

Las ventajas y las desventajas del VAN son:

- Considera el efecto del tiempo sobre el valor del dinero.
- Es único, independientemente del comportamiento de los flujos.
- Nos da un valor en términos monetarios.
- La única desventaja de este criterio radica en la determinación de la TREMA, ya que, no existe un método cien por ciento confiable.

4.1.2 Tasa interna de retorno (TIR).

La TIR es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado en la evaluación de proyectos. En su término más general se puede definir como la tasa de descuento que hace que el VAN = 0.

La tasa interna de retorno representa en términos económicos, el porcentaje o la tasa de interés devengada sobre el saldo aún no recuperado de una inversión. El saldo aún pendiente de una inversión puede verse como la porción de la inversión inicial que está por recuperarse después de que los pagos de intereses y los ingresos se han agregado y deducido, respectivamente, hasta el momento sobre la escala de tiempo que se esté considerando. Surge así el concepto fundamental de la tasa interna de retorno (TIR). Es la tasa de interés producida por el saldo aún no recuperado de una inversión, de manera que el saldo restante al finalizar la vida de la inversión es igual a cero.

Dicho lo anterior, la TIR, matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$0 = [\sum FNE_t / (1+i^*)^t] - I_0 = VAN = 0$$

donde:

- Σ = Sumatoria de t igual a cero hasta n períodos.
- FNE = Flujo neto de efectivo en el año t.
- i^* = Tasa interna de retorno (TIR).
- I_0 = Inversión inicial.

El cálculo de la tasa interna de retorno, si se realiza manualmente, requiere por lo general una solución de ensayo y error que haga que el VAN se iguale a cero.

Para un mismo proyecto, utilizando el VAN y la TIR la decisión debe ser siempre la misma, es decir, si la TIR es mayor que la TREMA, entonces el VAN es mayor que cero. Por el contrario, si la TIR es menor que la TREMA, entonces el VAN es menor que cero. Por consiguiente, es obvia su equivalencia como criterios de evaluación.

De acuerdo con el criterio de la TIR existen tres resoluciones aplicables a cualquier proyecto:

1. Si la TIR > TREMA : el proyecto debe ser aceptado.
2. Si la TIR = TREMA : el proyecto se acepta o en todo caso se revisa.
3. Si la TIR < TREMA : el proyecto debe ser rechazado.

Las ventajas y desventajas de la TIR son las siguientes:

- Es un indicador propio del proyecto.
- No se necesita conocer una tasa de interés con el fin de determinar la TIR como sucede con el VAN.
- Muestra la tasa máxima a la que el proyecto debe contraer sus créditos.
- Para situaciones de inversión en las cuales el conocimiento sobre el futuro y sobre las tasas futuras de interés sea altamente incierto, la TIR puede constituir una forma aceptable y fácil para comparar la rentabilidad económica de alternativas de inversión.
- La principal desventaja se presenta cuando los flujos de efectivo muestran un comportamiento irregular, es decir, que existan flujos positivos y negativos de forma desordenada. En estos casos, pueden existir varias TIR por lo cual no puede llegarse a una conclusión certera sobre el proyecto.

4.1.3 Razón costo – beneficio (RCB).

La razón costo – beneficio se define como una razón porcentual entre los ingresos y egresos generados por el proyecto. Es un indicador que nos dice cuanto gana el proyecto por cada peso invertido en el mismo.

Matemáticamente se expresa como sigue:

$$RCB = [\Sigma Y_t(1+i)^{-t}] / [\Sigma E_t(1+i)^{-t}]$$

donde:

- Σ = Sumatoria de t igual a cero hasta n.

Y_t = Ingresos en el año t.
 E_t = Egresos en el año t.

La actualización de los ingresos y egresos se realiza a partir del año 0, esto es así, debido a que se está considerando a la inversión inicial como un egreso en el año 0.

En realidad este criterio en relación al VAN proporcionan igual información. Cuando el VAN es cero la RCB es igual a 1. Si el VAN es positivo la RCB es mayor que 1. Finalmente, si el VAN es negativo la RCB será menor que 1. Ante esto los criterios de decisión serán:

1. $RCB > 1$: el proyecto debe ser aceptado.
2. $RCB = 1$: el proyecto se acepta o en todo caso se revisa.
3. $RCB < 1$: el proyecto no tiene sentido económico.

Las ventajas y desventajas de la razón costo – beneficio son:

- Considera el valor actual de los ingresos y egresos en base a la TREMA, es decir, es un criterio dinámico.
- Es coherente con el VAN y la TIR, es decir, utilizando estos tres criterios la decisión sobre un proyecto debe ser la misma.
- Muestra la rentabilidad de la inversión total del proyecto (inicial y de producción) y no solamente en relación a la inversión inicial como lo presupone el índice de rentabilidad.
- Es necesario realizar dos actualizaciones en lugar de una, por lo tanto, es más laborioso.
- No muestra un valor concreto en términos monetarios, pero sí, un porcentaje sobre cada peso invertido durante toda la vida del proyecto.

4.1.4 Índice de rentabilidad (IR).

El índice de rentabilidad tiene la misma connotación conceptual y metodológica que la razón costo – beneficio. La diferencia radica en que el IR mide el porcentaje de ganancias sobre la inversión inicial y no sobre los egresos totales del proyecto durante su vida útil, además considera los flujos de efectivo. Los criterios para decidir sobre el proyecto son los mismos.

Matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$IR = [\sum FNE_t(1+i)^{-t}] / I_0$$

donde:

Σ = Sumatoria de t igual a uno hasta n.
 FNE_t = Flujo neto de efectivo en el año t.
 I_0 = Inversión inicial.

4.1.5 Período de recuperación (PER).

El período de recuperación o repago, se define como la longitud de tiempo requerida para recuperar el costo inicial de una inversión a partir de los flujos netos de caja producidos por ella para una tasa de interés igual a cero.

Para el cálculo del PER existen dos fórmulas:

1. $PER = I_0 / FNEP$
2. $PER = \sum FNE_t$

donde:

- Σ = Sumatoria de t igual a uno hasta n.
 I_0 = Inversión inicial.
 FNE = Flujo neto de efectivo.
 $FNEP$ = Flujo neto de efectivo promedio.

Analicemos los errores en que se puede incurrir cuando se utiliza la primera fórmula. En principio, no podemos considerar un promedio, dado que se estaría suponiendo un comportamiento uniforme de los flujos para todos los años cuando en realidad pueden existir flujos bajos en los primeros años y altos en los últimos, lo cual anula el concepto del PER. Se concluye entonces, que se debe aplicar la fórmula 1 siempre y cuando los flujos sean realmente iguales durante todos los años, de lo contrario el procedimiento sería utilizar la fórmula 2.

Los criterios de decisión son:

1. Aceptar el proyecto cuando el PER sea inferior a la vida del proyecto.
2. Entre menor sea el PER, considerando el punto anterior, el proyecto es más atractivo para el inversionista.

Y entre las ventajas y desventajas tenemos:

- Es interesante para el inversionista con recursos escasos, pero con muchas oportunidades de invertir.
- Resulta de gran utilidad para aquellos proyectos en los cuales el progreso técnico impide inversiones de largo plazo.
- La principal desventaja se deriva al no considerar la TREMA o la tasa de descuento.
- Aún considerando una tasa de descuento, tiene el defecto, también, de conceder gran importancia a los rendimientos rápidos, olvidándose así de los flujos posteriores al año en que se recupera la inversión.
- No considera la rentabilidad real del proyecto.

4.1.6 Tasa de retorno contable (TRC).

La tasa de retorno contable se define como una razón porcentual entre la utilidad esperada de un período y la inversión inicial requerida. Nos dice cual es la rentabilidad anual esperada del proyecto. Es decir:

$$TRC = FNE_t / I_o$$

donde:

FNE_t = Flujo neto de efectivo en el período t.
 I_o = Inversión inicial.

Esta fórmula es en realidad muy confusa, ya que tendríamos diversas rentabilidades durante la vida útil del proyecto y, en ese sentido, no podríamos llegar a ninguna decisión sobre el mismo. Considerando esta problemática, muchos autores proponen promediar los flujos de efectivo y dividirlo por la inversión inicial.

$$TRC = [FNEP / I_o]$$

donde:

FNEP = Flujo neto de efectivo promedio.

Con esto se obtiene una rentabilidad promedio del proyecto, sin embargo, no deja de ser dudoso, sobre todo porque no considera el efecto del tiempo sobre el valor del dinero. Además, al igual que el PER, presenta el problema de los flujos promedio.

Por otro lado, se puede apreciar con facilidad que la TRC es el inverso del PER, por lo tanto, conociendo el PER se puede conocer de inmediato la TRC y viceversa, es decir:

$$TRC = (PER)^{-1} = PER = (TRC)^{-1}$$

Utilizando la TRC como criterio de evaluación, el proyecto debe aceptarse siempre y cuando la TRC sea mayor al fijado por la empresa (TREMA), de lo contrario debe rechazarse.

Los criterios o modelos clásicos de valuación financiera analizados anteriormente son los más importantes. Así podemos resumir de manera general los inconvenientes de utilizar estos modelos.

Los modelos clásicos de valoración resultan ineficaces en aquellos proyectos que presentan factores estratégicos imposibles de incluir en la rigidez que ocasiona una estructura de flujos de caja periódicos a lo largo de un horizonte de planificación también fijo.

También cabría citar a los autores [Brealey y Myers, 1998]^{xxvii} cuando manifiestan que los flujos de caja descontados asumen implícitamente que las empresas mantienen los activos reales pasivamente. Esto ignora las opciones encontradas en activos reales, opciones que los directivos experimentados pueden tomar para sacar provecho de ellas. Podría decirse de los flujos de caja descontados que no reflejan el valor de la gestión, pues este método de valoración fue desarrollado originalmente para bonos y acciones y, estos inversores, salvo raras excepciones, no pueden hacer nada para mejorar el tipo de interés o los dividendos que reciben. Sin embargo, los inversores

con opciones no tienen por qué ser pasivos, tienen derecho a tomar decisiones que pueden ejercerse para aumentar los beneficios o reducir las pérdidas.

Este derecho tiene un valor, pero las fórmulas necesarias no se parecen en nada a los flujos de caja descontados. Si consideramos a la empresa como un inversor en activos reales, la dirección puede añadir valor a sus activos dando respuesta a las circunstancias cambiantes, esto es, tiene la oportunidad de actuar porque muchas oportunidades de inversión tienen *opciones reales*^{xxviii} en sí mismas que pueden ejercerse por parte de la empresa, si las condiciones son favorables, o no ejercerse, si dichas condiciones no son las adecuadas.

El análisis del VAN tiende a subestimar el valor de un proyecto porque no considera de manera adecuada los beneficios de la flexibilidad operativa y otros factores estratégicos tales como el seguimiento de las inversiones. Los criterios clásicos como el VAN o la TIR, que se basan en los flujos de caja descontados, pierden este valor extra porque son intangibles que no pueden valorar. Así, [Van Horne, 1993]^{xxix} afirma que mientras un enfoque basado en el descuento de los flujos de caja es apropiado en el momento del inicio, en muchos casos se necesita que las *opciones reales* lo modifiquen.

CAPÍTULO 5.

5. LA TEORÍA DE VALORACIÓN DE OPCIONES (OPT) EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

5.1 La decisión de inversión.

En el análisis de los modelos clásicos de valoración que hemos analizado hasta este momento, no hemos considerado, en mayor o menor medida, el efecto de las posibles acciones administrativas futuras, así como tampoco el riesgo y la incertidumbre. Implícitamente hemos supuesto que, una vez que se lanza un proyecto, sus características básicas no pueden modificarse. Por esta razón, se describe este análisis como estático.

En realidad, dependiendo de lo que realmente suceda en el futuro, siempre habrá oportunidades para modificar un proyecto. A estas oportunidades se les llaman *opciones reales*, de las cuales existe una gran cantidad [García Machado, 2001]^{xxx}.

Una buena administración empresarial se caracteriza por su papel activo y por la capacidad de adaptarse ante los cambios del mercado y del entorno. Los directivos en su trabajo diario, tienen que decidir si aprovechan o no las muchas oportunidades que se les presentan y que pueden añadir valor a su gestión. Las empresas lejos de ser meros inversores pasivos a la espera de una renta, pueden y deben, actuar sobre los proyectos que desarrollan para aumentar su valor. Averiguar dónde se encuentran estas *opciones reales*, valorarlas adecuadamente y corregir los modelos ya vistos con la Teoría de Valoración de Opciones (OPT)^{xxxi}, es de lo que nos encargaremos de ahora en adelante.

Existen diversos procedimientos para investigar opciones reales implícitas en los proyectos. Cuestiones del tipo "¿qué sucede si... ?" para proceder, a continuación, a explorar los posibles escenarios futuros que pudieran presentarse y qué acciones emprender en cada caso. A esto se le denomina planeación para contingencias.

La mayoría de las empresas usan planteamientos cualitativos, tales como un juicio subjetivo, para ajustar el valor de las *opciones reales* en sus decisiones de inversión. Sin embargo, éstos son métodos bastante primitivos para estudiar la dinámica de un proyecto de inversión. Por el contrario, los planteamientos cuantitativos están ganando terreno en su aceptación.

Hasta el momento, en los modelos de valoración analizados anteriormente hemos supuesto, de forma implícita, que son rígidos. Por ejemplo, se da por hecho que la escala del proyecto es fija, es decir, que una vez iniciado el proyecto de inversión no se pueden modificar sus características básicas. Pero, en realidad, lo normal será que, dependiendo de lo que realmente ocurra en el futuro, se tenga que modificar el proyecto en aspectos como: la capacidad de la planta, el precio de venta del producto, las cantidades producidas, el tipo de proceso productivo, la maquinaria e instalaciones, entre otros. A este tipo de oportunidades se les denomina *opciones reales*.

Como se mencionaba antes, muchas de las actividades que realizan los gerentes o los directivos financieros de las empresas tiene que ver con las opciones: proyectos de inversión que incluyen una opción de compra de equipos adicionales en el futuro (inversión u oportunidad de expansión o de crecimiento), la compra de un terreno contiguo para futuras ampliaciones de la fábrica o la inversión en una patente que le permita desarrollar una nueva tecnología, son algunos de los muchos ejemplos que se pueden citar.

Las *opciones reales* permiten a los directivos añadir valor a la empresa, aumentando las ganancias o reduciendo las pérdidas. Los directivos, a menudo, no utilizan el término opción para describir estas oportunidades, sino que se refieren a ellas como intangibles más que como opciones de compra o de venta, pero cuando revisan propuestas de inversión importantes, estas "opciones intangibles" son a menudo la clave de sus decisiones.

Las empresas con éxito se preguntan no sólo ¿qué podría estar mal en las previsiones?, sino ¿qué oportunidades hay para responder a las sorpresas?, es decir, reconocen el valor de la flexibilidad. Idealmente, un proyecto proporcionará 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 podría estar dispuesta a pagar por posponer el proyecto. Veamos esto con dos sencillos ejemplos.

Supongamos que una inversión tiene un costo de 120 dólares y un flujo de efectivo perpetuo de 10 dólares por año. Si la tasa de descuento es de 10%, el VPN es de $\$10/.10 - 120 = -20$ dólares, por lo que el proyecto no debería emprenderse en este momento. Sin embargo, esto no significa que debemos olvidarlo para siempre, puesto que en siguiente período, la tasa de descuento apropiada podría ser diferente. Si disminuyera a, por ejemplo 5%, el VPN sería de $\$10/.05 - 120 = 80$ dólares, por lo que optaríamos por tomar el proyecto [Ross, Westerfield y Jordan, 2000]^{xxxii}.

En el 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 [Amram y Kulatilaka, 1998]^{xxxiii}.

El análisis de este proyecto de inversión y de otras alternativas es una tarea bastante difícil con los métodos básicos de evaluación de inversiones, como el VAN o la TIR. El análisis del VAN es en cierto modo estático, puesto que las corporaciones toman decisiones en un medio dinámico, tienen opciones que deberían considerarse al evaluar un proyecto. También estos métodos básicos 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 más variables que el VAN o la TIR del proyecto. Se considera que los cuatro factores más relevantes que influyen en la oportunidad de invertir son [Kester, 1984]^{xxxiv}:

1. El período de tiempo 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 también, 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 aparejada 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.
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. 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. Pero para [Fernández Prosper, 1999]^{xxxv}, a diferencia de lo que se cree generalmente, 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.

Debido a la diversidad de factores cuantitativos y cualitativos que intervienen en las decisiones de inversión, la aplicación de la metodología de la Teoría de Valoración de Opciones (OPT), resulta de gran utilidad y presenta resultados muy satisfactorios.

La metodología de OPT permite flexibilizar la modelización de los proyectos, en el sentido de que posibilita la introducción de cambios futuros en las decisiones de inversión para su aprovechamiento concreto, o lo que es lo mismo, la flexibilidad para modificar decisiones anteriores cuando las condiciones cambian. Estas oportunidades adicionales se pueden diseñar como opciones, y por consiguiente, ser valoradas utilizando los modelos de valoración que aporta la OPT.

Sin embargo, es más difícil valorar *opciones reales* que opciones financieras. Son muchas las razones que explican las diferencias entre estos dos tipos de opciones. Entre otras, mencionaremos las siguientes:

- El equilibrio en los mercados financieros depende mucho de la eficiencia del arbitraje que existe entre ellos, lo que no se da en los mercados reales de productos.
- La medición de la volatilidad para las *opciones reales* es muy difícil debido a que no se dispone de los precios de cambio o cotizaciones para los activos reales.

La (tabla 1) muestra la diferencia de parámetros que influyen a la hora de valorar una opción financiera y una real.

Tabla 1. Diferencia de parámetros de Opciones.

Opción Financiera	Opción Real
- Precio del activo subyacente. - Precio de ejercicio. - Tipo de interés sin riesgo a CP. - Volatilidad del subyacente.	- Valores esperados de los flujos de caja. - Costo de la inversión. - Tasa de descuento con riesgo. - Volatilidad de los flujos de caja esperados.
- Tiempo hasta el vencimiento. - Dividendos u otros rendimientos. Su valor depende de la revalorización esperada del subyacente.	- Tiempo hasta el vencimiento. - Mantenimiento de la opción. Su valor depende de la revalorización esperada de los flujos de caja.

Estas y otras diferencias hacen que una *opción real* sea más difícil de valorar que una opción financiera. Pero aún así, la metodología OPT puede aplicarse a la valoración de opciones reales, a pesar de la dificultad de medida.

Al considerar las oportunidades de inversión desde el punto de vista de la valoración de opciones, será más fácil que los directivos reconozcan que:

- El VAN convencional puede infravalorar determinados proyectos al suprimir el valor de las opciones presentes en los mismos.
- Se pueden aceptar proyectos con VAN negativo si el valor de la opción asociada a la flexibilidad futura supera el VAN de los flujos de efectivo esperados del proyecto.
- La magnitud de la infravaloración y la medida en que los directivos podrían invertir, justificadamente, más de lo que dictan las reglas convencionales del VAN se pueden cuantificar mediante la teoría de opciones.

La existencia de *opciones reales* aumenta el valor de un proyecto de inversión, el cual puede determinarse como el valor del proyecto sin la opción, calculado de forma acostumbrada (por ejemplo, utilizando el VAN) más el valor de la opción:

$$\boxed{\text{Valor del proyecto} = \text{VAN} + \text{Valor de la opción}}$$

A mayor número de opciones e incertidumbre en su uso, mayor será el segundo término de la ecuación y mayor, por ende, el valor de la inversión. A veces, estas opciones se consideran informalmente como factores cualitativos al juzgar el valor de un proyecto. La consideración de las opciones de expansión, abandono o posponer la

inversión, pueden provocar que una decisión de rechazo de un proyecto de inversión se convierta en una decisión de aceptación, y que ésta a su vez se convierta en una decisión de posponer.

A continuación, presentamos varios tipos de *opciones reales* que comúnmente se pueden encontrar en los proyectos de inversión. Pero hemos de advertir que las opciones reales que se dan en la práctica son mucho más complejas y difíciles de modelizar que los ejemplos aquí presentados.

5.2 La opción de expansión, ampliación o crecimiento.

Las opciones de expansión recogen la posibilidad de incluir, dentro de un proyecto de inversión, oportunidades de inversión adicionales y discrecionales ligadas en ese momento a la vida del proyecto. Estas oportunidades incluirán, entre otras, aumentar la capacidad, introducir nuevos productos o adquirir otras empresas e incrementar los presupuestos en publicidad, investigación y programas de desarrollo comercial [García Machado, 2001]^{xxxvi}.

La 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. Dado que las decisiones de inversión de hoy pueden crear la base para las decisiones de inversión de mañana, las asignaciones de fondos realizadas en un año cualquiera son pasos vitales para el logro final de los objetivos estratégicos.

La opción de ampliar la producción o la escala operativa de un proyecto si las condiciones son favorables, o disminuirla si son desfavorables, es una *opción real* equivalente a una *opción de compra americana*. Debido a que la opción de expansión proporciona la posibilidad de realizar inversiones adicionales de seguimiento (como por ejemplo, aumentar la producción o realizar inversiones continuadas) si las condiciones son favorables, un proyecto que pueda ampliarse vale más que el mismo proyecto sin esa posibilidad.

La opción de expansión es difícil de evaluar en la práctica dada su complejidad. Por ejemplo, si se decide ejercerla ahora, puede que nos encontremos con un exceso de capacidad, por lo que sería mejor ampliar más adelante, pero esto trae consigo el diferimiento del logro de dicha capacidad, sin la cual no podríamos atender un aumento de la demanda y dejaríamos de obtener, desde hoy, sus correspondientes flujos de caja. A continuación se presentan dos opciones de expansión.

5.2.1 La opción de elegir el tamaño o dimensión.

Supongamos que la empresa ficticia de software y hardware PC Wizard S.A de C.V., está evaluando la posibilidad de construir una planta para la fabricación de discos duros de 60 Gb. El desembolso inicial será de \$3,750,000, y tendrá una capacidad de producción de 60,000 unidades mensuales. Los flujos de caja esperados para los próximos cuatro años serán de \$1,125,000 y tendrán un crecimiento del 5% anual como lo muestra la (tabla 2). Como resultado, el VAN esperado para este proyecto

sería negativo por \$780,786.26, por lo que se debería rechazar la inversión^{xxxvii} (ver tabla 3).

Tabla 2. Flujos de caja esperados.

AÑO	FLUJOS DE CAJA	FLUJO DESCONTADO	SUMA FLUJO DCTDO
0	-3,750,000	-3,750,000	-3,750,000
1	1,125,000	919,794	-2,830,206
2	1,181,250	789,620	-2,040,586
3	1,240,312	677,868	-1,362,719
4	1,302,328	581,932	-780,786

Tabla 3. Viabilidad económica del proyecto.

Número de años.	4
Tasa de descuento.	22.31%
V.P. Flujos de caja descontados.	2,969,213.74
Valor Actual Neto (VAN).	-780,786.26
Índice de Rentabilidad (IR).	-20.82%
Período de Recuperación (PER).	Más de 4 años
Tasa Interna de Retorno (TIR).	10.84%
Rentabilidad Neta (RN).	-11.47%

Sin embargo, si de aquí a dos años la demanda es alta, se podría ampliar la capacidad de la planta por \$3,000,000 que, junto con un aumento de la eficiencia, duplicaría los flujos de caja esperados, y como las opciones de expansión crean un crecimiento adicional en los negocios tradicionales, estos flujos crecerán en razón del 8% anualmente como lo muestra la (tabla 4). El VAN actualizado al momento 0^{xxxviii}, al 22.31% de rentabilidad mínima aceptada (TREMA^{xxxix}) sería de \$3,164,763.90 (ver tabla 5).

Tabla 4. Flujos de caja esperados.

AÑO	FLUJOS DE CAJA	FLUJO DESCONTADO	SUMA FLUJO DCTDO
0	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000
1	2,250,000	1,839,588	-1,160,412
2	2,430,000	1,624,360	463,948
3	2,624,400	1,434,314	1,898,262
4	2,834,352	1,266,502	3,164,764

Tabla 5. Viabilidad económica del proyecto.

Número de años.	4
Tasa de descuento.	22.31%
V.P. Flujos de caja descontados.	6,164,763.90
Valor Actual Neto (VAN).	3,164,763.90
Índice de Rentabilidad (IR).	105.49%
Período de Recuperación (PER).	1.71 años
Tasa Interna de Retorno (TIR).	71.09%
Rentabilidad Neta (RN).	48.78%

Esta oportunidad la tiene la empresa por realizar la inversión inicial (aunque ésta suponga un VAN negativo). Pero si no la realiza, no podrá ampliar en el segundo año y dejaría de obtener el VAN incremental de la ampliación si la demanda sube.

Por otro lado, si la demanda es baja, la empresa no ampliará y el VAN incremental sería, por definición, nulo.

En resumen, si la demanda fuera alta, se ejercería la opción de ampliar dentro de dos años, y si fuese baja, se dejaría que expirase sin valor. Una aproximación al valor de esta *opción real* podría determinarse en la (tabla 6).

Tabla 6. Valoración de la opción (*Black – Scholes*).

Precio del activo subyacente.	3,164,763.90
Precio de ejercicio.	3,000,000
Tiempo hasta la expiración (en años).	2
Tasa de interés sin riesgo a corto plazo.	11.35%
Volatilidad anualizada.	40.00%
Valor de la <i>opción de compra</i> .	1,060,852.80

Y el valor del proyecto sería de:

$$\text{Valor del proyecto} = -780,786.26 + 1,060,852.80 = \$280,066.54.$$

Como hemos podido observar, aun cuando el proyecto inicial tenía un VAN negativo, al valorar la opción de expansión, ésta lo ha compensado, por lo que debería aceptarse el proyecto.

Otro ejemplo similar a éste puede ser el caso de optar, inicialmente, por una distribución local, y si las condiciones son favorables, ir ampliando la cobertura de la misma en el ámbito regional, nacional o internacional.

5.2.2 La opción de realizar inversiones continuadas.

Las empresas, a menudo, denominan valor estratégico al de aquellos proyectos con VAN negativo llevados a cabo, ya que se dice que las inversiones de hoy pueden generar las oportunidades del mañana.

Supongamos ahora el siguiente ejemplo. La empresa de software y hardware PC Wizard S.A de C.V., está planteándose desarrollar una aplicación informática para la gestión integrada de redes de información. Dicha aplicación tendrá por nombre VirtualNet en su primera versión.

El costo inicial de la inversión, previsiones de los flujos de caja esperados y el análisis de viabilidad económica del proyecto, se presentan en las (tablas 7 y 8) respectivamente.

Tabla 7. Flujos de caja esperados.

AÑO	FLUJO DE CAJA	FLUJO DESCONTADO	SUMA FLUJO DCTDO
0	-948,750	-948,750	-948,750
1	502,837	411,117	-537,633
2	593,350	396,631	-141,002

Tabla 8. Viabilidad económica del proyecto.

Número de años.	2
Tasa de descuento.	22.31%
V.P. Flujos de caja descontados.	807,748.16
Valor Actual Neto (VAN).	-141,001.84
Índice de Rentabilidad (IR).	-14.86%
Período de Recuperación (PER).	Más de 2 años
Tasa Interna de Retorno (TIR).	9.90%
Rentabilidad Neta (RN).	-12.41%

En esta tabla, podemos observar cómo el VAN del proyecto VirtualNet v.1 es negativo en \$141,001.84, ya que no alcanza la rentabilidad mínima aceptada del 22.31% durante los dos años de duración prevista (muy corta, debido a que se trata de un mercado donde la obsolescencia tecnológica es muy elevada). Observamos también cómo la TIR del proyecto es del 9.90% que no supera la rentabilidad mínima exigida, por lo que la rentabilidad relativa neta es negativa en un 12.41%.

A todas luces, con el análisis de viabilidad clásico que se ha realizado, se debería rechazar el proyecto de inversión. Y no debería considerarse factible para la empresa, ya que, en vez de añadir valor a la misma, lo disminuiría. Sin embargo, la dirección de ésta, piensa que el proyecto hay que realizarlo necesariamente por razones estratégicas. ¿Cuál es este elemento intangible que la dirección está considerando y el modelo utilizado no?. Reflexionemos un poco. El desarrollo de VirtualNet v.1 posibilita que la empresa pueda lanzar al mercado, dentro de dos años, la versión 2 (v.2), si las condiciones son favorables y la experiencia ha merecido la pena.

Esta posibilidad es una opción que tiene por realizar la versión 1, pero que no tendría, si no la llevase a cabo. Esto no significa que VirtualNet v.2 vaya a ser rentable o que se sea optimista en cuanto a la evolución del mercado. La inversión en VirtualNet v.2 puede ser buena o mala, depende de las condiciones futuras del mercado y eso es precisamente lo valioso de realizar el proyecto VirtualNet v.1, la oportunidad que brinda a la empresa, dada la incertidumbre del mercado, para invertir en VirtualNet v.2, si merece la pena, o abandonarlo en caso contrario. Es decir, la inversión 1 lleva aparejada la *opción de compra* de la versión 2, y la 2 lleva aparejada la *opción de compra* de la 3, y así sucesivamente. Esta *opción de compra*, es la fuente real del valor estratégico y su valor puede compensar el VAN negativo de VirtualNet v.1.

En las inversiones continuadas la realización de la primera inversión lleva consigo el valor de una *opción de compra* sobre la segunda, y así sucesivamente, por lo que puede asimilarse a la adquisición de una *opción de compra* y aplicársele, para su valoración, los modelos de valoración de opciones como el de *Black - Scholes*. Por tanto, el valor total del proyecto VirtualNet v.1 será su propio VAN más el de la opción anexa a él, tal y como se expresó en la ecuación anterior^{xl}.

A continuación se valorará esta *opción de compra*, pero para ello hay que suponer lo siguiente:

- Para el precio actual del subyacente (en este caso el proyecto VirtualNet v.2), hemos descontado al 22.31% (rentabilidad mínima aceptada) los flujos de caja previstos para VirtualNet v.2, los cuales se han asimilado a los dos de VirtualNet v.1 incrementados en un 50% (ver tabla 9). Esto da como resultado un valor actual neto de \$737,247.24 (ver tabla 10).
- Para el precio de ejercicio (en este caso, la inversión en VirtualNet v.2), consideramos que ésta ha de realizarse dentro de dos años y su costo, que será fijo, un 50% que el de VirtualNet v.1. Es decir, un importe de \$474,375 como lo muestra la (tabla 9).
- Para la volatilidad prevista, un 40% por tratarse de un sector sometido a una gran innovación tecnológica y, por lo tanto, con ciclos de vida de los productos muy cortos.
- Tasa libre de riesgo a corto plazo del 11.35%.^{xlii}

Tabla 9. Flujos de caja esperados.

AÑO	FLUJO DE CAJA	FLUJO DESCONTADO	SUMA FLUJO DCTDO
0	-474,375	-474,375	-474,375
1	754,256	616,675	142,300
2	890,025	594,947	737,247

Tabla 10. Viabilidad económica del proyecto.

Número de años.	2
Tasa de descuento.	22.31%
V.P. Flujos de caja descontados.	1,211,622.24
Valor Actual Neto (VAN).	737,247.24
Índice de Rentabilidad (IR).	155.41%
Período de Recuperación (PER).	Más de 2 años
Tasa Interna de Retorno (TIR).	137.87%
Rentabilidad Neta (RN).	115.56%

Tabla 11. Valoración de opciones (*modelo Black – Scholes*).^{xliii}

Precio del activo subyacente.	737,247.24
Precio de ejercicio.	474,375.00
Tiempo hasta la expiración (en años).	2
Tasa de interés sin riesgo a corto plazo.	11.35%
Volatilidad anualizada.	40.00%
Valor de la <i>opción de compra</i> .	372,471.73

Como podemos observar en la (tabla 11), el valor de la *opción de compra*, aplicando el modelo Black – Scholes, es de \$372,471.73, que compensa el VAN negativo de \$141,001.84. O sea, el valor total del proyecto incluido el valor de la opción anexa a él es de \$231,469.89.

Lo realmente interesante en este ejemplo no es que hayamos sobrevalorado el segundo proyecto para compensar el primero y, de este modo, hacerlo viable. Dada la incertidumbre del mercado, existe la posibilidad de que el segundo proyecto sea muy interesante para la empresa. La posibilidad de hacerlo efectivo vale \$372,471.73. En este caso, la *opción real* es equivalente a la compra de una opción *call* europea con valor intrínseco (esto es, *in the money*), y con un valor - tiempo correspondiente a los dos años que aún le quedan hasta la realización del proyecto VirtualNet v.2. Si en dicha fecha no merece la pena desarrollarlo, la opción expirará sin valor.

En consecuencia, la utilidad de la metodología OPT radica, en este caso, en que nos ha permitido asimilar las oportunidades de inversiones continuadas con la compra de opciones *call* y, de este modo, poder aplicar las técnicas de valoración de opciones a la valoración de elementos "intangibles".

5.3 La opción de abandono.

En muchas ocasiones, los directivos son propensos a elegir determinados proyectos que, aun siendo menos rentables que otros, tienen la ventaja "intangible" de su mayor flexibilidad. Por ejemplo, en el uso de diferentes tecnologías, localizaciones o la posibilidad de liquidar el proyecto en cualquier momento por un valor de venta superior a lo que se esperaría obtener si se continúa con su explotación. En este último supuesto, el valor de esa mayor flexibilidad puede concretarse tratándola como si fuera una *opción de venta*.

La razón económica del abandono es la misma que la de la inversión. Se debe desinvertir cuando el proyecto no se justifica económicamente. Una vez que el proyecto ya no es rentable, la empresa recortará sus pérdidas y ejercerá esta opción de abandonar el proyecto. Esta *opción real* de liquidación proporciona un seguro parcial 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, no es una opción de venta sencilla: el proyecto proporciona unos flujos de caja inciertos y tiene un valor residual también incierto, y esto complica enormemente el procedimiento de solución.

Algunos activos se pueden liquidar más fácilmente que otros. Por ejemplo, los activos tangibles son, normalmente, más fáciles de vender que los intangibles. Tener un mercado de segunda mano con la suficiente liquidez, estandarización de los equipos, amplio uso, costos de desmantelamiento, etc., son otros de los aspectos a favor y en contra que deben tenerse en cuenta.

El valor total de un proyecto debe considerar su 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 a considerar en el análisis del valor de abandono:

1. La necesidad de tenerlo en cuenta, de alguna forma, en la decisión de inversión.
2. La determinación del momento o intervalo de tiempo en el que dicho valor de abandono alcanza su máximo valor.

El valor total del proyecto serían sus propios flujos de caja más el valor de la *opción de venta*. Cuando el valor presente del proyecto disminuye por debajo del valor de liquidación, el acto de abandonar o de vender el proyecto es equivalente al ejercicio de la opción de venta, toda vez que el valor de liquidación del proyecto fija un límite inferior al valor de éste y el ejercicio de la opción es conveniente. Por consiguiente, un proyecto que pueda ser liquidado vale más que el mismo proyecto sin la posibilidad de abandono.

Un ejemplo claro de una secuencia o serie de opciones de abandono la compondría un proyecto típico de I&D^{xliii}, donde según los éxitos o los fracasos de los experimentos que ocurran en cada fase, éste podría continuar o abandonarse (con un valor de cero). En general, un proyecto debería ser abandonado cuando:

- a) Su valor de abandono exceda el valor presente de los flujos de caja futuros.
- b) Sea mejor abandonarlo ahora que después (momento óptimo de abandono).

La opción de abandono, como se mencionaba, es una *opción americana* cuyo ejercicio sería generalmente óptimo y, el momento del ejercicio anticipado debe determinarse conjuntamente con el valor de abandono.

El valor de la opción de abandono es importante en relación con el control continuado de los proyectos, una vez que han sido emprendidos. La decisión de continuar o vender (abandonar) en algún momento futuro de la vida del proyecto (momento óptimo de abandono) depende de la situación en que se encuentre en cada período. Dicho momento óptimo no es conocido cuando se emprende el proyecto, sino que dependerá de su ulterior evolución. Hay veces en que es más ventajoso abandonar un proyecto que seguir con él (aún cuando su VAN siga siendo positivo). No olvidemos que el análisis del VAN presupone, implícitamente, que se mantendrá el proyecto hasta el final del horizonte temporal, sin importar lo que ocurra en el futuro.

La regla tradicional de la decisión de abandono consiste en que un proyecto debería ser abandonado en el primer año en el cual el valor de abandono sea superior al valor presente de los restantes flujos de caja. Sin embargo, más recientemente, se ha hecho evidente que esta regla de decisión puede no dar como resultado una decisión óptima, y el abandono en una fecha posterior podría conducir a un VAN todavía mayor.

Per esto, la regla óptima de abandono consiste en determinar la combinación de flujos de caja por operaciones restantes y el valor futuro de abandono que tengan un mayor VAN esperado. Sin embargo, esta regla es difícil de implantar, especialmente cuando la vida del proyecto es larga y existen numerosas oportunidades futuras de abandono (es como si, con la metodología OPT, tuviésemos que valorar una *opción de venta americana* sobre una acción que pagara dividendos).

A continuación se presenta un ejemplo con el que se trata de ilustrar esta *opción real*.

Supongamos que la empresa PC Wizard S.A. de C.V., está planeando la fabricación de monitores de ordenador, a los que denominará VisionClear. Si las cosas van bien y el

producto es aceptado por la clientela, se prevé que el valor del proyecto (sus correspondientes flujos de efectivo futuros descontados al momento 0) dentro de un año sea de \$5,130,000, pero si las cosas van mal, su valor sería de tan sólo \$3,060,000, y la probabilidad estimada que esto ocurra es de un 50%. Por tanto, el valor esperado para el proyecto en el primer año es de \$4,095,000, que descontado a un costo de capital del 22.31%, se obtiene un valor actual neto de \$3,348,050.04.

Hasta aquí, no hemos contemplado la opción del posible abandono si los monitores no se venden. Para ello, supongamos que se puede vender el negocio, en el primer año (fecha fija), a la empresa nacional líder del sector de aparatos de televisión, por \$3,150,000, si las cosas van mal. En cuyo caso la empresa PC Wizard S.A. de C.V., haría mejor abandonando el proyecto por \$3,150,000 que seguir con un negocio cuyo valor es de \$3,060,000 en dicho año.

En este ejemplo la *opción real* de vender, si las cosas van mal, en una determinada fecha, es formalmente equivalente a una *opción de venta europea* sin valor intrínseco (esto es, out of the money). Y para poder valorar ahora el proyecto, con la *opción real* de abandonar, tenemos que valorar dicha *opción de venta* y añadírsela al valor que tenía el proyecto sin esta *opción de venta*.

Los datos necesarios para valorar la *opción de venta* son los siguientes:

- Valor actual del negocio sin la *opción de venta*: \$3,348,050.04.
- Precio de ejercicio de la opción: \$3,150,000.
- Vencimiento: 1 año.
- Tipo de interés sin riesgo: 11.35%.
- Volatilidad estimada del 30%.

Con estos datos y utilizando el modelo de *Black - Scholes*, el valor de la opción de abandono, según se recoge en la tabla posterior, sería de \$164,698.59, y el valor total del proyecto de: $3,348,050.04 + 164,698.54 = \$3,512,748.58$.

Valoración de opciones (modelo *Black - Scholes*).

Precio del activo subyacente.	3,348,050.04
Precio de ejercicio.	3,150,000.00
Tiempo hasta la expiración (en años).	1
Tasa de interés sin riesgo a CP.	11.35%
Volatilidad anualizada.	30.00%
Valor de la <i>opción de venta</i> .	164,698.59

Antes de terminar lo referente a este apartado haremos un apunte con relación a las denominadas inversiones irreversibles y la opción de abandono. Aunque es claro que toda inversión puede ser abandonada, sucede que en ciertos proyectos de inversión, dado su carácter estructural, ya vienen determinados, a su vez, el tipo de proyectos futuros que pueden realizarse y la empresa no puede plantearse abandonarlos sin incurrir en graves costos.

En estos casos, la opción de abandono nunca se podrá ejercer. En realidad, dicha opción se pierde. Por ello, el valor de una inversión irreversible debería tener menor valor que otra con la posibilidad de abandono. Exactamente, el de la pérdida de la

opción de abandono. Por lo tanto, el valor de esta opción debería incluirse como un componente más del coste inicial. Dado que, al ser irreversible la inversión, la empresa pierde la opción de abandonarla, la decisión de invertir no se podrá adoptar sobre la regla clásica por la que una inversión puede emprenderse cuando su VAN sea mayor que cero. Ahora el VAN debería ser mayor que el valor de la opción de abandono, entendida ésta como un coste de oportunidad (por realizar la inversión se pierde la oportunidad de abandonarla).

5.4 La opción de reducción.

La opción para reducir la escala operativa de un proyecto es otra *opción real* formalmente equivalente a una *opción de venta americana*. Dado que la opción de reducción proporciona a los directivos el derecho, pero no la obligación, de reducir el tamaño de las operaciones si las condiciones resultan desfavorables, un proyecto que pueda ser reducido vale más que el mismo proyecto sin esa oportunidad. Por ejemplo, una compañía petrolífera puede decidir cerrar en el futuro algunos de sus pozos si los precios no son favorables.

Muchos proyectos, como el de este ejemplo, pueden ser diseñados (por módulos), de tal forma que se pueda reducir la producción o el tamaño en el futuro, si las condiciones no son las adecuadas. La reducción o disminución del tamaño del proyecto equivale al ejercicio de la opción de venta.

5.5 Opciones de intercambio.

Ésta es una de las clases de *opciones reales* más generales que pueden encontrarse. La opción para intercambiar las operaciones de un proyecto es una cartera de opciones que consiste tanto en una *opción de compra* como de *venta*. Reiniciar las operaciones cuando previamente se han cancelado es equivalente a una *opción de compra americana*. De manera similar, la cancelación de las operaciones previamente iniciadas, cuando las condiciones son desfavorables, equivale a una *opción de venta americana*. El costo de reiniciar o de detener las operaciones puede concebirse como el precio de ejercicio de la *opción de compra* o de *venta*.

Existen muchos ejemplos de este tipo de *opciones reales*, como la producción por pedidos en la industria de la subcontratación. Por ejemplo para el caso de una mina de oro, el valor de ésta dependerá de la capacidad de la gerencia para cerrarla, si el precio del oro es menor a un precio determinado, y reabirla posteriormente, si las condiciones son favorables.

Un proyecto en el que las operaciones puedan ser reiniciadas o detenidas (o por ejemplo, intercambiadas entre dos localizaciones diferentes) vale más que el mismo proyecto sin esa posibilidad. Un sistema de producción flexible que pudiese utilizar los mismos activos para fabricar dos productos diferentes, en función de la estación (verano e invierno) o de la moda, sería otro ejemplo de este tipo de opción.

La ventaja de valorar las opciones de intercambio radica en que proporciona, además, indicios sobre las fechas en las que económicamente es más conveniente reabrir y cerrar las actividades. En determinadas ocasiones, puede incurrir que, una vez reiniciadas las operaciones, sea más conveniente seguir adelante que detenerlas (aunque el precio de venta sea inferior al precio del coste del producto), debido a un costo de cierre mayor. O, al contrario, que una vez detenidas las operaciones, sea más conveniente continuar con el cierre que reabrir (aunque el precio de venta supere al precio de coste del producto), debido a un coste de reapertura mayor. Es decir, el costo de cierre o de reapertura (precios de ejercicio) establecen los límites a tener en cuenta para la adopción de una decisión óptima. Esto es, no reabrir hasta que los precios no superen un mínimo, o no cerrar hasta que los precios no bajen un máximo.

5.6 Opciones estratégicas.

En ocasiones las empresas implementan nuevos proyectos de inversión sólo para explorar y evaluar futuras y potenciales estrategias de negocios. Este tipo de proyectos son difíciles de analizar con los modelos basados en los flujos de caja descontados, ya que la mayor parte de los beneficios se reciben en forma de opciones para acciones futuras relacionadas con el negocio.

Los proyectos que crean este tipo de opciones quizá sean muy valiosos, pero resulta difícil medir dicho valor. El ejemplo típico son los proyectos de I&D, muy importantes y valiosos para muchas empresas porque crean opciones para nuevos productos y procesos de fabricación.

Otro ejemplo característico es el de los programas piloto. En estos casos, el programa piloto es una opción valiosa para la dirección. La empresa no está obligada a tener un programa piloto, pero es posible que el nuevo producto o proceso no sea exitoso y, en este caso, el gasto de la operación piloto podría haber ayudado a la empresa a evitar un costoso fracaso. Es como introducir primero un dedo en el agua, para conocer la temperatura antes de meterse en la piscina, tal y como lo apuntan [Brealey y Myers, 1996]^{xliv}.

5.7 Valoración de la empresa.

En los apartados anteriores se analiza el tratamiento que puede dársele a las decisiones de inversión en la empresa utilizando la metodología OPT. En este punto expondremos su utilidad para valorar una fuente de financiamiento [García Machado, 2001]^{xliv}.

Siempre que una empresa se endeuda, implícitamente, está creando una opción. La razón se debe a que la empresa no está "obligada" a pagar la deuda en la fecha de vencimiento. Si en dicho momento, el valor de los activos es menor que el de la deuda, la empresa optará por no pagar y los prestamistas (tenedores de bonos) se quedarán con los activos de ésta. Por consiguiente, cuando una empresa pide un préstamo, el prestamista adquiere de hecho parte de la empresa y los accionistas tienen la opción de recomprarla pagando la deuda.

Los accionistas de una empresa que ha emitido deudas tienen el derecho, pero no la obligación, de mantener el valor de la compañía hasta la fecha de vencimiento de la deuda y de liquidar dicha deuda. Aunque, desde luego, también podrían optar por aceptar la quiebra. Planteado desde este punto de vista, el capital propio en una empresa apalancada es una *opción de compra* con un precio de ejercicio igual al valor de la deuda.

Para facilitar la explicación, vamos a suponer que nuestra ya conocida empresa PC Wizard S.A. de C.V., sólo tiene dos fuentes financieras: capital propio, representado por acciones ordinarias, que no pagan dividendos, cuyo valor de mercado o cotización es (S), y deuda, representada por una emisión de bonos cupón cero^{xlvi} de valor nominal (D), con vencimiento a los (T) años y cuyo valor actual de mercado es (B). Dicha emisión se encuentra garantizada por los activos de la empresa.

Partiendo de estos supuestos podemos replicar la posición de los accionistas y obligacionistas con la del comprador y emisor de una *opción de compra europea* sobre el valor de la empresa en su conjunto (que sería el activo subyacente en este caso), con precio de ejercicio el valor nominal de los bonos (D), y fecha de expiración a los (T) años. La interpretación de esta opción sería la siguiente: en el momento de la emisión de la deuda, los accionistas "venden" la empresa a los obligacionistas a cambio de dinero en efectivo más una *opción de compra* sobre la empresa con las características ya mencionadas.

En el momento del vencimiento (T), los accionistas pueden optar por:

- Hacer frente a sus compromisos pagando el nominal de la deuda y recuperando la empresa, cuyo valor es (V). Esto ocurrirá cuando (V) sea mayor que (D), con lo que la posición neta de los accionistas será (V - D).
- No hacer frente a sus compromisos y aceptar la quiebra. Esto sucederá cuando el valor de la empresa (V) sea inferior al nominal de la deuda. En realidad, los accionistas tienen que hacer frente al pago de la deuda, pero si no pueden devolver el nominal de la misma, los accionistas pierden la empresa y los obligacionistas se quedan con la propiedad de ésta. En este caso, los accionistas dejan que la *opción de compra* expire sin valor y su posición neta es nula (pagan la deuda con el valor de la empresa).

De este modo, se presenta una situación real con la posición de un comprador de opciones de compra de tipo europeo y, ahora, podemos aplicar la metodología y los modelos de valoración de la OPT.

Un sencillo ejemplo de nuestra empresa PC Wizard S.A. de C.V., nos ayudará a comprender lo anterior.

Supongamos que esta empresa tiene un pasivo compuesto sólo por capital propio y deuda (bonos cupón cero), que vencerá dentro de cuatro años, con un valor nominal de \$4,000,000. El valor actual de la empresa es de \$8,000,000, la varianza de los rendimientos sobre el valor de la empresa (volatilidad) es del 30% y la tasa libre de riesgo del 11.25%. Podemos utilizar el modelo *Black - Scholes* para calcular el valor de una *opción de compra europea*, en este caso *in the money* (cuando el precio del subyacente supera al de ejercicio de la opción).

Valoración de opciones (modelo *Black - Scholes*).

Precio del activo subyacente.	8,000,000
Precio de ejercicio.	4,000,000
Tiempo hasta la expiración (en años).	4
Tasa de interés sin riesgo a corto plazo.	11.25%
Volatilidad anualizada.	30.00%
Valor de la <i>opción de compra</i> .	5,420,654.13

El resultado de \$5,420,654.13, es el valor del capital propio y, por diferencia, el valor de mercado de la deuda es de \$2,579,345.87 (inferior a su valor nominal de \$4,000,000), ello se debe a que el valor total de la empresa al vencimiento de la deuda se reparte entre accionistas y acreedores o tenedores de bonos.

Si al vencimiento (V) es mayor que (D), los accionistas ejercen su opción de recomprar la empresa pagando la deuda y se quedan con (V-D), y los obligacionistas reciben (D). Por el contrario, si al vencimiento (V) es menor que (D), los accionistas dejan que la *opción de compra* expire sin valor y los obligacionistas se quedan con la empresa por su valor (V). El balance de la empresa PC Wizard S.A de C.V., en valores de mercado podría expresarse de la siguiente forma:

Balance de PC Wizard S.A de C.V. (valores de mercado).

Valor del activo 8,000,000	Capital propio (valor de las acciones) = Valor de la <i>opción de compra</i> .	5,420,654.13
	Deuda (valor de los bonos) = Valor del activo - Valor de la <i>opción de compra</i> .	2,579,345.87
	Valor de la empresa = Valor del activo	8,000,000

Las opciones raras veces vienen con instrucciones de uso. A menudo, la parte más difícil del problema es identificar la opción. Probablemente, muchos de nosotros no nos percatamos de la existencia de opciones ocultas hasta que se nos indica dónde se encuentran. Es por eso, en este trabajo se presenta una introducción general al tema de *opciones reales*, dejando siempre abierta la posibilidad de futuras investigaciones sobre el mismo.

CONCLUSIONES.

El haber concluido satisfactoriamente el presente trabajo en este año y medio de investigación, es sin duda el logro de una de mis metas. Librando algunas limitantes se pudo llegar a las conclusiones siguientes.

Se comprobó la gran flexibilización de operación de las opciones financieras y el cómo las empresas pueden utilizarlas para realizar la cobertura del riesgo cambiario.

Ante la latente incertidumbre y riesgo que priva en los mercados financieros, hay que identificar claramente la operación financiera que se desea cubrir, así como el conocer las respuestas que podemos dar ante los movimientos del mercado, pero sin duda no hay que dejar de tener las alternativas posibles, porque esto nos dará una visión más exacta de cómo debemos actuar.

Siendo el mercado de instrumentos financieros derivados en cierta medida complejo, se recomienda recurrir al asesoramiento de un experto en la materia, el cuál nos proporcionará la información sobre sus normas de funcionamiento, comisiones que cobra y depósitos de garantía exigidos.

Una vez realizada la cobertura que deseamos, es recomendable dar un seguimiento constante a la operación para poder reaccionar rápidamente en caso de un movimiento adverso del mercado.

Asimismo, podemos resumir las técnicas de cobertura de variaciones del tipo de cambio con opciones financieras de la manera siguiente:

- Si se quiere administrar el riesgo de una caída del tipo de cambio (apreciación de la moneda nacional), cuando se tienen cuentas por cobrar, tenemos que entrar al mercado comprando una opción *put*.
- Si se quiere administrar el riesgo de un alza en el tipo de cambio (depreciación de la moneda nacional), cuando se tienen cuentas por pagar, tenemos que entrar al mercado comprando una opción *call*.
- Si se quiere especular (asumir el riesgo a cambio de una ganancia) ante una caída del tipo de cambio, tenemos que entrar al mercado vendiendo una opción *call*.
- Si se quiere especular (asumir el riesgo a cambio de una ganancia) ante un alza del tipo de cambio, tenemos que entrar al mercado vendiendo una opción *put*.

Por otro lado, observamos la eficacia del enfoque de las *opciones reales* como una alternativa que deben tomar en cuenta los directivos financieros para valorar sus proyectos, y no dejar "escapar" las oportunidades de negocio que están latentes en este mundo altamente cambiante.

En conclusión, el hacer uso de las herramientas o modelos clásicos de valoración de proyectos de inversión, salen a relucir algunas desventajas que resumimos a continuación:

- La determinación de la Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptada (TREMA). Para calcularla debemos tener en cuenta tres factores principales: Hay que considerar la inflación prevaleciente en la economía, considerar la tasa de interés sobre inversiones a largo plazo y se debe considerar el costo ponderado de capital de las diferentes alternativas de financiamiento del proyecto.
- Estas herramientas no son válidas para hacer una comparación de inversiones con diferente duración.
- En determinados casos la TIR es inconsistente (en los proyectos mutuamente excluyentes). Lo que puede conducir a decisiones incorrectas.
- Cómo determinar la vida del proyecto u horizonte temporal, puesto que este enfoque requiere un punto de corte arbitrario.
- Cuando se tienen flujos de efectivo no convencionales (flujos de efectivo positivos y negativos), se tienen tasa de rendimiento múltiples (TIR múltiple).
- Estos modelos resultan ineficaces en algunos proyectos que contienen factores estratégicos difíciles o hasta imposibles de incluir en la rigidez que ocasiona la estructura de flujos de efectivo periódicos a lo largo de un horizonte de planificación también fijo.
- Los flujos de caja descontados asumen implícitamente que las empresas mantienen los activos reales pasivamente, y no añaden valor a éstos al no tener respuesta a las circunstancias cambiantes, es decir, actuar de una manera si las condiciones son favorables o actuar a la inversa si son desfavorables.
- El análisis del VAN subestima o infravalora el valor de un proyecto al no considerar los beneficios de la flexibilidad operativa y otros factores estratégicos tales como el seguimiento de las inversiones.

Hasta aquí se ha expuesto la rigidez que caracteriza estos modelos clásicos de valoración de proyectos de inversión, es decir, una vez lanzado el proyecto ya no se pueden modificar sus conceptos básicos. Pero en la realidad esto no sucede así, debemos hacer cambios conforme nuestro proyecto se desarrolle, así como tener un mayor margen de actuación, es por eso, a continuación se resumen las ventajas de utilizar el enfoque de las *opciones reales*.

- Este enfoque dota de gran flexibilidad de operación a los proyectos, no sólo a aquellos que están en desarrollo, también a los proyectos que ya han sido lanzados al mercado, teniendo así un aumento de valor.
- Las *opciones reales* ayudan a la toma de decisiones en un ambiente dinámico.
- La Teoría de Valoración de Opciones permite flexibilizar la modelización de los proyectos, posibilita la introducción de cambios futuros en las decisiones de inversión para un mejor aprovechamiento, es decir, modificar decisiones anteriores cuando las condiciones cambian.
- Este enfoque compensa la infravaloración del proyecto que es presentado por el VAN, debido a que toma en cuenta las opciones presentes en los mismos.

- Se pueden aceptar proyectos con VAN negativo, si el valor de la opción asociada a la flexibilidad futura supera el VAN de los flujos esperados del proyecto.
- Los directivos financieros pueden invertir en mayor medida más de lo que nos presentan las reglas convencionales del VAN, siempre justificados por la Teoría de Valoración de Opciones.
- La existencia de *opciones reales* aumenta el valor de un proyecto de inversión.
- Si se toman en cuenta las opciones que están implícitas en los proyectos y se evalúan correctamente, se pueden obtener grandes beneficios que les permitirán a las empresas estar por encima de sus competidores.
- Los directivos conocen que se necesitan nuevas herramientas de valoración que se adapten a sus necesidades de inversión, por lo cual, el enfoque de las *opciones reales* viene a reforzar los proyectos de inversión y tratar de cubrir estas necesidades.
- Los directivos financieros le deben perder el miedo a la incertidumbre y sacarle el mejor provecho, porque si identifican y usan las opciones para responderle, pueden aumentar significativamente el valor de sus activos.

Muchas empresas ven truncados sus proyectos de inversión por basarse única y exclusivamente en las herramientas tradicionales de valoración, y por ende, se están limitando a formar parte activa del mercado. Es por eso, que deben dinamizar su área financiera, para tener en cuenta los cambios económicos y financieros. El mundo cambia, pero sus proyectos no lo hacen. Este es el problema fundamental que se debe superar.

Sirva este estudio como base para posteriores investigaciones sobre el tema.

NOTAS DE TEXTO.

ⁱ Activo Subyacente es un bien o índice de referencia, objeto de un Contrato de Futuro o de un Contrato de Opción, concertado en la Bolsa de Derivados.

ⁱⁱ En este trabajo se utilizará el dólar estadounidense como activo subyacente para ejemplificar la Teoría de Valoración de las Opciones Financieras.

ⁱⁱⁱ Un mercado Forex es un mercado de divisas o mercado cambiario.

^{iv} Para más información de opciones de divisas se puede consultar la siguiente dirección electrónica: <http://www.phlx.com>

^v DIEZ DE CASTRO Luis y MASCAREÑAS Juan. "Ingeniería Financiera. La Gestión en los Mercados Internacionales". Ed. McGraw Hill, España 1994.

^{vi} También conocido como mercado *Over The Counter* (OTC).

^{vii} Los términos "precio", "prima", "premio" y "valor" de una opción son equivalentes.

^{viii} En los siguientes ejemplos se toma como base los presentados en el libro "Las Nuevas Finanzas en México", los cuáles se actualizan tomando en consideración el desarrollo actual de los mercados: MANSELL Carstens Catherine. "Las Nuevas Finanzas en México". Ed. Milenio - IMEF - ITAM, México 1996, págs. 361-378.

^{ix} Para más información acerca de los contratos estandarizados sobre divisas, dirigirse a la siguiente dirección electrónica: <http://www.phlx.com/products/standard.html>.

^x GARMAN y KOHLAGEN. "Foreign Currency Option Values". Journal of International Money and Finance, Diciembre 1983, pp: 231-237.

^{xi} COX, J; ROSS, S y RUBINSTEIN, M. "Option Pricing a Simplified Approach". Journal of Financial Economics, No. 7, Septiembre 1979, Pp: 229-263.

^{xii} DIEZ DE CASTRO Luis y MASCAREÑAS Juan. "Ingeniería Financiera. La Gestión en los Mercados Internacionales". Ed. McGraw Hill, España 1994.

^{xiii} En este trabajo se anexa un programa informático en Excel v.97 y soportado en ambiente Windows 95, para valorar opciones *call* y *put*, ya sea americanas o europeas, el cual nos simplifica enormemente los cálculos matemáticos, facilitando así una mayor comprensión del tema. Nos estamos refiriendo al archivo llamado OPT1.xls. Por ahora no hemos ilustrado como funciona, debido a que es una solución informática muy fácil de utilizar y de aplicar. Aún así, en el disco se anexan las instrucciones correspondientes. Este modelo ha sido realizado sobre un SmartMaster programado por KMT Software Inc., KMT Software es el responsable de varios productos complementarios distribuidos por Lotus con el nombre de Lotus Selects. Se presenta con algunas modificaciones personales, respecto a la versión original. KMT Software Inc., ha colaborado estrechamente con Lotus en el desarrollo de Lotus SmartMaster Collection, un conjunto de plantillas compuesto por docenas de SmartMasters que le ayudarán, entre otras tareas, a gestionar sus negocios y sus finanzas o planificar mejor sus actividades.

^{xiv} El Valor Actual Neto (VAN), es una herramienta de valuación estándar.

^{xv} Si se requiere profundizar más acerca de este tema, dirigirse a: <http://www.realoptions.com>

^{xvi} Conocer por algunos indicios lo futuro. Un suceso que puede o no pasar.

^{xvii} Anunciar por revelación, ciencia o conjetura, algo que ha de suceder.

^{xviii} La desviación estándar es una medida del rango de resultados.

^{xix} Todos los cálculos que se presentan de aquí en adelante, están simulados en el modelo informático anexo a este trabajo. En este caso hemos utilizado el archivo denominado VAN_TIR1.xls.

^{xx} A partir de este momento se recomienda seguir los ejercicios apoyándose en la solución informática.

^{xxi} Los flujos de caja son estimados con un crecimiento del 5% anual.

^{xxii} Al tomar en cuenta la opción de crecimiento del proyecto los flujos de efectivo esperados ahora crecerán a una tasa anualizada del 5%, debido a que las opciones otorgan un crecimiento adicional al valor de los proyectos.

^{xxiii} Estos modelos son analizados en el capítulo 2, pág. 26-32.

^{xxiv} Una vez que se tienen asimilados los conceptos que a continuación se presentan, podemos volver a utilizar nuestra solución informática anexa a este trabajo. En el archivo denominado VAN – TIR1.xls, se presenta un modelo para valorar un proyecto de inversión utilizando las herramientas tradicionales. Como hemos mencionado es un programa muy fácil de utilizar, debido a que esta soportado en un ambiente computacional en el que todos estamos familiarizados como lo es Excel v.97. Este modelo ha sido realizado sobre un SmartMaster programado por KMT Software Inc., KMT Software es el responsable de varios productos complementarios distribuidos por Lotus con el nombre de Lotus Selects.

^{xxv} BACA Urbina G. "Evaluación de proyectos". Ed. McGraw Hill, México 1989.
ILPES. "Guía para la Presentación de Proyectos". Ed. Siglo XXI, México D.F., 1979.

^{xxvi} En los ejemplos que presentamos en el Capítulo 5, utilizaremos la siguiente fórmula para el cálculo de la TREMA = $\{[(\text{inflación } (\pi) + \text{tasa de interés libre de riesgo } (\iota) + \text{prima } (\rho))] * [(\pi * \iota * \rho)]\}$.

^{xxvii} BREALEY Richard y MYERS Stewart. "Fundamentos de Financiación Empresarial". 5ª ed. Ed. McGraw – Hill, Madrid España, 1998, pág. 427.

^{xxviii} También llamadas Opciones Administrativas.

^{xxix} VAN Horne, J. "Administración Financiera". 9ª ed. Ed. Prentice – Hall Hispanoamericana, México 1993, pág. 204.

^{xxx} GARCÍA Machado Juan. "Opciones Reales. Aplicaciones de la Teoría de Opciones a las Finanzas Empresariales". Ed. Pirámide, Madrid España 2001.

^{xxxi} OPT por sus siglas en inglés (Option Pricing Theory).

^{xxxii} ROSS, WESTERFIELD y JORDAN. "Fundamentos de Finanzas Corporativas". 5ª ed. Ed. McGraw Hill, Madrid España 2000, pág. 371.

^{xxxiii} AMRAM Martha y KULATILAKA Nalin. "Real Options. Managing Strategic Investment in an Uncertain World". Ed. HBS – Press, Estados Unidos 1998, págs. 155-161.

^{xxxiv} KESTER W.C. "Today's options for tomorrow's growth". Harvard Business Review; marzo – abril 1984, pág. 154.

^{xxxv} FERNÁNDEZ Prosper. "Valoración de Empresas a partir de la Teoría de Opciones". Diario Expansión, 28 de mayo de 1999.

^{xxxvi} GARCÍA Machado Juan. "Opciones Reales. Aplicaciones de la Teoría de Opciones a las Finanzas Empresariales". Ed. Pirámide, Madrid España 2001.

^{xxxvii} El cálculo del VAN ha sido realizado considerando una rentabilidad mínima aceptada del 22.31%.

^{xxxviii} En este momento el año cero de la nueva inversión de la opción de expansión es precisamente el año en el cuál se realiza dicha inversión.

^{xxxix} Los datos para el cálculo de la TREMA se tomaron del Diario "El Universal", en la sección "D" (Finanzas) correspondientes al día 04 de octubre del 2001. Los datos son: inflación = 5.93%; tasa de interés libre de riesgo = 11.35% y una prima del 5%. Los que nos da un valor de 22.31%.

^{xl} *Op cit.* Pág. 58.

^{xli} Indicador tomado del Diario "El Universal" sección "D" (Finanzas), correspondiente al día 04 de octubre del 2001.

^{xlii} Este cálculo, así como también los posteriores se obtuvieron utilizando la solución informática OPT1.xls, del disco anexo.

^{xliii} Siglas que significan Investigación y Desarrollo (I&D).

^{xliv} BREALEY y MYERS. Principios de dirección financiera. McGraw – Hill, Madrid España, 1996.

^{xlv} GARCÍA Machado Juan. "Opciones Reales. Aplicaciones de la Teoría de Opciones a las Finanzas Empresariales". Ed. Pirámide, Madrid España 2001, págs. 173-177.

^{xlvi} Bono cuya remuneración consiste en un precio de compra menor al de emisión y no en el pago de intereses o cupones. La rentabilidad reside en la diferencia entre el valor de compra y el nominal.

BIBLIOGRAFÍA.

1. ADELL Ramón y ROMEO Remedios. "Opciones y Futuros Financieros". Ed. Pirámide, Madrid España 1996.
2. AMRAM Martha y KULATILAKA Nalin. "Real Options. Managing Strategic Investment in an Uncertain World". Ed. HBS Press. Estados Unidos 1998.
3. BACA Urbina G. "Evaluación de Proyectos". Ed. McGraw – Hill, México 1989.
4. BREALEY Richard y MYERS Stewart. "Principios de Finanzas Corporativas". Ed. McGraw Hill, España 1993.
5. COPELAND T., KOLLER T., y MURRIN J. "Valuation. Measuring and Managing the Value of Companies". Ed. John Wiley & Sons, Estados Unidos 1990.
6. DELANO William. "Finanzas Avanzadas. La Cobertura de Riesgos Financieros". Ed. IMEF – ITESM, México 1997.
7. DIEZ DE CASTRO Luis y MASCAREÑAS Juan. "Ingeniería Financiera. La Gestión en los Mercados Internacionales. Ed. McGraw Hill, España 1994.
8. FABOZZI Frank y MODIGLIANI Franco. "Mercados e Instituciones Financieras". Ed. Prentice Hall, Estados Unidos 1996.
9. GARCIA Machado J.J. "Opciones Reales. Aplicaciones de la Teoría de Opciones a las Finanzas Empresariales". Ed. Pirámide, Madrid España 2001.
10. HERRERA Durán. "Economía y Dirección Financiera de la Empresa". Ed. Pirámide, Madrid España 1992.
11. ILPES. "Guía para la Presentación de Proyectos". Ed. Siglo XXI, México, D.F., 1979.
12. LAMOTHE Prosper. "Opciones Financieras. Un Enfoque Fundamental". Ed. McGraw-Hill, España 1993.
13. LEVI Maurice. "Finanzas Internacionales". Ed. McGraw Hill, México 1997.
14. MANSELL Carstens Catherine. "Las Nuevas Finanzas en México". Ed. Milenio – IMEF – ITAM, México 1996.
15. MARIN Martín y MARTINEZ Ruiz. "El Inversor y los Mercados Financieros". 2ª ed. Ed. Ariel, Barcelona España 1994.
16. MARTINEZ Abascal Eduardo. "Futuros y Opciones en la Gestión de Carteras". Ed. McGraw Hill, España 1993.
17. PASCALE Ricardo. "Decisiones Financieras". Ed. Macchi, Buenos Aires, Argentina 1999.

-
18. ROSS S., WESTERFIELD R., y JAFFE J. "Finanzas Corporativas". 3ª ed. Ed. McGraw - Hill, Madrid España 1997.
 19. ROSS S., WESTERFIELD R., y JORDAN B. "Fundamentos de Finanzas Corporativas. 5ª ed. Ed. McGraw - Hill, Madrid España 2000.
 20. SAMER Soufi. "Los Mercados de Futuros y Opciones. Estrategias para Ganar". Ed. Pirámide, Madrid España 1995.
 21. SARSA López Domingo. "Manual de Derivados Financieros para las PYMES. Cómo cubrir el Riesgo de Tipos de Interés y Cambio". Ed. Vicens Vives, España 1994.
 22. SCHNEIDER Erich. "Balanza de Pagos y Tipo de Cambio. Introducción a los Problemas Monetarios Internacionales". Ed. Aguilar, España 1972.
 23. TRIGEORGIS Lenos. "Real Options in Capital Investment: Models, Strategies and Applications". Ed. Publishing Group Incorporated, Estados Unidos 1995.