



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS**

INGENIERÍA MATEMÁTICA

**VALUACIÓN DE ACCIONES POR EL MÉTODO DE  
DESCUENTO DE DIVIDENDOS Y LA TEORÍA DE  
OPCIONES. APLICACIONES**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO MATEMÁTICO

PRESENTA

**MAHETABEL PÁVEL SOLIS MONTES**

DIRECTOR DE TESIS

M. EN I. RUBÉN TÉLLEZ SÁNCHEZ



CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO DE 2008.

A mi Mamá mi principio y ahora mi ángel,  
a Jackie mi camino y mi apoyo,  
a Alen mi futuro y mi fuerza.

*“Cuanto más fuerte es el obstáculo, más grande es la gloria que podremos alcanzar al vencerle. Las dificultades que nos salen al paso son los adornos de las virtudes que triunfan”*

Molière

*“Todo acto creativo involucra una nueva inocencia de la percepción, liberada de las cataratas de las creencias aceptadas”*

Arthur Koestler

# AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi mamá, sin ella nada de esto hubiera sido posible. Me encantaría decírselo en persona, pero sé que siempre estuvo consciente de mi gratitud. Ella esperaba que esto se materializara y ahora es una realidad. En algún lugar comparte mi felicidad. Esto solo es una parte del camino. Hay que seguir avanzando, recordaré que su alegría y su legado perduraran por siempre.

A mis amores, Jackie y Alen, ya que representaron una fuente de ánimo durante todo el proceso. Agradezco su comprensión por el tiempo que no estuve con ellos y que dedique a este trabajo. Sin su apoyo todo hubiera sido diferente.

A mi familia por su apoyo en los momentos más difíciles.

Agradezco también a mis amigos por su impulso y simpatía. El tiempo con ellos siempre resulta una influencia muy positiva.

Finalmente, a mi asesor, el M. en I. Rubén Téllez Sánchez, por sus comentarios durante el desarrollo de esta tesis.

# RESUMEN

El fin último de los mercados financieros es permitir y facilitar el flujo de dinero desde los agentes económicos superavitarios hacia los agentes económico deficitarios. Un adecuado funcionamiento de estos mercados impulsa el desarrollo y el crecimiento de las economías del mundo. Esto se presenta de diversas formas: a través del financiamiento para proyectos de inversión, de créditos, de incentivos, etc. Además, promueven el ahorro y la inversión entre sus actores. Esto debe ir acompañado de políticas adecuadas y de estabilidad macroeconómica. Todo esto se traduce en generación de empleos, en investigación, en programas sociales, etc.; en suma, en crecimiento.

Dentro de esta dinámica, las empresas juegan un papel muy importante. Por su naturaleza, como sociedades con fines de lucro se encuentran, o al menos así se espera, en una búsqueda constante de crecimiento. Por lo que desarrollan estrategias, innovan, crean nuevos productos, ofrecen mejores servicios, invierten en nuevos proyectos, etc. Todo esto implica costos y ninguna empresa es capaz de autofinanciarse por completo a lo largo del tiempo. Esto las lleva, generalmente, a ser agentes deficitarios.

Las empresas, en su gran mayoría, se encuentran constituidas como Sociedades Anónimas. Esto les permite contar con diversos medios para obtener recursos, ya sea de forma directa o indirecta, entre los que se encuentran la emisión de títulos de deuda o de un mayor número de acciones (puesto que desde su origen, su patrimonio está compuesto por acciones), así como préstamos bancarios o de cualquier otro intermediario. Las decisiones que sobre estos recursos haga la empresa, determinan en gran medida su existencia o su extinción como agente económico.

La actividad empresarial es, en esencia, tomar decisiones. Una empresa toma tres tipos de decisiones: decisiones de financiamiento, de reparto de dividendos y de inversión. Sin embargo, todas las decisiones deben estar encaminadas al logro de un único objetivo, crear valor para los accionistas de la empresa. Este trabajo expone y aplica la metodología tradicional y una alternativa, basada en la teoría de opciones, con el fin de aproximar el valor de una acción. Este último es un termómetro que , al final, determina si la empresa está o no creando valor.

*Palabras clave:* Sociedad Anónima, Acciones, Opciones, Valuación de Acciones, DDM y Opción de Responsabilidad Limitada.

---

# ABSTRACT

Financial markets allow and supply money flow from surplus economic agents to deficit economic agents. How they work impulses (through financing, incentives, etc.) or not the development and growth of world economies. It also promotes savings and investment. Appropriate political environment and macroeconomic stability are necessary. This improve employment rates, investigation, social programs, etc. In other words, economic growth.

Firms are a building block of what was explained above. They are constantly in search of growing, or it is expected. That is why they make strategies, innovate, develop new products, supply better services, invest, etc. All this things represent costs and there is no organization that can finance by itself for a long time. This makes them, in most cases, deficit economic agents.

Corporations (*Sociedades Anónimas* in Mexico) can finance their operations by issuing stock, issuing debt and external financing. Where the firm assigns its resources determines its existence.

Management is essentially make decisions. Firm's decisions must take in account three things: financing, dividends and investment; always under the same goal, create value to the firm's shareholders. This paper develop and apply both traditional methodology and one that use financial options theory to bring near the stock value which determines whether a firm is creating value or not.

*Keywords:* Corporations, Stocks, Options, Stock Pricing, DDM and Limited Liability Options.

---

# ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>I</b>
- Antecedentes	
- Metodología de la Investigación	
- Estructura de la Tesis	
<b>CAPÍTULO 1 ACCIONES Y MERCADO DE VALORES EN MÉXICO</b>	<b>1</b>
1.1 Aspectos Generales	
1.2 Tipos de Acciones	
1.3 Inversión en Deuda y en Renta Variable	
1.3.1 Inversión en Deuda	
1.3.2 Renta Variable	
1.3.3 Diferencias y Correlación	
1.4 Mercados Financieros y Mercado de Valores en México	
1.4.1 Bolsa Mexicana de Valores (BMV)	
1.4.2 Mercado para la Mediana Empresa (IMC30)	
1.4.3 Mercado Mexicano de Derivados (MEXDER)	
<b>CAPÍTULO 2 OPCIONES FINANCIERAS</b>	<b>19</b>
2.1 Clasificación de las Opciones	
2.2 Estrategias con Opciones	
2.2.1 Clasificación de las Estrategias	
2.2.2 Principales Estrategias y Posiciones	
2.3 Fundamentos del Valor de una Opción	
2.3.1 Determinantes del Valor de un Opción	
2.3.2 Composición del Valor de una Opción	
2.4 Métodos de Valuación de Opciones	
2.4.1 Método Binomial	
2.4.2 Método <i>Black-Scholes</i>	
2.5 Paridad <i>Put-Call</i>	
2.6 Sensibilidad de las Opciones	

<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>VALUACIÓN DE ACCIONES</b>	<b>45</b>
3.1	El Modelo Básico de Valuación de Activos	
3.2	Métodos de Valuación Relativos	
3.2.1	Conceptos Contables	
3.2.2	Múltiplos	
3.2.2.1	Múltiplos Precio/ Valor	
3.2.2.2	Múltiplos Precio/ Flujo	
3.2.2.3	Otros Múltiplos	
3.3	El Modelo de Descuento de Dividendos (DDM)	
3.3.1	Modelo de Crecimiento Nulo	
3.3.2	Modelo de Crecimiento Perpetuo	
3.3.3	Modelo de Crecimiento Diferencial o por Fases	
3.3.4	DDM Extendido	
3.4	Las Acciones Comunes como Opciones	
3.4.1	Interpretación Gráfica	
3.4.2	Responsabilidad Limitada de los Accionistas	
3.5	Valuación de Acciones en un Horizonte de un Solo Periodo	
3.5.1	Método de la Duración Media de la Deuda	
3.6	Valuación de Acciones en un Horizonte Infinito: Modelo de ORL Perpetua	
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE VALUACIÓN A UN SECTOR DE LA BMV</b>	<b>66</b>
4.1	Descripción del Caso de Estudio	
4.1.1	Descripción del Sector Vivienda	
4.1.2	Antecedentes del Sector Vivienda	
4.2	Criterios de Selección	
4.3	Valuación de Acciones del Sector Vivienda por el DDM	
4.3.1	Cálculo de las Variables	
4.3.2	Aplicación	
4.4	Valuación de Acciones del Sector Vivienda por la Teoría de Opciones	
4.4.1	Cálculo de las Variables	
4.4.2	Aplicación	
4.5	Análisis de los Resultados Obtenidos	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>82</b>
<b>APÉNDICE A</b>	<b>Valuación de Opciones: Antecedentes</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>87</b>

# INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTES

La primera acción de la historia fue emitida en Holanda en 1606 por la Cámara de Ámsterdam sobre la *Verenigde Oost-Indische Compagnie* (VOC – Compañía Unida de las Islas Orientales), la cual se había constituido 4 años antes<sup>\*</sup>. Sin embargo, el primer libro de análisis formal de acciones fue escrito tres siglos después. En 1934, los norteamericanos B. Graham y D. Dodd publican *Security Analysis, Principles and Techniques*, en el que utilizan las técnicas de valuación conocidas como múltiplos a partir del estudio de los estados financieros de las empresas cotizadas en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE<sup>\*\*</sup> - *New York Stock Exchange*), la cual se estableció en 1792. Después, en 1938, apareció el conocido concepto de Valor Presente introducido por John Burr Williams en su libro *The Theory of Investment Value*. Este resultado es la esencia del modelo básico de valuación de activos y, en consecuencia, del Modelo de Descuento de Dividendos (DDM, por sus siglas en inglés), ampliamente usado en la valuación de acciones. Hay varias versiones del DDM, una de ellas se debe a Myron J. Gordon quien en 1962 la publicó en *The Investment, Financing and the Valuation of the Corporation* (Sección 3.3.2). Posteriormente se desarrollaron versiones más generales del DDM; sin embargo, las consecuencias de sus supuestos siguen generando algún grado de descontento entre directivos, investigadores y analistas financieros que utilizan el modelo.

Por otro lado, el uso de los modelos de valuación de opciones se ha extendido más allá de los mercados financieros y ha permitido resolver problemas cuya solución había sido una incógnita durante varios años. Por eso, Brealey y Myers (2000) afirman que el concepto de opción no se limita a los títulos negociados en los mercados de derivados sino que constituye un instrumento extremadamente útil para valorar y analizar los proyectos de inversión (opciones reales) y la política financiera de la empresa. Por ejemplo, en las últimas décadas Hull y White (1987, 1992) y Rubinstein (1991), entre otros, han trabajado en la valoración de las denominadas “opciones exóticas”, derivados diseñados por una institución financiera para satisfacer las necesidades específicas de un cliente. Asimismo, Trigeorgis (1996), Brennan y Schwartz (1985), Grenadier (2000), entre otros, han hecho contribuciones importantes en la valuación de proyectos de inversión con las Opciones Reales, metodología reciente que ha sido aceptada por un gran mayoría de analistas pues contempla la flexibilidad en la gestión de proyectos. Otras aplicaciones de la teoría de opciones encontradas en la literatura son la valuación de *warrants* e instrumentos de renta fija. Asimismo, en esta década Neus O. Guerrero (2001) y Juan Mascareñas (2002) han utilizado la teoría de opciones financieras para valorar acciones. Todo esto lo resume bien Damodaran (2003) al afirmar que los modelos de valuación de opciones se pueden aplicar, bajo ciertas consideraciones, a la valuación de cualquier activo que tenga las características de una opción.

---

<sup>\*</sup> Véase [www.oldest-share.com](http://www.oldest-share.com) para mayor información sobre la historia de la acción y de la compañía.

<sup>\*\*</sup> NYSE Euronext desde el 4 de abril de 2007. Representa la unión del NYSE Group Inc. y el Euronext N. V.



# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## Problemática

El DDM es la forma clásica de aproximar el valor de las acciones de una empresa, que se basa en los flujos de fondos futuros que esta última puede ofrecer a sus accionistas y el comportamiento que estos flujos pueden seguir en el tiempo. Sin embargo, no siempre refleja el valor de mercado de una acción. En este trabajo se presenta y aplica una metodología distinta a la tradicional que permite valorar las acciones de una empresa considerándolas como una opción que emiten los acreedores sobre los activos de ésta.

## Justificación

Cuando las acciones de una empresa cotizan en el mercado de valores, se hace necesario conocer su valor teórico tanto para los propietarios de dicha acción, como para los inversionistas interesados en asignar sus recursos en dicha empresa. El valor teórico funciona como un punto referencial al momento de hacer transacciones. Permite saber si en un momento determinado el precio de una acción esta por arriba o por debajo del valor que la empresa puede ofrecerle a sus socios. Esto a través de su capacidad para crear valor. Por esta razón es de suma importancia contar con una herramienta analítica que capture ese valor.

La metodología de valuación basada en la teoría de opciones mejora supuestos limitantes del DDM. Sin embargo, es poco conocida y la bibliografía sobre el tema es relativamente escasa. Por ello el presente trabajo hace una aportación en la difusión de técnicas alternativas que capturen de una mejor forma los factores que determinan el valor de las acciones de una empresa.

## Objetivos

- **Objetivo General**  
El fin último de este trabajo es presentar una metodología basada en la teoría de opciones que permita valorar una acción y, sobre todo, aplicarla a un conjunto de empresas para comparar los resultados con la metodología clásica, la cual es ampliamente aceptada pero con resultados que varían respecto al verdadero valor de mercado de una acción.
- **Objetivos Particulares**
  - a) Exponer las características generales de las acciones, así como el contexto empresarial y legal en el que actúan, con el fin de proporcionar una visión global sobre la importancia y consecuencias que tiene su uso.
  - b) Presentar un acercamiento al mundo de los mercados financieros y a la importancia e influencia que estos tienen para el desarrollo de una economía, en general, y para una empresa, en particular.
  - c) Exponer la teoría de opciones financieras y sus principales características.
  - d) Desarrollar la metodología tradicional de valuación y aquella que considera las acciones de una empresa como opciones.
  - e) Aplicar la teoría expuesta a un conjunto de empresas mexicanas que cumplan con los requisitos necesarios para la aplicación.
  - f) Concluir, con base en los resultados obtenidos, sobre las metodologías utilizadas.
  - g) Proporcionar recomendaciones para futuras aplicaciones y temas de investigación.

## Hipótesis

La metodología clásica para valorar acciones no toma en cuenta los activos intangibles que posee una empresa ni sus expectativas futuras por lo que proporciona resultados que, en ocasiones, no coinciden con los que del mercado. Por lo que considerar a las acciones como la opción que tienen los socios de la empresa sobre sus activos, es una metodología más adecuada para aproximar el valor de una acción.

## Contenido

En el Capítulo Uno se presentan las características de las acciones, así como el contexto en el que éstas se desenvuelven. Se pone de manifiesto, de acuerdo a las Leyes mexicanas, qué tipos de sociedades se pueden conformar con fines de lucro; y de éstas, cuáles tienen la facultad de tener un patrimonio conformado por acciones. Se exponen, además, las diferencias entre invertir en renta variable y en la ahora denominada inversión en deuda. Por último, se desarrolla de forma breve cómo funcionan los mercados financieros y algunas de sus posibles clasificaciones, para poder ubicar en qué tipo de mercado se está al momento de operar con acciones y al hacerlo con opciones. Posteriormente, se describe cuál es la relación entre los mercados financieros y los mercados de valores. Por último, se da un acercamiento al mercado de valores mexicano.

Al principio del Capítulo Dos se exponen (y en algunos casos se proponen) las características, los objetivos, la clasificación y algunas de las estrategias que se pueden seguir con opciones financieras. Cada vez que se habla de opciones se hace necesario hablar de los métodos de valuación. Pero antes de exponerlos, se detallan los factores que influyen en el precio de una opción y se explica cuáles son los componentes del valor de ésta. Finalmente, se presentan los indicadores más utilizados para medir la forma en que varía su precio según varíen los factores que en él influyen. En suma, este Capítulo presenta la bases para entender el extraordinario desarrollo que han tenido las opciones en las últimas décadas. Lo que ha permitido que la segunda bolsa de transacciones más grande en el mundo, después de la Bolsa de Valores de Nueva York, sea la Bolsa de Comercio de Opciones de Chicago (CBOE - *Chicago Board Options Exchange*).

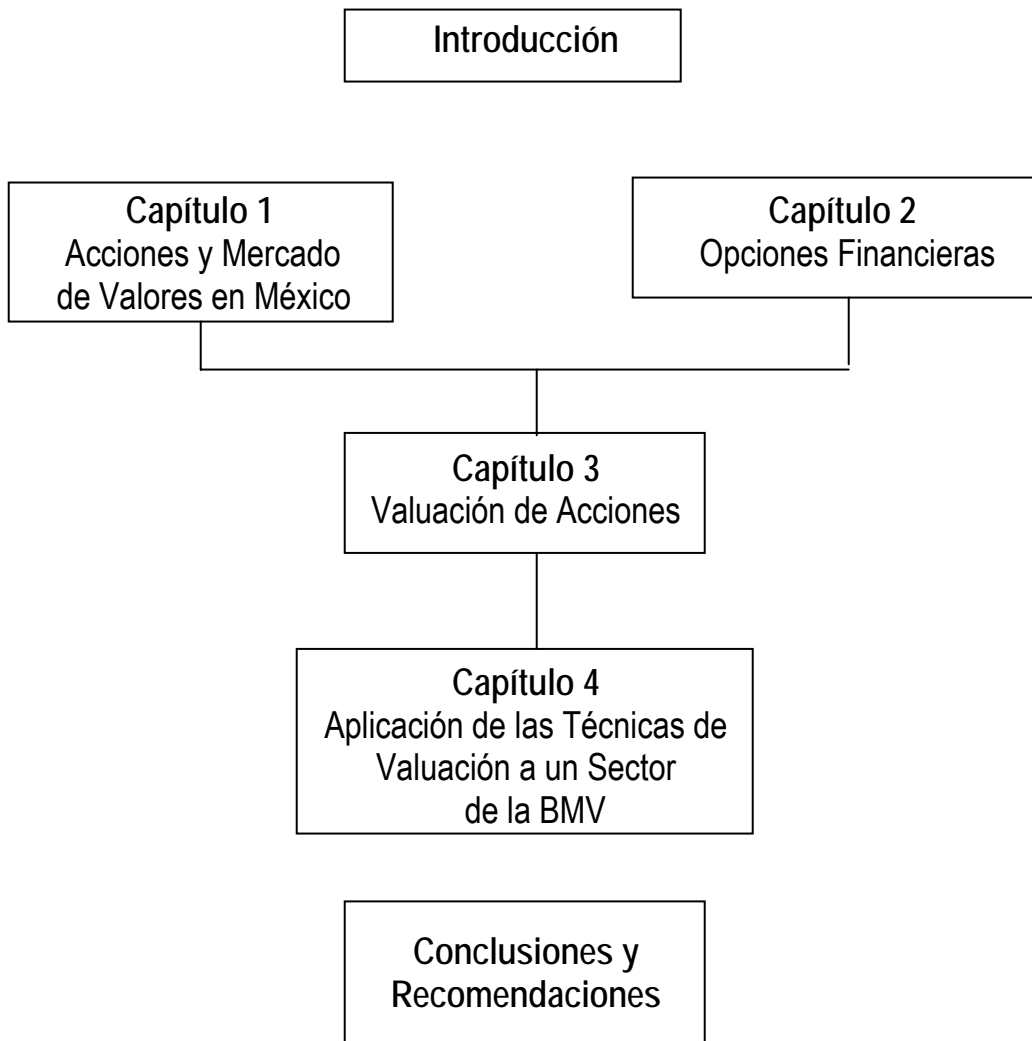
En el Capítulo Tres se expone, en primer lugar, el modelo básico de valuación de activos, pues de él se desprende el modelo clásico para valorar acciones, el DDM. También se presenta el concepto de múltiplo útil en el análisis del precio de las acciones. Posteriormente, se desarrolla la metodología que ha permitido entender y valorar las acciones de una empresa como opciones, efectuando las analogías correspondientes. La metodología se basa en la suposición de que la empresa a considerar se encuentra constantemente como una entidad deficitaria. Se destaca que, contrario a la visión común, ésta característica no se debe asociar siempre a una connotación negativa y sobre todo se resalta el papel que juega el pasivo de la empresa en el establecimiento de las acciones como opciones.

El Capítulo Cuatro contiene la aplicación de las metodologías expuestas a un conjunto de empresas que cotizan en el mercado accionario mexicano. Esto garantiza su constante búsqueda de crecimiento y permite considerarlas como una entidad deficitaria permanente, requisitos del método basado en la teoría de opciones; además, se detallan otros criterios utilizados en la selección de dichas empresas y se obtiene la información necesaria para la aplicación de cada método. Finalmente, se analizan los resultados obtenidos.

En la última parte del trabajo, se presentan las conclusiones y se hacen algunas recomendaciones sobre la metodología utilizada, para que facilite su aplicación en el futuro, y sobre algunos tópicos para investigación. Posteriormente, se incluye un anexo que contiene los antecedentes de la valuación de opciones. Por último, se incluye la bibliografía consultada para la elaboración de este trabajo.

## ESTRUCTURA DE LA TESIS

A continuación, se presenta la forma en que esta estructurado el presente trabajo.



# CAPÍTULO 1

## ACCIONES Y MERCADO DE VALORES EN MÉXICO

---

*“El objetivo (con la nueva Ley del Mercado de Valores) es levantar la desolada Bolsa Mexicana, donde sólo cotizan 140 empresas –en Corea son 2,000-”  
Revista Expansión No. 929 (2005)*

Un activo es un documento legal y negociable que representa una inversión. Hay dos tipos de activos: tangibles, los cuales dependen de sus particularidades físicas, e intangibles, cuyo valor se desprende de los derechos sobre futuros flujos de fondos. Los activos financieros (o instrumentos financieros) pertenecen a los activos intangibles. En este capítulo se establecen las nociones necesarias para contextualizar un tipo especial de activos financieros, las acciones.

### 1.1 ASPECTOS GENERALES

Las acciones son instrumentos financieros que constituyen títulos de crédito<sup>1</sup> representativos de la participación de su titular en una parte alícuota del capital social<sup>2</sup> de una sociedad. Al titular, persona física o jurídica, se le llama accionista, y puede ser un socio de la empresa (aquel que participa en la gestión) o un inversionista. La tenencia del título le otorga dos tipos de derecho dentro de la sociedad. Los derechos patrimoniales o económicos, y los derechos corporativos, políticos o de gestión. Los primeros, generalmente, son de tres tipos: derecho a dividendos, a liquidación y a vender su acción libremente en el mercado. Los segundos, normalmente son: derecho a voto, derecho a la información y derecho de retiro. La mayoría de los derechos del accionista están en relación a la cantidad de acciones que éste posea. Cabe mencionar que las acciones no tienen garantía en rendimientos y se consideran como instrumentos con vida indefinida, pues las sociedades, generalmente, no tienen un plazo establecido.

---

<sup>1</sup> Se le llama así a aquel documento que resulta necesario para ejercer el derecho en él consignado.

<sup>2</sup> Véase Sección 3.2.1.

Hay dos formas de obtener rendimientos a partir de las acciones. A través de los dividendos que pague la empresa, y por ganancias de capital<sup>3</sup> al vender la acción. La obtención de dividendos está condicionada en primer lugar, a que la empresa los pague, ya que no todas lo hacen. Segundo, se necesita que la empresa registre utilidades durante el periodo contable. Y por último, el accionista depende de la política de dividendos (distribución de las utilidades) que adopte la firma. Sin embargo, si la compañía cotiza en bolsa, la forma en que le hace llegar los frutos de la inversión a los socios ya no es, necesariamente, a través de los dividendos, sino de las ganancias de capital. Estas ganancias son producto del alza en el precio de la acción a lo largo del tiempo, y esto se logra en la medida que la empresa esté emprendiendo proyectos que den como resultado una continua generación de riqueza. Es decir, la recuperación total o parcial de la inversión depende de la capacidad por parte de la compañía para generar utilidades y, de la liquidez<sup>4</sup> de los títulos.

En México, existen dos tipos de sociedades que pueden emitir acciones. En el artículo 1º de la Ley General de Sociedades Mercantiles<sup>5</sup> (LGSM), publicada el 4 de agosto de 1934, se reconocen a las siguientes como Sociedades Mercantiles<sup>6</sup>:

- Sociedad en Nombre Colectivo;
- Sociedad en Comandita Simple;
- Sociedad de Responsabilidad Limitada;
- Sociedad Anónima;
- Sociedad en Comandita por Acciones, y
- Sociedad Cooperativa

de las cuales, la emisión de acciones solo pueden efectuarla las Sociedades Anónimas, abiertas o cerradas, y las Sociedades en Comandita por Acciones. Cabe mencionar, que la mayor parte de las Sociedades Mercantiles en México están conformadas como Sociedades Anónimas. Debido a las características que presentan, detalladas más adelante, el presente trabajo se desarrollará alrededor de las Sociedades Anónimas.

La LGSM en sus artículos 87 al 206 regula a las Sociedades Anónimas. En los artículos 87 y 88 se establece que este tipo de sociedad existe bajo una denominación, elegida libremente, y seguida de las palabras Sociedad Anónima o de su abreviatura S. A., y se compone exclusivamente de socios cuya obligación se limita al pago de sus acciones. Es decir, una Sociedad Anónima, es aquella Sociedad Mercantil cuyos propietarios lo son en virtud de su participación en el capital social a través de títulos o acciones. El que los accionistas no respondan con su patrimonio personal, sino únicamente con el capital aportado es la característica principal de las Sociedades Anónimas sobre la que se basa, en esencia, la técnica basada en la teoría de opciones desarrollada en el tercer Capítulo.

---

<sup>3</sup> Diferencia entre el precio de venta de la acción y el precio de compra.

<sup>4</sup> Facilidad con que un activo puede convertirse en dinero.

<sup>5</sup> Disponible en la dirección <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/144.pdf>

<sup>6</sup> Sociedad cuyo objeto es la realización de una actividad comercial especulativa y cuya finalidad es lucrativa.

El artículo 89 de la LGSM señala como requisitos para constituir una Sociedad Anónima los siguientes puntos:

- Que haya dos socios como mínimo, y que cada uno de ellos suscriba una acción por lo menos;
- Que el capital social no sea menor de cincuenta mil pesos y que esté íntegramente suscrito;
- Que se exhiba en dinero efectivo, cuando menos el veinte por ciento del valor de cada acción pagadera en numerario, y
- Que se exhiba íntegramente el valor de cada acción que haya de pagarse, en todo o en parte, con bienes distintos del numerario.

Los artículos 111 a 141 de la LGSM especifican las características de las acciones en que se divide el capital social de una Sociedad Anónima. Se establece, entre otras cosas, que dichas acciones deberán estar representadas por títulos nominativos<sup>7</sup> que servirán para acreditar y transmitir la calidad y los derechos de socio. Además, según el artículo 125 de esta Ley, los títulos de acciones y los certificados provisionales deberán expresar:

- El nombre, la nacionalidad y el domicilio del accionista;
- La denominación, domicilio y duración de la sociedad;
- La fecha de la constitución de la sociedad y los datos de su inscripción en el Registro Público de Comercio<sup>8</sup>;
- El importe del capital social, el número total y el valor de las acciones. Si el capital se integra mediante diversas o sucesivas series de acciones, las menciones del importe del capital social y del número de acciones se concretarán en cada emisión, a los totales que se alcancen con cada una de dichas series.
- Las exhibiciones que sobre el valor de la acción haya pagado el accionista, o la indicación de ser liberada;
- La serie y número de la acción o del certificado provisional, con indicación del número total de acciones que corresponda a la serie;
- Los derechos concedidos y las obligaciones impuestas al tenedor de la acción, y en su caso, a las limitaciones al derecho a voto;
- La firma autógrafa de los administradores que conforme al contrato social deberán suscribir el documento, o bien la firma impresa en facsímil de dichos administradores

La Figura 1.1 muestra el Título No. 037931 en el que el portador representa una Acción Común de la Serie "A" de Teléfonos de México, Sociedad Anónima, con valor nominal de \$100.00 M. N. El capital social se divide en 224,500,000 acciones y consta de \$22,450,000,000.00 M. N. La empresa tiene domicilio social en México D. F. y duración de noventa y nueve años. Se establece que la compañía se constituyó mediante la Escritura Pública No. 34,726 de fecha 23 de diciembre de 1947 quedando inscrita en el entonces Registro Público de la Propiedad y de Comercio del Distrito Federal. Por último, esta firmada por dos consejeros con fecha del 13 de marzo de 1980.

---

<sup>7</sup> Son expedidos a favor de una persona cuyo nombre aparece en el mismo documento. Su propiedad sólo se transmite cubriendo requisitos de endoso y registro.

<sup>8</sup> Institución cuya función es dar publicidad a los actos jurídicos de naturaleza mercantil a fin de otorgar la debida certeza y seguridad jurídica en las transacciones comerciales.

Figura 1.1 Acción de Teléfonos de México, S. A.



En la nueva Ley del Mercado de Valores<sup>9</sup> (LMV), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2005, se entiende por oferta pública, el ofrecimiento, con o sin precio, que se haga en territorio nacional a través de medios masivos de comunicación y a persona indeterminada, para suscribir, adquirir, enajenar o transmitir valores, por cualquier título. Así, la oferta pública de acciones está regulada en el artículo 7° de esta Ley, en el que se establece que los valores (títulos de crédito), para ser objeto de oferta pública dentro del territorio nacional deberán estar inscritos en el Registro Nacional de Valores (RNV), el cual es gestionado por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

Puesto que la representación de las acciones se da mediante títulos negociables, una vez que cumplan el artículo 7° de la LMV son libremente transmisibles, es decir, pueden ser vendidas en el momento que el inversionista estime conveniente, lo que le permite utilizarlos con fines especulativos. En México, las acciones son colocadas entre los inversionistas a través de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), la cual funciona como mercado secundario (véase Sección 1.4) para las Sociedades Anónimas abiertas<sup>10</sup> (o públicas). Además, la posibilidad de vender y comprar una acción en la BMV, le otorga liquidez a esa acción<sup>11</sup>.

Anteriormente, las Sociedades Anónimas (o S. A.) eran las únicas que se contemplaban en la LGSM. Actualmente, la nueva LMV considera a la Sociedad Anónima Bursátil (SAB) y el establecimiento de nuevos tipos de empresas: la Sociedad Anónima Promotora de Inversión (SAPI) y la Sociedad Anónima Promotora de Inversión Bursátil (SAPIB) -ver Tabla 1.1-. Con la creación de la SAPI y la SAPIB se ofrecen nuevas opciones de inversión, se facilita la entrada de nuevos socios (como inversionistas institucionales) para que contribuyan en el capital de las empresas mexicanas, sobre todo de las pequeñas y medianas, impulsando así su desarrollo<sup>12</sup>.

<sup>9</sup> Disponible en la dirección <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMV.pdf>

<sup>10</sup> Las acciones de las Sociedades Anónimas cerradas no se transan en bolsa.

<sup>11</sup> Mientras más fácil sea encontrar a un comprador, más liquidez tiene la acción.

<sup>12</sup> Para ver cuadros sobre las diferencias y características de las distintas Sociedades Anónimas que ahora existen en el país y más información al respecto véase el boletín *Valores por la Fortaleza de México* disponible en la dirección [http://www.amib.com.mx/valores/boletines/ValoresEspecial\(D\).pdf](http://www.amib.com.mx/valores/boletines/ValoresEspecial(D).pdf)

Tabla 1.1 Sociedades Anónimas en México

Sin Inscripción en el RNV	Con Inscripción en el RNV
SA	SAB*
SAPI*	SAPIB*

\* Están sujetas a la LMV  
Fuente: Elaboración propia

## 1.2 TIPOS DE ACCIONES

Existen diferentes tipos de acciones. Sin embargo, hay dos tipos básicos: comunes y preferentes.

### Acciones comunes, ordinarias o de voto ilimitado

Representan una parte proporcional del capital de una empresa y otorgan derecho al tenedor sobre una parte de las utilidades o sobre remanentes de los activos de la empresa, una vez que se le haya pagado a los acreedores y a los accionistas preferentes, en caso de liquidación. No tienen limitación alguna para votar en todos los asuntos que atañen a la sociedad.

### Acciones preferentes o de voto limitado

Son aquéllas que sólo tienen derecho a votar en ciertos asuntos de la sociedad, determinados en el contrato correspondiente, y cuando ocurren eventos especiales. Estas condiciones se dan para compensar ciertos privilegios o derechos de los que gozan sobre las demás acciones que integran el capital social de una sociedad; tales beneficios se refieren generalmente a la primicia en el pago en caso de liquidación o amortización, así como en la percepción de dividendos que, casi siempre, se limita a un porcentaje determinado sobre el valor de aportación de esta clase de documentos.

El socio que posee acciones preferentes tiene un perfil diferente del que posee acciones ordinarias. En términos generales, se puede decir que los inversionistas que asignan sus recursos en acciones comunes buscan mantenerlos en la empresa a largo plazo, mientras que quienes adquieren acciones preferentes normalmente son inversores cortoplacistas.

Existen variaciones de los tipos básicos tales como acciones al portador, amortizables, con o sin valor nominal (valor facial), convertibles, de libre suscripción, endosadas, garantizadas (por otra sociedad), liberadas de pago, participantes, readquiridas<sup>13</sup> (de tesorería o retiradas), suscritas, en tesorería (o no suscritas), acumulativas, bursátiles, de crecimiento, nominativas, volátiles.

<sup>13</sup> El artículo 134 de la LGSM prohíbe a las sociedades anónimas adquirir sus propias acciones, salvo por adjudicación judicial, en pago de créditos de la sociedad. Sin embargo, la nueva LMV permite la excepción a las SAB, SAPI y SAPIB.



Finalmente, en el artículo 112 de la LGSM se decreta que las acciones serán de igual valor y conferirán derechos iguales; sin embargo, en el contrato social podrá estipularse que el capital se divida en varias clases con derechos especiales para cada clase. Existe una clasificación en la emisión de series accionarias que permite distinguir a los posibles tenedores:

- Serie "A".- Acción ordinaria exclusiva para mexicanos
- Serie "B".- Acción ordinaria de libre suscripción (mexicanos y extranjeros)
- Serie "C".- Acción ordinaria que restringe los derechos corporativos (derecho a voto) a los inversionistas extranjeros
- Serie "D".- Preferentes de voto limitado
- Serie "L".- Acción ordinaria con voto limitado

### 1.3 INVERSIÓN EN DEUDA Y EN RENTA VARIABLE

En toda política de inversión debe haber un balance entre rentabilidad y riesgo. Cuando se invierte una determinada cantidad de recursos en algo, se espera obtener un rendimiento que justifique esa asignación. Ninguna inversión es totalmente segura. En otras palabras, toda inversión implica un riesgo. Sin embargo, hay algunas inversiones que son más riesgosas que otras.

Anteriormente, se le denominaba renta fija a la inversión que tenía un riesgo bajo, pero esto se asociaba comúnmente con una inversión totalmente segura, la cual, como ya se dijo, no existe. Para evitar esto, ahora se le denomina inversión en deuda. Debido a la relación directa que existe entre riesgo y rendimiento, el bajo riesgo implica una rentabilidad (o renta) baja; mientras que las inversiones que ofrecen una mayor rentabilidad conllevan un mayor riesgo, conocidas como inversiones en renta variable. Con este cambio en la denominación de las inversiones de bajo riesgo, se evitan confusiones y permite notar la diferencia entre ambos tipos. Al contrario de lo que solía pensarse, no es que una inversión sea segura y otra no, la diferencia es que en un tipo de inversión los riesgos, y los rendimientos, fluctúan menos que en el otro.

#### 1.3.1 Inversión en deuda

La inversión en deuda se da a través de títulos de crédito negociables (en el mercado de valores) que representan una promesa de pago futura documentada y son emitidos por agentes deficitarios para obtener recursos de un agente superavitario. En el papel se determina el monto, plazo, moneda y secuencia de pagos. Las emisiones de deuda pueden darse en forma de bonos u obligaciones. Por ejemplo, al invertir en bonos un inversor le presta su dinero al emisor a fin de recibir pagos de intereses, llamados "cupones", y el pago total del préstamo o principal al final de la vida del bono.

Las emisiones generalmente las llevan a cabo entidades económicas de gran capacidad financiera en cantidades definidas y con una fecha de expiración determinada. De acuerdo a esto, la deuda emitida puede ser de dos tipos: deuda pública o soberana que es emitida por los Gobiernos Federales, y deuda privada emitida por las empresas. En el caso de un gobierno, el respaldo se debe a sus ingresos por impuestos y a sus reservas (en divisas, metales, petróleo, etc.), entre otras

cosas. En el caso de los corporativos, las áreas de finanzas y contabilidad son las que poseen los flujos monetarios suficientes para respaldar sus emisiones.

Existe una gran cantidad de instituciones y organismos que asignan sus recursos a este tipo de inversión, y se les denomina prestamistas u obligacionistas. En la práctica, la mayoría de los individuos que invierten en deuda lo hacen a través de los fondos de inversión.

Uno de los riesgos que se corre al invertir en deuda tiene que ver con la solvencia del emisor. Este riesgo se refiere a la probabilidad de impago por parte de éste último. A mayor incertidumbre, mayor rentabilidad ofrecida por el mercado. Los inversionistas diversifican su cartera<sup>14</sup>, entre otras cosas, para reducir esta probabilidad de impago. A su vez, invierten en deuda soberana (de preferencia, de países desarrollados), en instituciones con buena reputación crediticia y en empresas con gran solidez financiera para tener una mayor certeza.

Otro riesgo muy conocido al invertir en deuda se deriva de las fluctuaciones de los tipos de interés. Por ejemplo, supongamos que un inversionista compra un bono a un precio ( $p$ ), plazo ( $t$ ) y tasa de interés ( $R$ ) determinados. Si dentro de un año el inversionista quiere vender su título y los bonos con plazo  $t-1$  ofrecen un rendimiento mayor que  $R$ , su bono debe pagar al menos la nueva tasa para que pueda venderlo. Esto se logra disminuyendo el precio de mercado del bono. Si el rendimiento que ofrecen los bonos en  $t-1$  es menor que  $R$ , se tiene el efecto contrario. Al final, hay que comprar los beneficios pero lo anterior implica que la valoración a precio de mercado de los títulos de deuda genera incertidumbre. Lo que es un hecho es que el inversionista también puede optar por mantener la deuda hasta su vencimiento, recibiendo la rentabilidad acordada por el emisor.

Existen muchos ejemplos de caídas en las bolsas de valores de todo el mundo. Hay dos casos conocidos. A finales de la década de los '90 el principal indicador del NYSE, el *Dow Jones Industrial Average* (DJIA), presentó una caída considerable que arrastró a la mayoría de las bolsas del mundo. Recientemente, el 27 de febrero de 2007, se dio una caída generalizada de las bolsas del mundo provocada por el llamado "efecto Shanghai". Sin embargo, la primera desestabilizó no sólo al mercado accionario en México, sino que también al entonces mercado de renta fija<sup>15</sup>.

### 1.3.2 Renta variable

Los instrumentos de renta variable son principalmente aquellos que son parte de un capital, como es el caso de las acciones. Por lo general, los instrumentos de renta variable reportan a sus tenedores ganancias o rendimiento en el largo plazo, a cambio de un mayor riesgo. Para los inversionistas las acciones son títulos de inversión bursátil y las usan, esencialmente, con fines especulativos.

Los mercados de renta variable se ven afectados positivamente por los momentos de auge y por los descensos de las tasas de interés y negativamente por los momentos de recesión y los aumentos de las tasas de interés.

---

<sup>14</sup> También conocida como portafolio, es el conjunto de títulos que posee un inversionista.

<sup>15</sup> El Banco de México tuvo que declarar desierta la subasta debido a las exageradas tasas que exigía el mercado.

El crecimiento del mercado accionario ha incrementado su actividad considerablemente en los últimos años. Por ejemplo, de acuerdo con información publicada por la CNBV, la inversión en renta variable de las sociedades de inversión pasó de representar el 13.37% en 2005 a representar el 14.27% en 2006. Registrando un incremento del 47.2% en ese mismo periodo, mientras que el incremento en inversión de deuda fue del 36.57%. Por otro lado, en su Informe Anual 2006, publicado en abril de 2007, el Banco de México (Banxico) reporta que en ese año el principal indicador de la BMV, el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC), alcanzó 61 máximos históricos. A su vez, destaca el hecho de que el rendimiento del IPC en dólares en 2006, 47.2%, fue de los más altos entre los principales mercados, desarrollados y emergentes<sup>16</sup> (Tabla 1.2). A nivel regional, la Sociedad de Inversión Más Fondos, en su boletín mensual de enero de 2008, indica que en los primeros días del año el índice *Morgan Stanley Capital Investment* (MSCI), el cual muestra la evolución del valor de la empresas que cotizan en las bolsas de diferentes países alrededor del mundo, creció 46.89% en Latinoamérica mientras que en Asia y los países emergentes de Europa fue del 38.30% y 27.83%, respectivamente.

Tabla 1.2 Principales Índices Bursátiles al Cierre de 2006

País	Índice	Rendimiento en Dólares
México	IPC	47.2
Brasil	BOVESPA	45.5
Singapur	STI	37.5
Alemania	DAX	35.9
Argentina	MERVAL	34.1
Hong Kong	HANG SHENG	33.8
Francia	CAC-40	30.9
Chile	IGPA GENERAL	29.4
Reino Unido	FTSE-100	25.9
Estados Unidos	DJIA	16.3
	SP 500	13.6
	NASDAQ	9.5
Canadá	S&P / TSX	14.2
Corea del Sur	KOSPI	12.9
Japón	NIKKEI-225	5.7

Fuente: Banxico

<sup>16</sup> En el Informe se hace notar que, sin embargo, su valor de capitalización al cierre de ese año con relación al PIB fue del 41.2%. Bajo en comparación con países como Corea del Sur, Estados Unidos, Japón, Chile, Canadá, Francia y Reino Unido, todos ellos arriba del 100% en 2005.

### 1.3.3 Diferencia y Correlación

La diferencia entre ambos títulos de crédito es que el accionista adquiere una parte de la empresa, mientras que con un bono (u obligación) se compra parte de la deuda de esa empresa. Con un de los títulos se es propietario y con el otro acreedor.

La correlación que guardan la inversión en deuda y la de renta variable depende de la inflación, como lo muestra la siguiente Tabla.

Tabla 1.3 Correlaciones en los Tipos de Inversión

Ambiente Económico	Causa	Efecto en	Correlación Causa-Efecto	Correlación Deuda-Acciones
Alta Inflación	Tasas de Interés	Deuda de Largo Plazo	-	+
		Acciones	-	
Inflación Moderada o Baja	Crecimiento	Deuda	-	-
		Acciones	+	

\* Estos son resultados empíricos; en ocasiones pueden no cumplirse.

\*\* La deuda considerada es la de baja probabilidad de impago ya que la de alta probabilidad se comporta más como la renta variable.

Fuente: Elaboración propia a partir de conclusiones de Enrique Gallego, "Renta fija, no tan fija" publicado el 06-11-2002 en Open Bank Santander Consumer, S. A. Disponible en [www.openbank.es](http://www.openbank.es)

Otra forma de ver la correlación que existe entre la inversión en deuda y en renta variable es a través del ciclo de liquidez. Hay tres etapas para cuando la liquidez aumenta y tres para cuando disminuye. Dependiendo en que etapa se esté, para liquidez alta se recomienda la inversión en acciones, bonos, *commodities*<sup>17</sup> o bienes raíces; para liquidez baja se recomienda invertir en bonos, *commodities*, bienes raíces o en efectivo<sup>18</sup>.

## 1.4 MERCADOS FINANCIEROS Y MERCADO DE VALORES EN MÉXICO

De acuerdo con Pascale (1999), en economía existen diversos tipos de mercados que pueden ser agrupados en:

- a) Mercados de mercancías, donde se operan bienes manufacturados o servicios.
- b) Mercado de factores, correspondientes a factores de producción como el trabajo y el capital.

<sup>17</sup> No hay una traducción adecuada en español, la más cercana es materias primas (algodón, trigo, petróleo, etc.)

<sup>18</sup> Véase Heyman, Timothy (1998). *Inversión en la Globalización*. Cuadro 4-7, página 84.

Dentro del mercado de factores está lo que se conoce como mercados financieros, aquellos en que a través de la negociación de activos financieros se transfieren recursos de agentes económicos que tienen exceso de fondos hacia quienes necesitan de ellos.

Las funciones que debe cumplir un mercado financiero son: permitir la transferencia de fondos, disminuir la exposición al riesgo, proveer liquidez, mecanismos para la fijación de precios, flujo de la información y ayudar a la reducción de los costos de transacción. De todas estas, la información juega un papel muy importante para lo que se llama la hipótesis de los mercados eficientes o eficiencia de mercado. Van Horne (1997) señala que existe eficiencia en un mercado financiero cuando los precios de los valores reflejan toda la información disponible para el público acerca de la economía, los mercados y la compañía específica involucrada. La implicación es que los precios de mercado de los valores individuales se ajustaran con más rapidez a la nueva información. Como resultado, se dice que los precios de los valores fluctúan aleatoriamente (caminata aleatoria<sup>19</sup> o *random walk*) con respecto a sus valores intrínsecos<sup>20</sup>.

### Clasificación de los Mercados Financieros

Hay varias formas para clasificar un mercado financiero. A continuación se expone la división propuesta por Ricardo Pascale (1999), que a su vez incluye algunas de las clasificaciones propuestas por Fabozzi, Modigliani y Ferri (1994):

1. *Por el tipo de derecho.* Existen dos formas por las cuales una agente económica obtiene recursos: Deuda y fondos propios (Acciones).
2. *Por el momento de transacción.* Se dividen en mercados Primarios, aquellos en donde las nuevas emisiones son vendidas directamente a compradores iniciales (como intermediarios bursátiles); y en mercados Secundarios donde se negocian los títulos previamente emitidos y vendidos en los Primarios. Las bolsas de valores, los mercados cambiarios y los de derivados son ejemplos de mercados Secundarios. En ellos se fijan los precios de los activos y permiten hacerlos más líquidos.
3. *Por la forma de organización.* Este criterio clasifica los mercados financieros como De Subasta, *Over The Counter* (OTC) y De Intermediación. Los primeros son formas de organización de los mercados Secundarios. La BMV es un ejemplo de los mercados De Subasta, aquellos donde inversionistas coinciden en un lugar físico para realizar transacciones de compra-venta. Los agentes que operan en mercados OTC negocian títulos fuera de bolsa con características más específicas y de tipo personalizado. La última categoría se refiere a instituciones financieras que facilitan la asignación de recursos funcionando como intermediarios entre quienes ahorran y quienes solicitan préstamos.
4. *Por el plazo de vencimiento de los activos financieros.* Se dividen en mercado Monetario o De Dinero y en mercado De Capitales. En el primero se comercializan títulos de corto a mediano plazo y son instrumentos de bajo riesgo y alta liquidez. En el segundo, se transan activos con características de largo plazo o indefinido (Acciones, por ejemplo).

---

<sup>19</sup> Este hecho es importante al momento de establecer los supuestos para valorar una opción financiera (Capítulo 2).

<sup>20</sup> En la Sección 2.3.2 se habla del valor intrínseco del precio de un activo.

5. *Por el plazo de entrega.* Se dividen en mercado de Efectivo y mercado de Derivados. En el primero, la negociación se hace en el acto o en un máximo de 24 a 48 horas (mercado *spot*). Mientras que la compra y/o venta de los activos financieros que se transan en el mercado de derivados se produce en el futuro.

## Mercado de Valores en México

El mercado de valores es aquel en el que se llevan a cabo, de manera organizada, transacciones de compraventa de títulos, inscritos en el RNV. Este mercado pertenece a una dimensión compuesta por varios mercados que se intercalan todos entre sí: mercado primario, secundario, de capitales, de dinero, cambiario, de metales, de derivados y de medianas empresas. El sector bursátil, al ser un conjunto de mercados financieros, tiene la función de contribuir a que las empresas paraestatales o del gobierno, y privadas obtengan dinero para emplearlo en diversos proyectos de inversión. Por ello, las bolsas de valores son de suma importancia para el desarrollo del sistema financiero y para la economía de un país.

Este mercado está compuesto por la demanda y oferta de valores, y por los intermediarios. La demanda de valores comprende a los inversionistas nacionales y extranjeros. A su vez, los inversionistas nacionales se agrupan en dos tipos: institucionales y privados. La LMV señala que los inversionistas institucionales son los bancos, sociedades financieras, compañías de seguros, entidades nacionales de reaseguro y administradoras de fondos (de pensiones, mutuos, de inversión) autorizados por Ley. La oferta de valores está compuesta por los emisores; los principales emisores de valores son las Sociedades Anónimas públicas (acciones y títulos de deuda), los bancos e instituciones financieras (depósitos, letras hipotecarias, bonos bancarios, etc.), los fondos institucionales distintos a los fondos de pensiones, y el Estado a través del Banco de México o de las empresas paraestatales (Cetes, UMS, etc.). Los intermediarios financieros o de valores están compuestos por las Casas de Bolsa, los bancos e instituciones financieras y la BMV.

Al invertir en el mercado de valores el inversionista está expuesto a dos tipos de riesgo, entendido como la variabilidad que tiene una inversión de generar rendimientos:

- *Riesgo sistemático.* También conocido como riesgo de mercado, puesto que la obtención de ganancias está directamente relacionada con el comportamiento de los diversos indicadores financieros como son la inflación, el tipo de cambio y las tasas de interés, entre otros.
- *Riesgo no sistemático.* Es aquel que depende del buen manejo y desempeño administrativo que tenga la empresa emisora.

### 1.4.1 Bolsa Mexicana de Valores (BMV)

La Bolsa Mexicana de Valores es una institución privada constituida como Sociedad Anónima de Capital Variable, que opera bajo la concesión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), con apego a la LMV.

Actualmente, ya que la desmutualización<sup>21</sup> está en proceso, sus accionistas son las Casas de Bolsa autorizadas, las cuales poseen una acción cada una, y cuya labor es supervisar y establecer, con licencia de la CNBV y la SHCP, las reglas para la compraventa de valores ofertados en el mercado de valores. La clasificación de mercados de la BMV se da de acuerdo con las características de los instrumentos que son negociados en ella, estos son: mercado de capitales, mercado de deuda, mercado de metales y mercado de divisas.

## Antecedentes

En México, el negocio bursátil empezó alrededor de 1850 con operaciones de compraventa informales a través de las negociaciones de los primeros títulos accionarios de empresas mineras. En 1867 se promulga la Ley Reglamentaria del Corretaje de Valores. Entre 1880 y 1900, en las calles de Plateros y Cadena, en el centro de la Ciudad de México, se hacían reuniones en las que corredores (autonombrados *jinetes* o *coyotes*) y empresarios realizaban compraventas de todo tipo de bienes y valores en la vía pública. Posteriormente, se conformaron grupos cerrados de accionistas y emisores, que se reunían a negociar a puerta cerrada, en diferentes puntos de la Ciudad. En 1886, se constituye la Bolsa Mercantil de México.

El 2 de septiembre de 1895 se inscribió en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio la escritura del centro de operaciones bursátiles Bolsa de México, S.A., que fue inaugurado en la calle de Plateros (hoy avenida Madero), el 21 de octubre de ese mismo año. Sin embargo, en 1896 no se registró ninguna operación debido a que el sistema de remates era menos ágil que el utilizado antes en la calle, aunado a una baja en los precios de las acciones mineras. En consecuencia, la Bolsa tuvo que cerrar.

En 1907, se fundó la Bolsa Privada de México. En 1910, se le cambió la denominación por la de Bolsa de Valores México, S.C.L. y se estableció en la calle 5 de mayo. En 1931, casi no hubo movimiento, y el monto de las operaciones registro su mínimo histórico desde 1907. Posteriormente, en 1932, se incluye en la Ley de Instituciones de Crédito y Auxiliares un capítulo especial sobre Bolsas de Valores; y en 1933, se promulga la Ley Reglamentaria de Bolsas y se constituye la Bolsa de Valores de México, S.A., que sería supervisada posteriormente por la Comisión Nacional de Valores creada en 1946 (hoy CNBV).

En 1975, entra en vigor la primera Ley del Mercado de Valores, que trajo consigo la fusión de las bolsas de Guadalajara y Monterrey con la de México, cambiando su razón social por la de Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V. Entre 1978 y 1980 se fortaleció la infraestructura bursátil con los organismos de apoyo al mercado de valores. Estos antecedentes llevaron al primer auge del mercado accionario mexicano, para terminar con la crisis económica de 1982; repitiéndose el ciclo en 1987. Tras varios cambios de cede, en abril de 1990 se trasladó a su ubicación actual en Paseo de la Reforma 255.

---

<sup>21</sup> Los mercados se han estructurado en forma de sociedad mutua, con sus miembros como propietarios, y que a su vez son sus clientes, orientándose en beneficio de estos. Recientemente, los mercados alrededor del mundo han iniciado un proceso de desmutualización a través del cual éstas sociedades mutuas se han transformado a si mismas en Sociedades Anónimas abiertas.

El desarrollo tecnológico se hace presente en 1995 con la introducción del BMV-SENTRA<sup>22</sup> Títulos de Deuda. La totalidad de este mercado es operado por este medio electrónico; un año después dan inicio las operaciones de BMV-SENTRA Capitales. La introducción de las primeras empresas extranjeras en el mercado accionario se da en 1997, a través del Sistema Internacional de Cotizaciones (SIC)<sup>23</sup>.

El 11 de enero de 1999 se da un giro importante en la actividad bursátil mexicana, la totalidad de la negociación accionaria se incorporó al sistema electrónico. A partir de entonces, el mercado de capitales de la bolsa opera completamente a través del sistema electrónico de negociación BMV-SENTRA Capitales. En ese mismo año también se listaron los contratos de futuros sobre el IPC en el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer) y el principal indicador alcanzó un máximo histórico de 7,129.88 puntos el 30 de diciembre.

El día 17 de mayo de 2001 se registró la jornada más activa en la historia de la BMV estableciendo niveles récord de operatividad, el número de operaciones ascendió a 11,031. El 1° de enero de 2002 se constituye la empresa de servicios Corporativo Mexicano del Mercado de Valores, S.A. de C.V. para la contratación, administración y control del personal de la bolsa y de las demás instituciones financieras del centro bursátil que se sumaron a este proceso.

## Reglas de operación

Todas las operaciones que se lleven a cabo con títulos o valores inscritos en la BMV deben efectuarse tomando en cuenta algunas reglas básicas:

- *Lotes y pujas*. Estos permiten que se evite la excesiva fragmentación en las operaciones del mercado, de manera que se manejen volúmenes estandarizados de títulos. Se denomina lote a la cantidad mínima de títulos que comúnmente se intercambian en una transacción. Por ejemplo, para el mercado de capitales un lote se integra por mil títulos. Se denomina puja al importe mínimo en que puede variar el precio unitario de cada título y se expresa como una fracción del precio de mercado o valor nominal del título.
- *Picos*. Cantidad de títulos por abajo a la establecida por un lote y cuya transacción debe efectuarse al último precio.
- *Ventas en corto*. Consiste en la venta de títulos que no se tienen, mediante el recurso llamado de posición corta; el vendedor debe obtener en préstamo los títulos del negocio de parte de un prestamista autorizado y bajo el compromiso de devolver títulos equivalentes, en igual cantidad, en la fecha preestablecida y con un premio por el préstamo.
- *Horarios de operación*. Las operaciones con valores se realizan exclusivamente durante la sesión de remates, cuyo horario lo establece y da a conocer la BMV. Si por alguna circunstancia se acuerda cambiar el horario, la BMV lo debe anunciar cuando menos con cinco días hábiles de anticipación. Una sesión de remates se lleva a cabo de 8:30 a.m. a 3 p.m., con cinco recesos de 10 minutos cada uno, de lunes a viernes, para el mercado de capitales y de 8:30 a.m. a 2:30 p.m. para el de títulos de deuda.

<sup>22</sup> Sistema Electrónico de Negociación, Transacción, Registro y Asignación.

<sup>23</sup> Mecanismo diseñado para inscribir y operar en la BMV valores inscritos en mercados de valores extranjeros reconocidos por la CNBV.



- *Días de liquidación.* A partir del 5 de marzo de 2007, las operaciones realizadas en los sistemas de negociación de la BMV se liquidan en un plazo de 3 días hábiles (72 hrs.). Eso permite igualar los periodos de liquidación con otros mercados accionarios como el NYSE Euronext y NASDAQ de Estados Unidos; BOVESPA de Brasil, y TSX de Canadá.
- *Suspensión de operaciones.* Para evitar fluctuaciones excesivas y erráticas en los precios y con el objeto de procurar la incorporación de toda información relevante en el proceso de toma de decisiones, la BMV ha establecido un sistema de suspensión de operaciones por un lapso determinado después del cual se reinicia tomando como base el precio de la última transacción concretada y fijando nuevos rangos de fluctuación. Este sistema funciona cuando el precio de mercado de una acción excede, con respecto al precio de apertura, los rangos de fluctuación establecidos, ya sea a la baja o a la alza.
- *Suspensión de registro.* Se suspende automáticamente la operación de un determinado valor una vez que el Consejo de Administración de la BMV tome la decisión, la cual debe estar fundamentada y fijar un plazo de duración, en caso de que algún emisor no cumpla con las obligaciones, normas y requisitos administrativos establecidos, porque se presenten situaciones que puedan causar perjuicios al público inversionista o que se efectúen operaciones fuera de los usos y prácticas del mercado.

#### Organismos de Apoyo al Mercado de Valores

- *S.D. INDEVAL, S.A. de C.V.* Razón social del Instituto para el Depósito de Valores, constituido en agosto de 1987 como una sociedad privada, siendo la única empresa en México autorizada para operar como institución para el depósito de valores. De acuerdo con lo establecido en la LMV, puede tener como socios sólo al Banco de México, las Casas de Bolsa, las instituciones de crédito, las compañías de seguros y de fianzas, a los llamados especialistas bursátiles y las bolsas de valores. Su actividad es supervisada por la CNBV. Su objetivo consiste en proporcionar la máxima seguridad al mercado de valores en los aspectos relacionados con la custodia, administración y transferencia de valores y la compensación y liquidación de operaciones realizadas en el mismo.
- *Calificadoras de Valores.* Son empresas independientes que emiten su opinión sobre las emisiones de deuda para establecer el grado de riesgo que dicho instrumento representa para el inversionista. Su objeto específico es evaluar la certeza de pago oportuno del principal e intereses de cada emisión de títulos en particular, así como el constatar la existencia legal de la emisora y evaluar su situación financiera.
- *Academia Mexicana de Derecho Bursátil y de los Mercados Financieros, A. C.* Esta organización tiene como propósito el análisis, estudio y difusión de la legislación aplicable tanto al mercado de valores, en particular, como a los mercados financieros en general. Entre sus actividades, está la de actualizar permanentemente el derecho bursátil, realizando investigaciones relacionadas con las normas que rigen el funcionamiento del mercado y difundir la legislación relativa a esta actividad.
- *Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles (AMIB):* Agrupa a todas las Casas de Bolsa que operan en México. Su propósito es promover el crecimiento, desarrollo y consolidación de sus integrantes, para propiciar las condiciones que favorezcan su sano y eficaz desarrollo e inducir en ellas la adopción de estrictas medidas de autorregulación.

## Índices de Precios Accionarios

La finalidad del cálculo de índices de precios accionarios es obtener un indicador que represente la evolución de los precios de un conjunto de títulos accionarios a lo largo del tiempo. El cálculo de un índice accionario captura (en tiempo real) las operaciones de compraventa durante la sesión de remates. Se genera un nuevo valor para el índice (se recalcula) cada vez que se efectúa una transacción de compraventa que produce un efecto directo sobre el precio de cualquiera de las acciones que componen su muestra. La BMV calcula y difunde alrededor de 65 indicadores. A continuación se muestran algunos de ellos.

### Índice de Precios y Cotizaciones (IPC)

Es el índice más representativo del mercado accionario mexicano. La muestra que lo compone se revisa periódicamente y se integra por emisoras de distintos sectores de la economía, tomando en cuenta el desempeño en los últimos seis meses, de las siguientes variables: importe negociado, volumen de acciones negociadas, rotación (importe de capitalización), número de operaciones efectuadas y total de días de negociación efectiva.

El valor de capitalización de cada emisora (número de acciones x valor de mercado de la acción), constituye su ponderador en el cálculo del índice. Por tanto, también es considerado para la selección de la muestra. El 8 de enero de 2008 la BMV informó que la muestra del IPC para febrero de 2008 a enero de 2009 se conforma de la siguiente manera:

Tabla 1.4 Composición del IPC Feb08 - Ene09

Emisora	Serie	Emisora	Serie
1 AMX	L	19 GAP	B
2 WALMEX	V	20 GCARSO	A1
3 CEMEX	CPO	21 SORIANA	B
4 GMEXICO	B	22 AXTEL	CPO
5 TELMEX	L	23 TVAZTCA	CPO
6 GFNORTE	O	24 GFAMSA	A
7 TLEVISA	CPO	25 BIMBO	A
8 FEMSA	UBD	26 MEXCHEM	*
9 GEO	B	27 GFINBUR	O
10 ICA	*	28 ELECTRA	*
11 GMODELO	C	29 PE&OLES	*
12 HOMEX	*	30 IDEAL	B-1
13 ARA	*	31 COMPART	O
14 TELECOM	A1	32 ALSEA	*
15 URBI	*	33 ASUR	B
16 COMERCI	UBC	34 SIMEC	B
17 ALFA	A	35 CICSA	B-1
18 KIMBER	A		

Entran: Alsea\*, AsurB, AxtelCPO, CompartO, Mexchem\*, SimecB.

Salen: Arca\*, GrumaB, IchB, OmaB, Pinfra\*, SareB.

Fuente: BMV

### Índice México (INMEX)

Es un índice ponderado por el valor de capitalización de las emisoras que integran la muestra y que abarca de 20 a 25, de las cuales solo se toma en particular una serie de acciones, la cual corresponderá a la que sea mas representativa en cuanto a su bursatilidad, capitalización y liquidez, siempre y cuando su ponderación no sea mayor al 10%. Este índice es utilizado como activo subyacente para la emisión de títulos derivados. El tamaño de la muestra se revisa cada seis meses o antes si ocurren eventos extraordinarios que afecten directamente a las emisoras que lo integran.

### Índices Sectoriales

Son el conjunto de índices que presentan el comportamiento del valor relativo de emisoras cuya actividad económica es agrupada por sectores homogéneos, tales como: comercio, comunicaciones y transportes, construcción, extracción, servicios, transformación y varios. El método utilizado para el calculo de los índices sectoriales es el mismo que para el IPC, variando solamente tanto el tamaño de la muestra como los valores que la integran.

### Nuevos Índices

En octubre de 2006, la BMV lanzó al mercado cuatro nuevos integrantes a la familia de índices del mercado accionario mexicano: IPC CompMX, IPC LargeCap, IPC MidCap, IPC SmallCap. Cada uno referente al nivel de capitalización de la muestra que lo compone.

## **1.4.2 Mercado para la Mediana Empresa (IMC30)**

Hay dos mercados accionarios en México, cada uno con sus mercados primario y secundario. Ambos son operados a través de la BMV. Estos son: el mercado principal, y el Mercado para la Mediana Empresa. Éste último fue creado en 1993 con el propósito de fomentar el crecimiento y desarrollo de las empresas medianas. La diferencia entre el MMEX y el mercado principal está en el tamaño de las empresas y los requisitos de inscripción<sup>24</sup>. A principios de 1998, el valor de capitalización del fondo Intermedio de Valores asciende a 220 millones de pesos, con el propósito de darle liquidez al MMEX.

La BMV informó el 31 de julio de 2000 la operación del nuevo Índice de Mediana Capitalización (IMC-30), conformado por 30 series accionarias representativas de este mercado. Con éste índice desaparece el anterior IP-MMEX. Se esperaba que además de ser un reflejo del desempeño de esta clase de emisoras, serviría de referencia para el lanzamiento de instrumentos indizados, para la conformación de Sociedades de Inversión y para el lanzamiento de futuros en el MexDer.

El 15 de septiembre de 2006 el Comité de Análisis de Riesgo de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (Consar) autorizó a las Siefors<sup>25</sup> la integración a sus portafolios de inversión el IMC30. El dinamismo y mayor operatividad de las emisoras que lo conforman proporcionarán más profundidad y desarrollo del mercado de capitales mexicano.

---

<sup>24</sup> Para la inscripción en Bolsa, una empresa tiene que recibir la aprobación tanto de la BMV como de la CNBV.

<sup>25</sup> Sociedades de Inversión Especializadas de Fondos para el Retiro

### 1.4.3 Mercado Mexicano de Derivados (MEXDER)

Los derivados son instrumentos financieros que están vinculados al valor de otro activo financiero tomado como referencia, llamado activo subyacente. Los más conocidos son: los *forwards*, los futuros, las opciones, los *warrants* y los *swaps*. Estos contratos permiten al inversionista reducir el riesgo a fluctuaciones de tasa de interés, tipo de cambio o precios de materias primas e insumos, o crear un portafolio de inversión de acuerdo a sus expectativas.

El Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V., inició actividades en diciembre de 1998, autorizado por la SHCP. Su creación se considera como uno de los avances más significativos en el proceso de desarrollo e internacionalización del Sistema Financiero Mexicano. El MexDer y su Cámara de Compensación (Asigna), son entidades autorreguladas que funcionan bajo la supervisión de las Autoridades Financieras (SHCP, Banxico y la CNBV).

La importancia de que países como México cuenten con productos derivados, cotizados en una bolsa, ha sido destacada por organismos financieros internacionales como el *International Monetary Fund* (IMF) y la *International Finance Corporation* (IFC), quienes han recomendado este tipo de mercados para promover esquemas de estabilidad macroeconómica y facilitar el control de riesgos a intermediarios financieros y entidades económicas.

Actualmente, el MexDer es un mercado consolidado y reconocido a nivel mundial por su dinámica y crecimiento. En su Informe sobre Volumen de Operación 2004, la *Futures Industry Association* (FIA) reporta que el MexDer está dentro de las 10 bolsas de futuros y opciones más dinámicas del mundo (Tabla 1.5), por arriba de mercados como el de Tokio, Sydney y Hong Kong y que ocupa el 5º lugar dentro de las 40 mejores bolsas de futuros del mundo (Tabla 1.6). Además, los futuros sobre la TIIE28 listados en el MexDer se encuentran en la posición número 4 dentro de los 20 mejores contratos de futuros (Tabla 1.7).

Tabla 1.5 Volumen Global de Opciones y Futuros por Bolsa en 2004<sup>26</sup>

Posición	Bolsa	Volumen	Cambio %
1	<i>Korea Futures Exchange</i>	2,586,818,602	-11.2%
2	<i>Eurex</i>	1,065,639,010	5.0%
3	<i>Chicago Mercantile Exchange</i>	805,341,681	25.8%
4	<i>Euronext Liffe</i>	790,381,989	13.7%
5	<i>Chicago Board of Trade</i>	599,994,386	32.1%
6	<i>Chicago Board Options Exchange</i>	361,086,774	27.2%
7	<i>International Securities Exchange</i>	360,852,519	47.3%
8	<i>Bovespa</i>	235,349,514	32.8%
9	<i>Mexican Derivatives Exchange</i>	210,395,264	21.0%
10	<i>American Stock Exchange</i>	202,680,929	12.6%

Fuente: FIA

<sup>26</sup> Llama la atención el volumen de operaciones que tiene la bolsa de futuros de Corea, y sobre todo que haya decrecido con respecto a 2003, con un volumen de 2,912,894,034.

Tabla 1.6 Mejores Bolsas de Futuros en 2004

Posición	Bolsa	Volumen	Cambio %
1	<i>Eurex</i>	684,630,502	2.4%
2	<i>Chicago Mercantile Exchange</i>	664,884,607	25.2%
3	<i>Chicago Board of Trade</i>	489,230,144	30.9%
4	<i>Euronext Liffe</i>	310,673,375	16.0%
5	<i>Mexican Derivatives Exchange</i>	210,355,031	21.0%

\* El volumen no incluye opciones sobre futuros

Fuente: FIA

Tabla 1.7 Mejores 20 Contratos de Derivados en 2004 (en millones)

Posición	Contrato	2004
1	<i>Kospi 200 Options, Kofex</i>	2,521.56
2	<i>3-Month Eurodollar Futures, CME</i>	297.58
3	<i>Euro-Bund Futures, Eurex</i>	239.79
4	<i>TIIE 28 Futures, MexDer</i>	206.03
5	<i>10-Year T-Note Futures, CBOT</i>	196.12
6	<i>E-mini S&amp;P 500 Index Futures, CME</i>	167.20
7	<i>Euro Bobl Futures, Eurex</i>	159.17
8	<i>3-Month Euribor Futures, Euronext.liffe</i>	157.75
9	<i>3-Month Eurodollar Options, CME</i>	130.60
10	<i>Euro-Schatz Futures, Eurex</i>	122.93
11	<i>DJ Euro Stoxx 50 Futures, Eurex</i>	121.66
12	<i>5-Year T-Note Futures, CBOT</i>	105.47
13	<i>Interest Rate Futures, BM&amp;F</i>	100.29
14	<i>E-mini Nasdaq 100 Futures, CME</i>	77.17
15	<i>30-Year T-Bond Futures, CBOT</i>	72.95
16	<i>DJ Euro Stoxx 50 Options, Eurex</i>	71.41
17	<i>CAC 40 Index Options, Euronext.liffe</i>	63.15
18	<i>No. 1 Soybean Futures, DCE</i>	57.34
19	<i>10-Year T-Note Options, CBOT</i>	56.88
20	<i>Kospi 200 Futures, Kofex</i>	55.61

Fuente: FIA

Por lo anterior, no es casualidad que el 30 de agosto de 2006 el MexDer haya obtenido la autorización de la *Commodity Futures Trading Commission* (CFTC) de los E.U.A. para que los contratos de futuros sobre el IPC listados en el MexDer puedan ser ofrecidos en ese país.

El Gobierno Mexicano también ha reconocido su desarrollo e importancia. El 4 de diciembre de 2006 se publica en el Diario Oficial de la Federación la autorización para que las Sociedades de Inversión inviertan en instrumentos financieros derivados con el fin de facilitar, a través de una mayor diversificación, la administración de riesgos a los que se encuentran expuestas dichas sociedades.

# CAPÍTULO 2

## OPCIONES FINANCIERAS

---

*“El riesgo que asume el vendedor (de una opción) explica la importancia de una determinación adecuada de la prima y de una política eficiente de gestión del riesgo de las opciones”*

Prosper Lamothe (1993)

La palabra opción proviene del latín *optio*, *-ōnis* que significa elegir. Esto es, opción es la facultad de elegir o el derecho para hacer algo. En finanzas, las opciones son contratos aleatorios y temporales de compraventa celebrados entre dos partes y cuyo objeto es el valor futuro de un activo financiero, llamado activo subyacente.

El poseedor del contrato de opción adquiere el derecho<sup>1</sup> de actuar como comprador o vendedor del activo subyacente, cuyo precio se fija en el contrato, de acuerdo al tipo de contrato. Mientras que el emisor adquiere la obligación de actuar como la contraparte (vendedor o comprador). Por este derecho, el inversionista paga al emisor de la opción una cantidad monetaria determinada en el momento en que se celebra el contrato. En otras palabras, la opción tiene un precio.

De lo anterior se deriva que en todo contrato de opción deben aparecer los siguientes elementos:

- *Valor del activo subyacente (S)*. Activo al que está referenciado el contrato de la opción.
- *Precio de ejercicio (E)*. Precio al que se podrá ejercer el derecho adquirido mediante la compra de la opción, fijado al ser emitida esta última.
- *Fecha de vencimiento (T)*. También conocida como madurez de la opción, es la fecha fijada en la que expira la validez del contrato de opción.
- *Prima*. Importe a pagar por adquirir el contrato; es decir, es el precio de la opción.

Los contratos de opción más comunes toman como activo subyacente a las acciones. Hull (2000) afirma que las opciones sobre acciones fueron las primeras en operarse en bolsas organizadas en 1973. La diferencia de poseer una acción a poseer una opción es que mientras un accionista aporta recursos monetarios a una empresa a cambio de recibir derechos patrimoniales (y, en su caso, corporativos), el tenedor de una opción no tiene relación directa con la empresa, sólo tiene un derecho sobre los títulos de esta. En este trabajo se desarrollan las opciones sobre acciones.

<sup>1</sup> A diferencia de los contratos de futuros, en los que ambos agentes adquieren una obligación.

Los objetivos de las opciones, según J. Díaz y F. Hernández (1998), se pueden agrupar en dos niveles:

a) Microeconómico:

- Es un producto con el cual un inversionista puede protegerse del riesgo; representan un tipo alternativo de cobertura (a un bajo costo), y
- Pueden utilizarse para la inversión o la especulación

b) Macroeconómico:

- Ayudan a la formación más eficiente de precios de valores subyacentes;
- Mejoran los niveles de liquidez en el mercado;
- Amplían las oportunidades de arbitraje, y
- Permiten perfiles de riesgo y rendimientos contables

De hecho, Lamothe (1993) afirma que son el mejor instrumento para cubrir cualquier riesgo de precios y para la especulación puesto que con ellas se transfiere el riesgo de pérdida, pero se mantienen las posibilidades de beneficio ante una evolución positiva de precios, y los errores de previsión no suponen grandes pérdidas pues la opción no se ejerce y se pierde solo la prima. Esto refleja la flexibilidad que se obtiene al invertir en opciones.

## 2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS OPCIONES

Las opciones pueden clasificarse de acuerdo a sus características. Sin embargo, no existe un consenso general sobre los criterios. Por lo que se propone la siguiente clasificación:

Por el Derecho que Otorgan a su Propietario

Con base en la relación bilateral de compraventa entre los agentes existen dos tipos de opciones:

- *Opción de compra*. Desde que su tenedor paga el precio de la opción, éste tiene derecho a comprar el activo subyacente sobre el que se celebró el contrato en o durante una fecha futura y a un precio determinados. Al emisor le da la obligación de vender dicho activo si el tenedor de la opción decide ejercer su derecho. A este tipo de opción se le denomina *call option* (tomo) y su prima se denota con una *c*.
- *Opción de venta*. Es lo contrario de una opción de compra por lo que comúnmente se dice que son un espejo de un *call*. Una opción de venta, previo pago del precio de la opción, otorga el derecho de vender el activo subyacente sobre el que se celebró el contrato en o durante una fecha futura y a un precio determinados. Al emisor le da la obligación de comprar dicho activo si el tenedor de la opción decide ejercer su derecho. A este tipo de opción se le denomina *put option* (doy) y su precio se denota con una *p*.

## Por el Tiempo de Ejercicio

En las opciones se establece una fecha en la cual los derechos que otorgan las opciones pueden tener efecto, ya sea que las opciones puedan ser ejercidas únicamente en la fecha mencionada o desde el momento en que se da la relación contractual hasta el cumplimiento de dicha fecha. De acuerdo con este criterio las opciones se pueden clasificar en:

- *Opción europea*. Esta opción únicamente puede ser ejercida únicamente en la fecha establecida en el contrato.
- *Opción americana*. Esta opción puede ejercerse durante el periodo delimitado desde que se da la firma del contrato y hasta la fecha que en él se establece.
- *Opción atlántica o bermuda*. Es una opción que puede ser ejercida en una serie de fechas determinadas. Se encuentra entre las opciones europeas y las opciones americanas.

En términos matemáticos, se puede decir que el tiempo en el que se pueden ejercer las opciones es puntual (opciones europeas), discreto (opciones atlántica) o continuo (opciones americanas). Por esta razón, en este trabajo se propone como nombre de este criterio "Tiempo de Ejercicio". Cabe mencionar que las opciones básicas son las europeas y las americanas<sup>2</sup>, aunque la mayoría de las opciones negociadas en las bolsas del mundo son americanas debido a su mayor flexibilidad.

## Por el Tipo de Activo Subyacente

Ya se mencionó que las opciones más comunes se celebran tomando a las acciones como activo subyacente, pero existen diversos activos que pueden funcionar como valores de referencia para los contratos de opción. Sin embargo, las opciones se emiten sobre los activos financieros más comercializados, generalmente sobre divisas e índices bursátiles.

- *Opciones sobre divisas*. En el contrato de estas opciones se establece un tipo de cambio y una cantidad determinada de la divisa. Por lo que, al pagar el precio de la opción, su tenedor adquiere el derecho de comprar o vender la cantidad de la divisa al tipo de cambio fijados.
- *Opciones sobre índices bursátiles*. Puesto que un índice bursátil es un indicador referente a la operatividad de ciertos activos, el activo subyacente de este tipo de opciones es la cartera de activos con que se calcula el índice. Estas opciones se diseñaron para obtener beneficios o protección frente a las oscilaciones de los precios en el mercado de valores.
- *Opción multiíndice*. El comportamiento del activo subyacente de este tipo de opciones hace referencia a la evolución que tengan dos o más índices bursátiles.
- *Opciones sobre futuros de tipos de interés*. Este tipo de opciones dan a su tenedor el derecho a invertir (o a endeudarse) a un tipo de interés fijo durante un periodo preestablecido.
- *Opciones compuestas*. Son un tipo de opciones exóticas (más abajo). Se refieren a las opciones sobre opciones, por lo que pueden ser de cuatro formas distintas: *call* sobre un *call*, *call* sobre un *put*, *put* sobre un *call* y *put* sobre un *put*. Generalmente se utilizan en los mercados de divisas.

---

<sup>2</sup> El nombre no hace referencia al lugar donde son emitidas o negociadas sino al lugar donde fueron creadas.



## Por el Seguimiento del Activo Subyacente

De acuerdo a la forma en que se establece el activo subyacente, se pueden clasificar en:

- *Opciones clásicas*. Estas opciones pueden ser un *call* o un *put* de tipo americano o europeo sobre cualquier activo subyacente. La elección de ejercer o no la opción coincide con el valor que el activo subyacente tiene al momento de la decisión. La operación de este tipo de acciones, generalmente, se hace en mercados organizados, y su cumplimiento esta a cargo de una Cámara de Compensación.
- *Opciones exóticas*. La mayoría de este tipo de acciones se negocian fuera de los mercados organizados o en los mercados OTC. Son opciones no estandarizadas. En este tipo de opciones el aspecto más importante es el comportamiento del activo subyacente durante un periodo de tiempo determinado. Entre otros tipos de opciones exóticas se encuentran:
  - i) *Opciones asiáticas*. El valor del activo subyacente se calcula como promedio de los precios alcanzados por el mismo a lo largo de un periodo determinado. Este tipo de opciones tienen un menor valor puesto que un precio promedio es menos volátil que las series de precios utilizadas para obtenerlo. Su finalidad es reducir las posibilidades de manipular el precio del subyacente en la fecha de vencimiento del contrato.
  - ii) *Opciones lookback*. Este tipo de opciones pueden ser de tipo europeo o americano y su característica es que proporcionan a su propietario el derecho a adquirir una cantidad fija del activo subyacente al mínimo precio alcanzado durante la vida de la opción cuando se trata de un *lookback call*. Mientras que el propietario de un *lookback put* tiene el derecho a vender el activo subyacente al máximo precio alcanzado durante la vida de la opción. Por sus características su coste es mucho más alto que el de una opción tradicional.
  - iii) *Opciones barrera*. Permiten la oscilación del valor del activo subyacente dentro de un rango de valores. Si el subyacente rebasa cualquiera de los límites la opción queda sin efecto.

## Por la Relación entre el Valor del Activo Subyacente y el Precio de Ejercicio<sup>3</sup>

En esta categoría entran dos tipos de opciones exóticas que, de acuerdo con este criterio, se pueden clasificar tomando en cuenta el valor que tenga el activo subyacente, en el momento que su propietario tome la decisión de hacer efectivo su derecho, con respecto al precio de ejercicio.

- *Opciones digitales o binarias*. Estas opciones tienen sólo dos posibles resultados, de ahí su nombre. Si el precio del activo subyacente supera el precio de ejercicio del *call* su tenedor recibirá una cantidad predeterminada, en caso contrario, nada. Obviamente, en un *put* sucederá lo contrario.
- *Superacciones*. El propietario de este tipo de opción recibirá en la fecha de expiración un pago prefijado si el precio del activo subyacente coincide casi exactamente con el precio de ejercicio, si esto no sucede, no se recibirá nada.

---

<sup>3</sup> Este criterio se encuentra en Montoya Z., Norma. *Análisis de Riesgo en la Evaluación de Proyectos de Inversión como Opciones Reales: Aplicación al Mercado Diesel*, Tesis, Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN, 2006.

## Por el Tipo de Contingencia Asociada

En esta clasificación entran las opciones que dependen de la ocurrencia de cierto suceso para que se puedan ejercer.

- *Opción de elección.* Tras un periodo de tiempo especificado, y de acuerdo a la situación del valor del activo subyacente, el tenedor puede elegir si la opción será de compra o de venta.
- *Opciones condicionales.* Son aquellas cuya vigencia depende de un determinado suceso asociado, generalmente, a la evolución de los precios del activo subyacente.. Esto es, el propietario de la acción podrá ejercerla siempre que el valor del activo subyacente supere un valor predeterminado, tanto por arriba como por abajo; o por el contrario, no podrá ejercerla si supera dicho valor.
- *Opciones diferidas.* Pueden ser adquiridas antes de que comience su validez legal de acuerdo a las condiciones del mercado y sobre todo a las expectativas de un futuro desempeño de éste.

## *Una Definición más Precisa*

Con base en lo anterior se puede definir con más precisión lo que es una opción <sup>4</sup> :

*Una opción es un contrato aleatorio y temporal de compraventa en el que se establece que el comprador tiene el derecho de adquirir (call) o vender (put) una cantidad determinada del activo subyacente (S) referido en el contrato, a un precio de ejercicio predeterminado (E), en (opción europea) o durante (opción americana) una fecha de vencimiento (T), a cambio de pagar una prima (c / p) al emisor, quien adquiere la obligación de vender o comprar dicho activo en caso de que el propietario de la opción decida ejercer su derecho.*

De la definición anterior, se observa que al efectuarse el contrato de opción intervienen dos partes: el comprador, quien se dice que asume una posición larga sobre la opción, y el vendedor quien asume una posición corta sobre dicha opción.

## 2.2 ESTRATEGIAS CON OPCIONES

El correcto uso de las opciones requiere de un buen análisis. La versatilidad de las opciones permite el diseño de una amplia gama de estrategias mediante diferentes combinaciones que se ajusten a múltiples expectativas de mercado con perfiles de riesgo / beneficio para los diferentes tipos de inversionistas. Con éstas, los inversionistas pueden, además de reducir riesgos, limitar las pérdidas e incrementar las ganancias potenciales de sus inversiones.

<sup>4</sup> En la bibliografía consultada primero definen a las opciones y después explican cada uno de los tipos de opciones. Por eso se optó por presentar (proponer) primero su clasificación para poder dar una definición más precisa.

Para decidir que estrategia tomar, se deben considerar dos factores importantes:

- Las expectativas respecto a la cotización del activo subyacente.
- Las expectativas respecto de la volatilidad de las cotizaciones del activo subyacente.

Para abreviar un poco la escritura en la siguiente sección se introduce algo de notación. El signo “+” significa compra y el signo “-” venta. La letra “S” se refiere al subyacente, la “C” a un *call*, la “P” a un *put*; y “ $E_x$ ” se refiere al precio de ejercicio del activo  $x$ . Así, “+C” significa comprar un *call*.

## 2.2.1 Clasificación de las Estrategias

Existe una gran variedad de estrategias a elegir cuando se invierte en opciones<sup>5</sup>. Los resultados obtenidos pueden ser de diversa índole<sup>6</sup>. Al igual que en la clasificación de las opciones, tampoco existe un consenso generalizado sobre como clasificar los diferentes tipos de estrategias con opciones. Por este motivo se proponen tres diferentes formas de clasificar las estrategias:

### Por el Nivel de Elementos Utilizados

De acuerdo a este criterio las diferentes estrategias se pueden clasificar en:

- *Simples*. Sólo utilizan las posiciones básicas, compraventa tanto de un *call* como de un *put*.
- *Complejas o compuestas*. Utilizan diversas combinaciones de las posiciones básicas para establecer una estrategia.

### Por el Nivel de Protección

Este criterio agrupa a las estrategias de la siguiente manera:

- *Con posición descubierta*. Este tipo de estrategias generalmente implican un riesgo mayor ya que se manejan de forma estática y como posiciones aisladas. Existen seis posiciones descubiertas o también conocidas como fundamentales o básicas<sup>7</sup>:
  - i) Posición larga en el activo (+S)
  - ii) Posición corta en el activo (-S)
  - iii) Compra de un *call* (+C)
  - iv) Venta de un *call* (-C)
  - v) Compra de un *put* (+P)
  - vi) Venta de un *put* (-P)

---

<sup>5</sup> Tan solo en Delgado (1999), *Estrategias con Opciones Financieras*, se exponen 47 estrategias diferentes.

<sup>6</sup> Pueden existir estrategias con diferentes activos subyacentes; sin embargo, el nivel de complejidad aumenta considerablemente. Las descripciones de las estrategias presentadas se refieren a opciones *call* y *put* referidas al mismo activo subyacente.

<sup>7</sup> Se incluyen las posiciones con el activo subyacente por que posteriormente se utilizan para diseñar otras estrategias.

- *Con posición cubierta*. Con ellas se prevé de alguna manera la exposición al riesgo.
  - i) Posiciones de cobertura. Una cobertura combina una posición larga en una acción, con la venta de un *call* o la compra de un *put* de tal manera que la acción protege la opción o ésta protege la primera contra una posible pérdida. La cobertura más popular consiste en un *call* por cada acción subyacente adquirida.
  - ii) Posiciones *spread*<sup>8</sup>. Se clasifican principalmente en tres tipos:
    - *Spread* vertical
    - *Spread* horizontal
    - *Spread* diagonal
  - iii) Combinaciones. Se mantienen posiciones largas y cortas con diferentes tipos de opciones.

## Por las Expectativas

Según las expectativas sobre las condiciones del mercado, las estrategias se pueden clasificar:

- Por la tendencia:
  - i) Alcistas
  - ii) Bajistas
- Por la vulnerabilidad:
  - i) Alta volatilidad
  - ii) Baja volatilidad

## 2.2.2 Principales Estrategias y Posiciones

El objetivo del presente trabajo no es hacer una exposición exhaustiva y detallada de cada una de las distintas estrategias. Por este motivo, únicamente se presentan las posiciones más significativas, indicando algunas de las estrategias que las componen, sus principales características y algunas gráficas<sup>9</sup>.

### Posiciones básicas

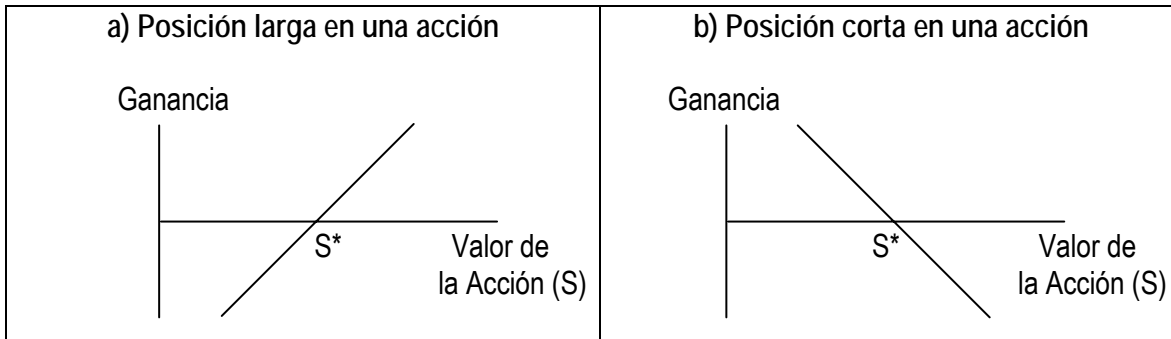
Las primeras dos posiciones básicas son la compra y la venta directa de un activo, generalmente una acción o un contrato a plazo. En la Figura 2.1 se aprecian las posiciones larga y corta en una acción. En la primera -Figura 2.1 a)- se observa que hay una relación directa entre movimientos en el precio y las ganancias que se obtienen. Por ejemplo, si el valor de la acción sube respecto al precio de compra ( $S^*$ ) se obtienen ganancias, y viceversa. La Figura 2.1 b) muestra que en una posición corta la relación entre el valor de la acción y las ganancias es negativa. Si el precio de la acción baja respecto a  $S^*$  se tiene una ganancia (si se hubiera mantenido la acción se hubieran sufrido una pérdida), y viceversa.

---

<sup>8</sup> Diferencial es la traducción más cercana en español pero en el argot financiero se sigue usando la palabra *spread*.

<sup>9</sup> En los libros sobre opciones financieras se pueden encontrar la mayoría de las gráficas.

Figura 2.1 Posición larga y corta en una acción



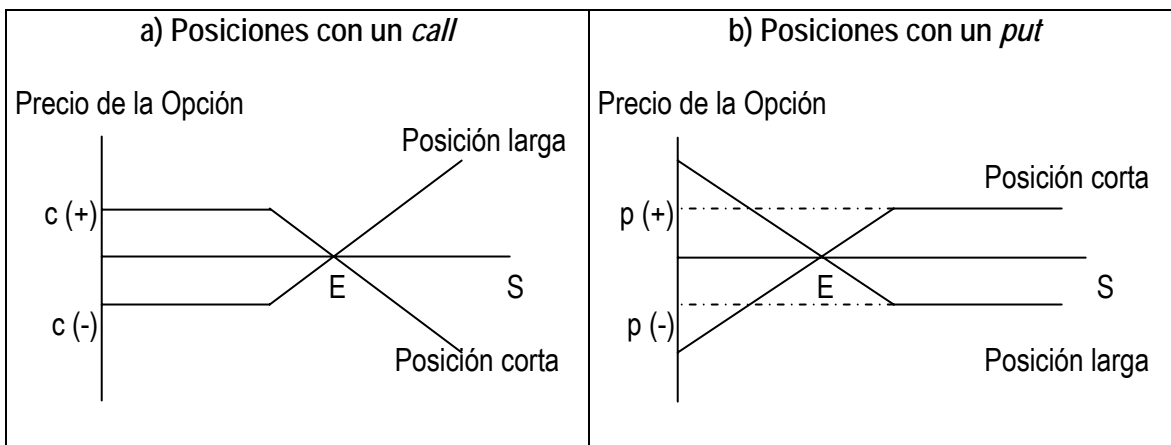
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, las posiciones fundamentales restantes se refieren a la compra y venta de un *call* y *put*. Entonces, existen cuatro posiciones fundamentales en opciones: +C, -C, +P y -P.

El perfil de pérdidas y ganancias para un *call* se basa en las posibles consecuencias que pueden tener tanto el tenedor como el vendedor de dicha opción. Para el inversionista que mantiene una posición larga, la pérdida potencial se reduce al precio de la opción cuando el valor del activo subyacente baja considerablemente. Por el contrario, si el valor del subyacente sube, entonces las ganancias que el inversionista podría obtener son ilimitadas. Para el vendedor de la opción de compra, el perfil de pérdidas y ganancias ocurre de forma contraria. Ver Figura 2.2 a).

El perfil de pérdidas y ganancias de un *put* es similar al de un *call*. Para el inversionista que mantiene una posición larga, la pérdida potencial se reduce a la prima pagada por la opción cuando el valor del activo subyacente aumenta considerablemente. Mientras que si el valor del activo subyacente baja, las ganancias potenciales del inversionista son altas. Para el vendedor, quien mantiene una posición corta, el perfil de pérdidas y ganancias ocurre a la inversa. Ver Figura 2.2 b)

Figura 2.2 Perfiles de rendimiento de un *call* y un *put* en posición corta y posición larga



Fuente: Elaboración propia

## Posiciones *Spread*

Un *spread* se construye tomando posiciones largas y cortas simultáneamente en opciones sobre el mismo activo subyacente pero con variaciones en el precio de ejercicio y/o en la fecha de vencimiento. Todo lo que hacen los *spreads* es reducir los riesgos de tomar una elección equivocada, pero esto se compensa con una reducción de las posibles ganancias si se toma la correcta.

### Spreads verticales

También conocidos como *spreads* de precios, son estrategias formadas por la compra y la venta simultánea de dos opciones sobre el mismo activo subyacente y con la misma fecha de vencimiento pero con diferentes precios de ejercicio.

- *Bull vertical spread* o *spread* vertical alcista. Estrategia usada cuando se tienen expectativas de incremento moderado en el precio del subyacente. Se pueden usar opciones *call* y *put*. La opción con el precio de ejercicio más bajo se compra y la de precio de ejercicio más alto se vende. Dos de las cuatro posibles formas de esta estrategia son:
  - a) *Bull call spread* o *spread* alcista de *calls* ( $+C_1, -C_2$  dado que  $E_1 < E_2$ )
  - b) *Bull put spread* o *spread* alcista de *puts* ( $+P_1, -P_2$  dado que  $E_1 < E_2$ )
- *Bear vertical spread* o *spread* vertical bajista. Estrategia usada cuando existen expectativas de una caída moderada en el precio del subyacente. Se pueden usar opciones *call* y *put*. La opción con el precio de ejercicio más alto se compra y la de precio de ejercicio más bajo se vende. Dos de las cuatro posibles formas de esta estrategia son:
  - a) *Bear call spread* o *spread* bajista de *calls* ( $+C_1, -C_2$  dado que  $E_1 > E_2$ )
  - b) *Bear put spread* o *spread* bajista de *puts* ( $+P_1, -P_2$  dado que  $E_1 > E_2$ )

### Spreads horizontales

También conocidos como *spreads* de vencimiento, *spreads* de calendario, *spreads* de tiempo o *spreads* intramercado. Estas estrategias se forman por la compra y la venta simultánea de dos opciones sobre el mismo activo subyacente y con el mismo precio de ejercicio pero con diferentes fechas de vencimiento. Son usados cuando se tiene un punto de vista neutral sobre el subyacente. Puesto que su beneficio está dado por los cambios en las fechas, no convienen los movimientos del subyacente. Mucha variación de éste, en cualquier dirección, producirá pérdidas, lo que se ve reflejado en el precio de compra del *spread*. Por lo que una característica que distingue a estos *spreads* es la exposición que tienen a los cambios en la volatilidad. Puesto que las diferencias que presentan las opciones que se utilizan para formar el *spread* se refieren a la fecha de vencimiento, estos no se pueden graficar.

### Spreads diagonales

Al igual que en los *spreads* anteriores, se forman por la compra y la venta simultánea de dos opciones sobre el mismo activo subyacente. La diferencia es que tanto los precios de ejercicio como las fechas de vencimiento son distintas. Como cada uno de éstos implica que una de las opciones tenga una fecha de expiración diferente a la otra, tampoco se puede graficar. Según el reconocido inversionista y conferencista John Summa, los *spreads* diagonales de *put* son de los que más rendimientos dejaron en 2007.

La siguiente Tabla muestra las diferencias entre los diferentes tipos de *spreads* con respecto a las fechas de vencimiento (T) y los precios de ejercicio (E) de las opciones que se necesitan para formarlos.

Tabla 2.1 Tipos de *Spreads*

<i>Spreads</i>	T	E
Vertical	Igual	Diferente
Horizontal	Diferente	Igual
Diagonal	Diferente	Diferente

Fuente: Elaboración propia

### Otros tipos de *spreads*

Existen *spreads* que se forman con más de dos opciones o que utilizan el valor de la prima de la opción para tomar ciertas posiciones. Se mencionan algunos ejemplos:

- *Butterfly spread* o *spread* mariposa: Esta estrategia combina un *spread* alcista y un *spread* bajista. Utiliza tres precios de ejercicio diferentes y cuatro opciones (dos opciones tienen el mismo precio de ejercicio). Los dos precios de ejercicio más bajos son usados en el *spread* alcista, y el precio de ejercicio más alto en el bajista. Se pueden usar opciones *call* y *put*.
- *Condor spread* o *spread* condor: Es similar a un *spread* mariposa. Es una estrategia que también tiene un *spread* alcista y uno bajista, excepto que los precios de ejercicio en la posición corta en *call* y en la posición corta en *put* son diferentes.
- *Bacspread*: Es una estrategia en la que su inversor tiene más posiciones largas que cortas. La prima obtenida en la posición es usada para financiar la posición larga. Este tipo de *spread* permite a su tenedor estar expuesto significativamente a movimientos esperados en el valor del subyacente mientras limita la pérdida si los precios no se mueven como espera. Este tipo de *spreads* pueden ser construidos con cualquier cantidad de opciones *call* y *put*.
  - i) *Call ratio bacspread* o razón *bacspread* de *call*: Una estrategia con expectativa alcista, generalmente creada vendiendo un *call* y comprando un número más grande de opciones *call* con un mayor precio de ejercicio pagando con la prima obtenida de la venta.
  - ii) *Put ratio bacspread* o razón *bacspread* de *put*: Estrategia similar a la anterior, que crea un *spread* con pérdidas potenciales limitadas y beneficio potencial combinado. Se crea comprando y vendiendo opciones *put* en una razón de 2 a 1 o 3 a 1.

### Posiciones combinadas

Una combinación se forma cuando el inversor tiene una posición larga y corta en opciones *call* y *put* sobre el mismo subyacente. Hay varios tipos de combinaciones, entre otras:

### Straddle o cono

Es la estrategia más popular y más simple en la cual el inversor mantiene una posición en un *call* y en un *put* con el mismo precio de ejercicio y fecha de vencimiento. Es una buena estrategia si el inversor cree que el precio de la acción se moverá considerablemente, pero no sabe en que dirección. Dos tipos de *straddle* son:

- *Straddle* vertical pico. Pico indica un monto máximo de ganancia (-C, -P)
- *Straddle* vertical fondo. Fondo indica un límite máximo de pérdida (+C, +P)

### Strangle o cuna

Estrategia donde el inversor mantiene una posición en un *call* y en un *put* sobre el mismo activo subyacente y con la misma fecha de vencimiento pero con diferentes precios de ejercicio. Esta estrategia se toma sólo si se cree que habrá grandes movimientos en el precio del activo subyacente pero no se sabe en que dirección. Al igual que el *straddle*, tiene un tipo pico y un tipo fondo.

### Strip o bandos

Estrategia creada manteniendo una posición larga en un *call* y dos *put*, todas sobre el mismo activo subyacente, con el mismo precio de ejercicio y fecha de vencimiento.

### Strap o cuerda

Estrategia creada manteniendo una posición larga en un *put* y dos *call*, todas sobre el mismo activo subyacente, con el mismo precio de ejercicio y fecha de vencimiento.

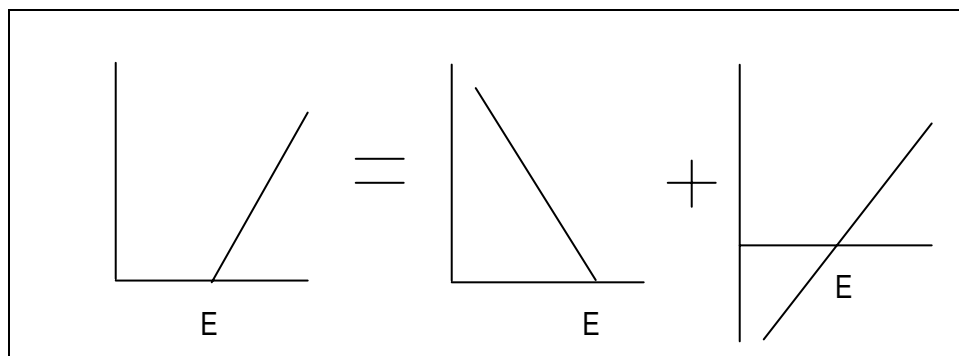
## Posiciones sintéticas

Son estrategias artificiales formadas por la simulación de otra posición con la combinación de estrategias.

### Call sintético

Estrategia formada por la compra de un *put* y del activo subyacente. Esta estrategia tiene el mismo efecto que comprar un *call* (Figura 2.3).

Figura 2.3 *Call* sintético a partir de un *put* largo y un *forward* largo



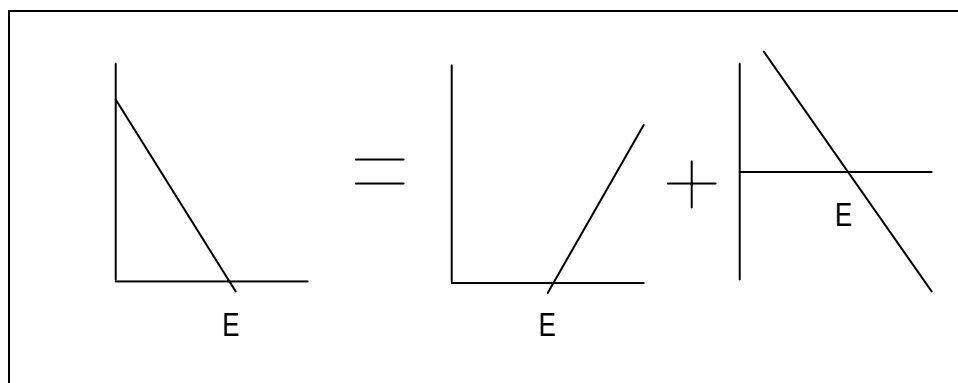
Fuente: Díaz y Hernández (1998)



### Put sintético

Estrategia formada por la venta del activo subyacente y tomando una posición larga sobre su opción *call*. Esta estrategia tiene el mismo efecto que comprar un *put*, las pérdidas potenciales de la posición corta son absorbidas por el precio de ejercicio del *call* (Figura 2.4).

Figura 2.4 *Put* sintético a partir de un *call* largo y un *forward* corto



Fuente: Díaz y Hernández (1998)

## 2.3 FUNDAMENTOS DEL VALOR DE UNA OPCION

Uno de los temas imprescindibles cuando se trata el tema de opciones es el de su valuación, pero antes de exponer los métodos de valuación de opciones se requiere saber qué factores influyen en su valor y cuales son los componentes del precio de una opción. Ambos resultados son de importancia el revisar los métodos de valuación de opciones que se presentan en la Sección 2.4.

### 2.3.1 Determinantes del Valor de una Opción

El precio de una opción depende de varios factores cuya evolución a lo largo del tiempo influye de manera directa en él. La prima esta condicionada por el valor corriente<sup>10</sup> que refleje el activo subyacente (S), del precio de ejercicio (E) y del periodo de vigencia (T) fijados durante la celebración del contrato. Además, existe influencia del mercado a través de la volatilidad del valor del subyacente ( $\sigma$ ), la tasa de interés libre de riesgo ( $i_{LR}$ ) y de un factor que depende de la emisora de la acción, los dividendos. De esta forma, el precio de una opción puede representarse como una función de todos estos factores:

$$prima = f(S, E, T, \sigma, i_{LR}, D)$$

Estos factores se suelen agrupar en dos categorías:

<sup>10</sup> Sin tomar en cuenta la inflación.

- *Factores exógenos*. Son determinados por los mercados financieros:  $S$ ,  $\sigma$ ,  $i_{LR}$  y  $D$ .
- *Factores endógenos*. Estos factores son establecidos en cada contrato de opción:  $E$  y  $T$ .

### Activo Subyacente ( $S$ )

Es el activo financiero sobre el que se celebra el contrato de opción. El precio de la opción se ve influenciado por la aproximación que de él se haga. Cuando este presenta un cambio, impacta de forma diferente a un *call* y a un *put*. Al registrarse un incremento en el valor de  $S$ , aumenta el valor de un *call* puesto que aumentan las posibilidades de obtener ganancias al ejercer la opción; y reduce el valor de un *put* debido a la baja probabilidad de ejercer la opción, ya que se obtendrían más ganancias si se vende directamente en el mercado. Esto es, las variaciones en  $S$  son directamente proporcionales en un *call* e inversamente proporcionales en un *put*.

### Precio de Ejercicio ( $E$ )

Es el precio de liquidación fijado contractualmente que deberá pagarse por cada unidad del activo subyacente si se hace efectivo el derecho que proporciona la opción. Un cambio en este factor tiene una influencia contraria en un *call* y en un *put* a la que tiene un cambio del activo subyacente sobre ellas. Un incremento en el precio de ejercicio, incrementa el valor de un *put* puesto que aumenta la probabilidad de vender más caro, y reduce el valor de un *call* ya que aumenta la probabilidad comprar más barato en el mercado. Esto es, las variaciones en  $E$  son directamente proporcionales en un *put* e inversamente proporcionales en un *call*.

### Vigencia o Fecha de Vencimiento ( $T$ )

Es el periodo de tiempo desde que se celebra el contrato hasta que deja de tener validez. En el caso de una opción europea es el tiempo de espera para ejercer la opción. En el caso de una opción americana es el plazo durante el cual puede ser ejercida dicha opción. Un cambio en esta variable afecta de la misma forma a un *call* y a un *put*. Cuanto más grande sea el intervalo entre la celebración del contrato y su fecha de expiración, más incierto será el valor final que puede tener  $S$ , por lo que incrementa tanto el valor de un *call* como el de un *put*. Por el contrario, el precio de la opción tiende a decrecer al aproximarse la fecha de expiración del contrato ya que existen menos probabilidades de que el valor de  $S$  en el mercado sufra variaciones considerables. Esto es, las variaciones de  $T$  son directamente proporcionales a cualquier opción.

### Volatilidad ( $\sigma$ )

Es un indicador que mide el rango de variaciones del valor del activo subyacente respecto a su valor esperado en un periodo determinado. Estadísticamente, es la dispersión o desviación estándar de los rendimientos del activo subyacente. Existen diferentes métodos para estimar el valor de la volatilidad. Según De Lara (2006) cuatro de los más importantes son:

- *Volatilidad histórica.* Es la volatilidad de observaciones pasadas<sup>11</sup> sobre los rendimientos del activo financiero. Todas las observaciones tienen el mismo peso específico. Por este detalle, la volatilidad histórica no es muy utilizada en el ámbito profesional. Sin embargo, es fácil calcularla y algunos administradores de riesgos la usan.
- *Volatilidad dinámica.* También conocida como volatilidad con suavizamiento exponencial o recursiva. Esta metodología le otorga mayor peso a las observaciones más recientes que a las más alejadas en el tiempo. Se trata de un caso particular de un modelo Garch (abajo).
- *Volatilidad implícita.* Es la volatilidad existente en el mercado. Se calcula sustituyendo el precio de la prima de las opciones en el mercado en la fórmula *Black-Scholes*<sup>12</sup>, y se despeja la volatilidad de la fórmula. Es buena si el mercado de opciones tiene liquidez. Sin embargo, si sobre el activo no se tiene un contrato de opción, no se puede obtener.
- *Volatilidad futura.* Es la volatilidad de los rendimientos del subyacente en el futuro. Este valor es el que buscan todos los modelos de estimación de la volatilidad. Existen metodologías que permiten inducir tendencias en los valores de la volatilidad futura. Dentro de estos métodos se encuentran los modelos de series de tiempo econométricas, las cuales tienen con un componente estocástico. De estos, los más destacados son los modelos Arch y Garch<sup>13</sup> que se utilizan cuando la varianza de una serie no es constante (heteroscedástica). Esta situación se presenta en la mayoría de las series de tiempo financieras.

Al igual que con  $T$ , los movimientos en  $\sigma$  influyen directamente en el precio de cualquier opción. Esto lo explica bien Dapena (2001) al afirmar que ante un incremento en la incertidumbre, la cobertura de riesgo se hace más valiosa y en consecuencia más cara.

### Tasa de Interés Libre de Riesgo ( $i_{LR}$ )

Puesto que un *call* es un derecho de compra aplazada, entre mayor sean las tasas de interés, menor será el valor actual del precio de ejercicio,  $E$ . Y en consecuencia aumentará el valor de un *call*. Por el contrario, un *put* sufrirá depreciaciones cuando las tasas de interés suban, y aumentará su valor cuando las tasas de interés descendan. Esto es, las variaciones en  $i_{LR}$  son directamente proporcionales en un *call* e inversamente proporcionales en un *put*.

### Dividendos (D)

El concepto de dividendos que se utilizó en el Capítulo anterior es válido para opciones sobre acciones e índices bursátiles. Cuando se trata de opciones sobre divisas, el equivalente al dividendo es la tasa de interés de dicha divisa. Cuando se trate de bonos el dividendo equivaldría a los pagos de cupones. Cuando un activo paga dividendos, el tenedor de la opción está dejando de percibirlos. Por tanto, los pagos que realice el activo afectan directamente a un *put* e inversamente a un *call*.

<sup>11</sup> De Lara (2006) indica que el Banco Internacional de Liquidaciones (BIS) recomienda considerar un horizonte de 250 días hábiles de operación.

<sup>12</sup> Se detalla en la Sección 2.4.2.

<sup>13</sup> Arch significa modelo autorregresivo y condicional heteroscedástico, y Garch es la generalización del modelo Arch.

Todo lo anterior se resume en la siguiente Tabla.

Tabla 2.2 Influencia de los Factores en el Precio de una Opción

Factor	Call	Put
S	+	-
E	-	+
T	+	+
$\sigma$	+	+
$i$	+	-
D	-	+

\* Estas relaciones se cumplen cuando los demás factores permanecen constantes (*ceteris paribus*)

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2 Composición del Valor de una Opción

El valor teórico o precio de una opción tiene dos componentes:

- Valor intrínseco
- Valor extrínseco (valor tiempo o temporal)

Al calcular conjuntamente el valor intrínseco y el valor extrínseco de una opción financiera se obtiene el valor teórico de la opción, es decir, el precio o prima de ésta.

#### Valor intrínseco

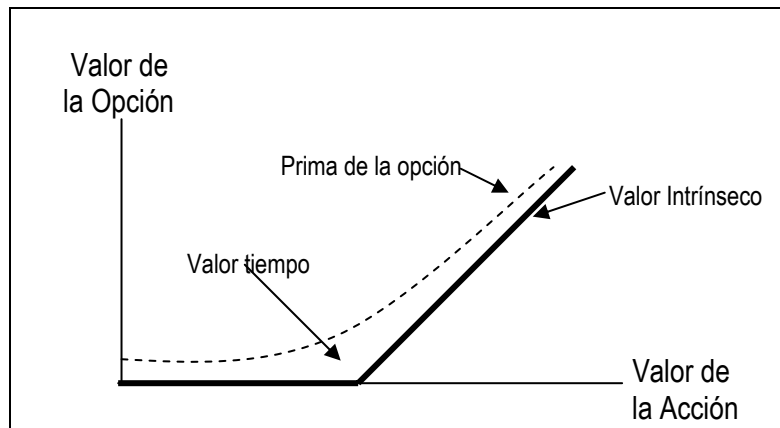
Representa el valor que tendría una opción si se ejerciera inmediatamente. Si  $V_c$  representa el valor intrínseco de un *call* y  $V_p$  el de un *put*, lo anterior se expresa de la siguiente manera:

$$V_c = \max\{S - E, 0\} \text{ y } V_p = \max\{E - S, 0\} \quad (2.1)$$

Esto implica que el valor intrínseco proporciona un límite inferior para el precio de la prima, ya que si el precio de una opción fuera menor que dicho valor se abrirían las puertas para el arbitraje. Además, el valor intrínseco no es el valor de mercado de la opción por que el emisor exige una prima por asumir el riesgo y el comprador debe estar dispuesto a pagarla por cubrirse de éste.

La Figura 2.5 muestra la relación entre el valor intrínseco, el valor temporal y la prima de un *call*.

Figura 2.5 Valor Intrínseco, Valor Temporal y Valor Teórico de un *call*



Fuente: Lamothe

De acuerdo con la relación que guarde el precio de ejercicio de una opción con el valor del activo subyacente al momento de compararlos, es decir su valor intrínseco, una opción se puede clasificar en tres categorías. Se dice que un *call* está dentro del dinero (*in the money* - ITM) cuando el precio de ejercicio es menor que el precio del activo subyacente ( $E < S$ ). Por otro lado, si el valor del activo subyacente es menor que el precio de ejercicio ( $S < E$ ), se dice que el *call* está fuera del dinero (*out of the money* - OTM). Finalmente, si el precio de ejercicio es igual al valor del activo subyacente ( $E = S$ <sup>14</sup>), entonces el *call* está exactamente en el dinero (*at the money* - ATM). Para un *put* sucede lo contrario. Si  $S < E$ , la opción está ITM; si  $E < S$ , está OTM, y si  $E = S$ , se dice que está ATM (Tabla 2.3). Esto es, una opción ITM tiene un valor intrínseco positivo, mientras que para una ATM u OTM es nulo.

De la Figura 2.5 se observa que aunque la opción tiene un valor intrínseco nulo, tiene valor temporal. Esto se debe a la posibilidad de que el precio del subyacente puede subir antes de la expiración de la opción, haciendo que la opción esté ITM.

Tabla 2.3 Situación de un *call* y un *put* por la relación entre E y S

Categoría	Call	Put
<i>ITM</i>	$S > E$	$S < E$
OTM	$S < E$	$S > E$
ATM	$E = S$	$E = S$

Fuente: Elaboración propia

<sup>14</sup> Aunque es muy difícil que se presente dicha igualdad, por lo que en ocasiones se interpreta como  $E \approx S$ .

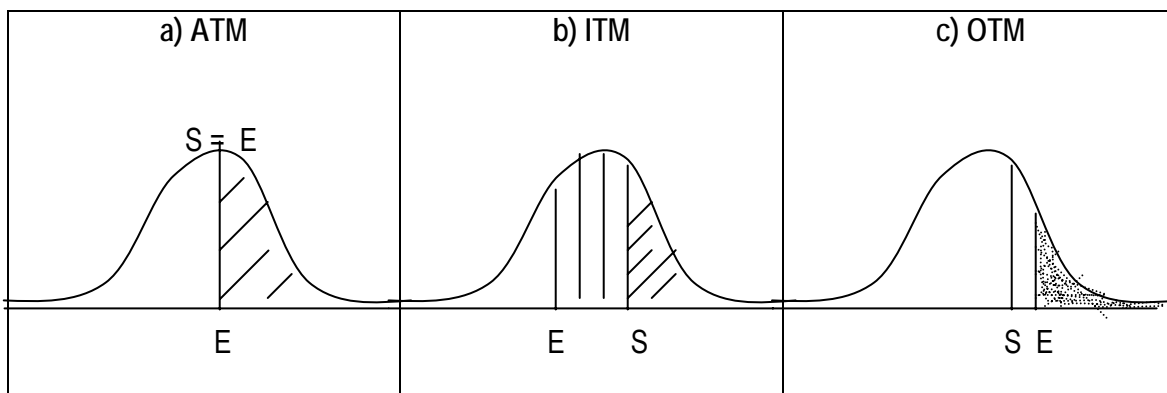
## Valor temporal

Este componente es, esencialmente, de naturaleza probabilística. Por ello, en su cálculo interviene la distribución de densidad que siga el valor del activo subyacente en el futuro. Este valor seguirá una distribución normal si suponemos que el mercado es eficiente (es decir, la mejor estimación del valor futuro del activo es el actual).

De acuerdo con Lamothe (1993) las opciones OTM sólo tienen valor temporal, las opciones ITM son las que tienen menor valor temporal (a mayor valor intrínseco menor el valor temporal) y las opciones ATM son las que tienen el máximo valor temporal. Esto implica que cuando  $S=E$ , se maximiza el valor temporal de una opción.

En la Figura 2.6 a) el área marcada representa la probabilidad de que un *call* ATM, termine ITM en la fecha de ejercicio. Por otro lado, una opción que está ITM –Figura 2.6 b)- tiene tanto probabilidades de ganar más valor intrínseco (rayas diagonales) como de perder parte del actual (rayas verticales). Finalmente, una opción OTM –Figura 2.6 c)- tiene un valor temporal inferior (región punteada). En cualquier caso, el valor teórico de una opción ATM es superior al de las otras dos.

Figura 2.6 Distribuciones de Densidad de Precios del Subyacente para una Opciones ATM, ITM y OTM



Fuente: Lamothe

## 2.4 MÉTODOS DE VALUACIÓN DE OPCIONES

Se dice que las opciones no se compran ni se venden sino que se negocian. El precio de una opción es el resultado de la negociación entre comprador y vendedor. Esto es, su valor está determinado por las leyes del mercado. Sin embargo, los compradores y vendedores tienen un punto de referencia durante la negociación. Se debe conocer el precio teórico de una opción para que al recurrir a negociarlas, el precio de mercado de la opción se acerque lo más posible su valor teórico.

Dado que el valor total o teórico de una opción es igual a la suma de su valor intrínseco y temporal<sup>15</sup>, una forma de valorar opciones sería calcular ambos componentes y posteriormente sumarlos. Sin embargo, la mayoría de los modelos calculan directamente el valor teórico.

Varios autores han intentado aproximar el valor teórico de una opción. Por ejemplo, Bachelier (1900), Samuelson (1965), Black y Scholes (1973), Merton (1973), Sprenkle (1974), Cox-Ross (1975), Ingersoll (1975), Brennan-Schwartz (1977), Boyle (1977), Cox-Ross-Rubinstein (1979), entre otros. Todos ellos se basan en estructuras analíticas que utilizan los factores endógenos y exógenos del precio de una acción, y en supuestos que faciliten una mayor aproximación a dicho valor teórico.

De todos los modelos disponibles hay dos que son referencia obligada sobre el tema por que sus resultados son fácilmente programables y, sobre todo, por su poder de cálculo y precisión. Además, ambos están íntimamente relacionados. El método binomial es un modelo de tiempo discreto, que al hacer tender el número de periodos al infinito, converge al método *Black-Scholes* (B-S), un modelo de tiempo continuo. Por esta razón (aunque históricamente el modelo B-S se desarrollo antes) se presenta primero el modelo binomial. La exposición de cada método se hará sobre opciones *call* de acciones, aunque la misma puede ser fácilmente extendida para las opciones *put* (y, con modificaciones finas, a otros activos subyacentes). Al final de cada Sección<sup>16</sup>, sin embargo, se presentan las fórmulas para calcular la prima de cada tipo de opción. Lo que finalmente se podrá observar con cada fórmula es que el valor de una opción, análogamente al valor de una acción (Capítulo 3), es el valor presente de la posible cantidad “dentro del dinero” en la fecha de vencimiento del instrumento. Por último, los antecedentes sobre los modelos de valuación de opciones se encuentran en el Apéndice A para evitar extender demasiado esta Sección.

## 2.4.1 Modelo Binomial

Este modelo de valoración fue desarrollado por John C. Cox, Stephen A. Ross y Mark Rubinstein, publicado en septiembre de 1979 en el *Journal of Financial Economics*, el cual considera que la evolución del precio del activo subyacente sólo puede tomar dos valores posibles, a la alza o a la baja, con probabilidades asociadas  $p$  y  $1-p$ . Es decir, se considera que la evolución del precio del subyacente varía siguiendo un proceso binomial multiplicativo sobre periodos discretos. Así, al incrementar el número de periodos, se puede determinar el valor teórico de una opción.

### Supuestos

- El mercado es perfecto
- $S$  evoluciona siguiendo un proceso binomial multiplicativo a lo largo de periodos discretos
- $S$  no paga dividendos ni efectúa ningún otro gasto
- $i_{LR}$  es a corto plazo, conocida, positiva y constante durante un determinado periodo.
- No hay oportunidades de arbitraje sin riesgo, impuestos ni costos de transacción o de información
- Las transacciones pueden ser simultáneas

<sup>15</sup> Hasta 1973, el precio de las opciones se calculaba con base en su valor intrínseco.

<sup>16</sup> Sólo se expondrán las ideas generales de cada modelo sin presentar las demostraciones que derivan en las fórmulas, pues no es el objetivo de este trabajo.

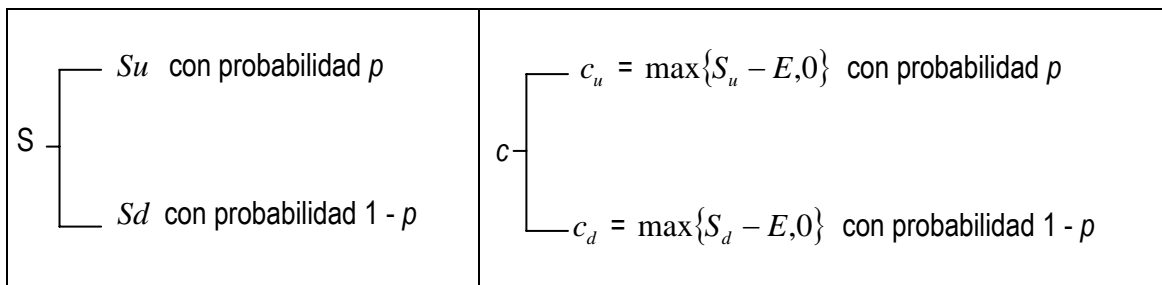
## Modelo

El modelo toma como base el valor del activo subyacente en un instante inicial  $S$ , una opción  $c$  sobre dicho activo en el mismo instante, así como el tiempo de expiración de dicha opción  $T$ , durante el que  $S$  presentará variaciones en su valor, y que serán contempladas en intervalos de tiempo muy pequeños  $\Delta t$ . En cada uno de estos periodos,  $S$  puede tomar solamente dos valores (puesto que sigue una distribución binomial) de acuerdo a un factor de crecimiento  $u$  y de decremento  $d$ <sup>17</sup>. Uno de estos valores es a la alza  $Su$  con probabilidad de ocurrencia  $p$  y el otro a la baja  $Sd$  con probabilidad de ocurrencia  $1-p$ .

### Método binomial de un periodo

Para ver como valuar un *call* sobre una acción, primero se verá el caso más sencillo: la fecha de expiración es de sólo un periodo. De acuerdo con (2.1), el precio de la opción está directamente relacionado con las fluctuaciones de  $S$ , por lo que la prima  $c$  será  $c_u$  al final del periodo cuando el precio del subyacente vaya a  $Su$  y  $c_d$  cuando el subyacente vaya a  $Sd$ , ambos con las mismas probabilidades que para el subyacente. La Figura 2.7 muestra la situación de  $S$  y  $c$ :

Figura 2.7 Valores de  $S$  y  $c$  en un periodo



Ahora para imitar el precio de la opción, se construye un portafolio con  $\alpha$  acciones y una cantidad de dinero  $\beta$  en instrumentos libres de riesgo. Esto costaría  $\alpha S + \beta$ . Al final del primer periodo el valor del portafolio sería  $\alpha Su + e^{i_{LR}T} \beta$  con probabilidad  $p$  y  $\alpha Sd + e^{i_{LR}T} \beta$  con probabilidad  $1 - p$ . Puesto que el portafolio se construyó para replicar el valor de la opción, se tienen que escoger  $\alpha$  y  $\beta$  de tal manera que:

$$\begin{aligned} \alpha Su + e^{i_{LR}T} \beta &= c_u \\ \alpha Sd + e^{i_{LR}T} \beta &= c_d \end{aligned}$$

Al resolver el sistema se obtiene:

$$\alpha = \frac{c_u - c_d}{S(u - d)}, \quad \beta = \frac{uc_d - dc_u}{e^{i_{LR}T}(u - d)}$$

<sup>17</sup> De acuerdo con la notación de Cox, Ross y Rubinstein,  $u$  (*up*) y  $d$  (*down*).



Con  $\alpha$  y  $\beta$  escogidos de esta forma, se dice que la replica es un portafolio libre de riesgo. Sustituyendo estos valores en el precio de la opción se llega a:

$$c = \alpha S + \beta = \frac{c_u - c_d}{u - d} + \frac{uc_d - dc_u}{e^{i_{LR}T}(u - d)} = \left[ \left( \frac{e^{i_{LR}T} - d}{u - d} \right) c_u + \left( \frac{u - e^{i_{LR}T}}{u - d} \right) c_d \right] e^{-i_{LR}T}$$

solo si este valor es mayor que  $S - E$ , sino  $c = S - E$ .

Si se definen

$$p \equiv \frac{e^{i_{LR}T} - d}{u - d} \quad \text{y} \quad 1 - p \equiv \frac{u - e^{i_{LR}T}}{u - d}$$

entonces, el precio de la opción, considerando un solo periodo, es

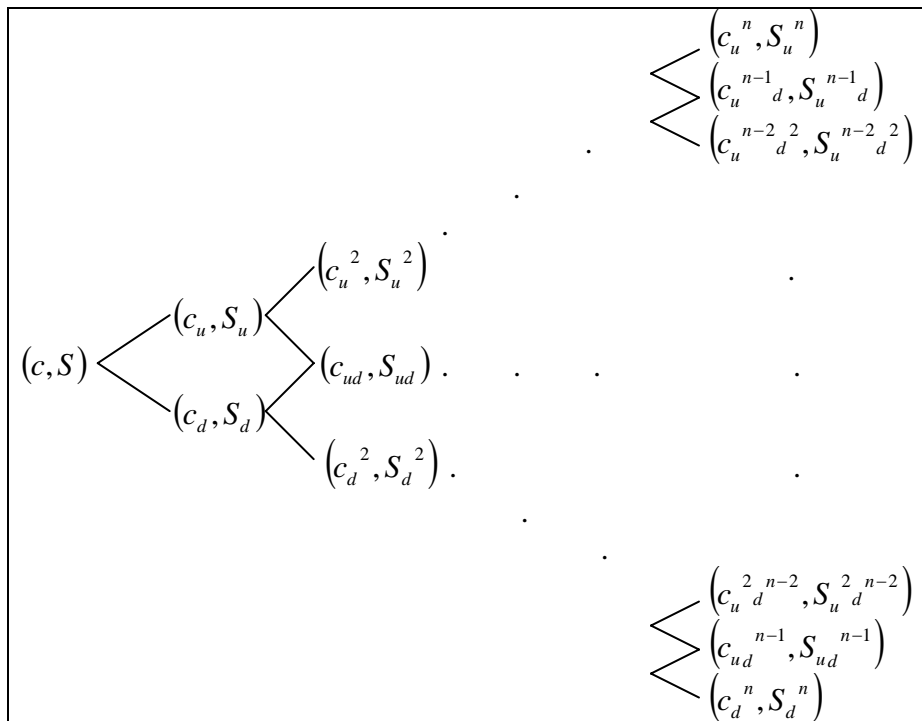
$$c = [pc_u + (1 - p)c_d] e^{-i_{LR}T} \tag{2.2}$$

El término no es otra cosa que el factor de descuento para traer a valor presente los posibles resultados futuros del valor de la opción.

Modelo binomial de n periodos

Para n periodos, el precio del subyacente y el valor de la prima evolucionarán como en la Figura 2.8.

Figura 2.8 Evolución de S y c según el modelo binomial en n periodos



Tomando en cuenta que la potencia  $n$ -ésima de un binomio esta dada por:

$$(a + b)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a^k b^{n-k}; \text{ donde } \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}, \quad n, k \in N$$

y la distribución binomial para  $n$  periodos independientes<sup>18</sup> se define como:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}; \text{ donde } x \in N \text{ y } 0 \leq p \leq 1$$

Aplicando recursivamente (2.2) tantas veces como se subdivida  $T$  en intervalos  $\Delta t = T/n$  y de acuerdo a los factores de crecimiento y decremento se llega a que el valor de una opción es:

$$c = e^{-i_{LR}\Delta T} \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \text{Max}\{S_u^k d^{n-k} - E, 0\} \quad (2.3)$$

$$p = e^{-i_{LR}\Delta T} \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \text{Max}\{E - S_u^k d^{n-k}, 0\} \quad (2.4)$$

para un *call* y un *put*, respectivamente.

La fórmula (2.3) permite describir qué es lo que hace implícitamente el modelo. Primero cubre un rango potencial de los posibles precios de la acción en la fecha de vencimiento de la opción. Luego, calcula el valor intrínseco con cada uno de los posibles precios estimados, escogiendo solamente aquellos que estén ITM. Después los pondera por su respectiva probabilidad de ocurrencia de acuerdo a la distribución  $f(x)$ , para posteriormente sumarlos. Por último, aplica el factor de descuento a ese valor total para expresarlo en valor presente.

Por otro lado, es importante describir razonablemente el comportamiento del precio de las acciones pues los valores  $u$  y  $d$  dependen de las posibles trayectorias que sigue el precio del activo subyacente. Existen varios modelos que tratan de explicar tal movimiento pero el más popular es el que dice que los valores de  $S$  están distribuidos lognormalmente, puesto que un logaritmo nunca se evalúa en valores negativos, ya que si se aplicara una distribución normal (que sería lo más común) indicaría que los valores del subyacente podrían ser negativos. Dado que los logaritmos de los precios de las acciones son aproximadamente igual a su cambio porcentual, se puede calcular el rendimiento de las acciones de esta forma. Si los rendimientos de las acciones se distribuyen normalmente, entonces se dice que los precios de las acciones se distribuyen lognormalmente. Esto es, los logaritmos de los precios de las acciones siguen una distribución normal. A partir de esto, y tomando a  $\sigma$  como la volatilidad de los precios de la acción, en su artículo Cox, Ross y Rubinstein establecen el valor de los factores de incremento y decremento de la siguiente manera:

<sup>18</sup> El resultado de cualquier suceso en particular no influye sobre el resultado de cualquier otro suceso.

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta T}} \quad \text{y} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta T}}$$

de esto se desprende que  $u = 1/d$ .

Finalmente, según Jaime Díaz y Fausto Hernández (1998), la probabilidad  $p$  de alza o baja, se establece de acuerdo a la experiencia. La mayor parte de las veces a  $p$  se le asigna un valor de 0.5. Además, destacan el hecho de que estos valores de  $u$ ,  $d$  y  $p$  tienen sentido sólo cuando el precio de la acción puede cambiar, con igual probabilidad, alrededor de una tasa promedio de crecimiento con una variación igual a una desviación estándar hacia arriba o hacia abajo.

## 2.4.2 Modelo *Black-Scholes*

Este modelo fue desarrollado por un estadounidense y un canadiense. El primero, Dr. en Lógica, Matemáticas e Inteligencia Artificial por la Universidad de Harvard en 1964, Fischer Black; y el segundo, Dr. en Economía por la Universidad de Chicago en 1969, Myron Scholes. Su modelo proporciona una fórmula que da una solución analítica en un sólo paso para valorar opciones europeas sobre acciones que no pagan dividendos. Posteriormente el modelo ha sido ajustado para valorar opciones europeas sobre acciones que pagan dividendos, divisas, índices y bonos; y se han desarrollado procedimientos para aproximar el valor de opciones americanas. Los antecedentes del modelo también se encuentran en el Apéndice A.

### Supuestos del modelo

- Las opciones son de tipo europeo y sobre acciones; estas últimas no pagan dividendos en el horizonte de planeación.
- Las transacciones tienen lugar de forma continua y existe plena capacidad de realizar compraventas de activos financieros, los cuales se consideran perfectamente divisibles, sin costos de transacción, de información o de pago de impuestos.
- La tasa de interés a corto plazo es conocida, constante durante la vigencia del contrato de la opción, la misma para todos los agentes y se expresa de forma continua.
- Los precios de las acciones se comportan como una caminata aleatoria en tiempo continuo<sup>19</sup> y corresponden a un modelo lognormal con media y varianza conocidas y constantes durante la vida la opción.
- No existe arbitraje libre de riesgo.

### Modelo

Al igual que en el modelo binomial, la fórmula de *Black-Scholes* se puede obtener por una estrategia de arbitraje. Se puede construir un portafolio con el cual se realiza el arbitraje, formado con una posición larga en acciones y una posición corta en opciones *call* de esas acciones. Si  $R$  representa el valor del portafolio a utilizar, entonces:

$$R = nc + hS$$

---

<sup>19</sup> Este supuesto es consistente con la teoría moderna de cómo los precios se mueven en un mercado eficiente según Susan R. Marki, citado en Van Horne (1997).

donde  $c$  y  $S$  son los valores del *call* y de la acción, respectivamente,  $n$  y  $h$  corresponden al número de opciones y acciones dentro del portafolio. Así, en un intervalo continuo de tiempo, el valor del portafolio queda:

$$dR = ndc + hdS \quad (2.5)$$

Black y Scholes aplicaron herramientas del cálculo estocástico<sup>20</sup> para trabajar con la ecuación anterior. Así, llegaron a las fórmulas para valorar un *call* y un *put* que cumplen las condiciones necesarias:

$$c = SN(d_1) - Ee^{-i_{LR}T}N(d_2) \quad (2.6)$$

$$p = Ee^{-i_{LR}T}N(d_2) - SN(d_1) \quad (2.7)$$

donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(i_{LR} + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad y \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(i_{LR} - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

La función  $N(x)$  es la función de probabilidad acumulada para una variable normal estándar, por lo que  $N(x) \sim (0,1)$ .

Lo que hace la fórmula es ponderar el valor intrínseco de una opción con la probabilidad de ocurrencia de que la opción termine ITM. Así,  $N(d_1)$  es esta probabilidad. Sin embargo, también se interpreta como la sensibilidad del precio de la opción a las variaciones del subyacente.

A pesar de que se considera a este modelo y sus modificaciones como algunos de los modelos más complicados propuestos en la literatura económica y financiera, son los modelos de mayor utilización en el mundo financiero. Además, según Lamothe (1993), la globalización y la creciente eficiencia de la negociación de los principales activos financieros aproximan al mercado a los supuestos del modelo *Black-Scholes*.

Finalmente, se hace una última observación. Más allá de las técnicas y los supuestos sobre los que se basa cada método de valuación, ambos comparten algo más sutil. En realidad, lo que hacen es seguir utilizando la diferencia entre el valor del subyacente y el precio de ejercicio, es decir, el valor intrínseco. Su esencia está en que ponderan ambos valores en base a los posibles movimientos que puede ejercer el mercado sobre el activo subyacente; es decir, calculan el valor temporal. Después, descuentan el precio de ejercicio para expresar el resultado en valor presente. Es por eso que se dijo que ambos métodos calculan, implícitamente, el valor intrínseco y el valor temporal de manera directa.

<sup>20</sup> Un proceso estocástico describe la evolución de una variable aleatoria en el tiempo.

## 2.5 PARIDAD *PUT-CALL*

La paridad *put-call* es una relación que define el equilibrio que debe existir entre las opciones de compra y de venta, para no permitir el arbitraje entre opciones del mismo tipo; es decir, sobre el mismo subyacente, fecha y precio de ejercicio. Esta relación es aplicable tanto a opciones americanas como a opciones europeas, pero para cada una de ellas la relación cambia. Si esta relación no se cumple en el mercado, significa que existe la posibilidad de realizar arbitraje con opciones. Arbitrar opciones implica la compraventa de opciones del mismo tipo, comprando aquella que está más barata y vendiendo aquella que está más cara.

La paridad *put-call* se deduce de la ecuación (2.1) y de la Tabla 2.2. Cuando  $S > E$ , el valor de un *call*, en la fecha de ejercicio, es  $c = S - E$  ( $\Rightarrow c - S + E = 0$ ) y el valor de un *put* es cero,  $p = 0$ . Entonces,  $p = c - S + E$ . Tomando esta relación en el tiempo inicial e incluyendo los factores que intervienen en el precio de una opción (Tabla 2.2) se tiene

$$p = c - S + Ee^{i_{LR}T} + D \quad (2.8)$$

Lo que dice la paridad *put-call* es que en equilibrio, la prima  $p$  de un *put*, debe ser igual a la prima  $c$  de un *call* del mismo tipo, menos la suma del precio del activo subyacente, el precio de ejercicio actualizado y el valor actual de los dividendos que proporciona la acción hasta el vencimiento de la opción. Dicho de otra manera, una alternativa equivalente a comprar una opción de venta es equivalente a comprar una opción de compra y a su vez vender la acción en el mercado. Igual que sucede con las opciones sintéticas.

Cuando  $S < E$ , el valor de un *call* en la fecha de ejercicio, es cero,  $c = 0$ , mientras que el valor de un *put* es  $p = E - S$ ; entonces  $c = p - E + S$ . Ahora, considerando esta relación en el tiempo inicial e incluyendo los factores que determinan el precio de una opción la última relación queda <sup>21</sup>

$$c = p + S - Ee^{i_{LR}T} - D \quad (2.9)$$

Esta igualdad indica que comprar un *call* es equivalente a comprar un *put* y comprar la acción en el mercado. Cuando  $S = E$  en la fecha de ejercicio, el valor de ambas opciones, *call* y *put*, es cero.

## 2.6 SENSIBILIDAD DE LAS OPCIONES

Al operar con opciones es necesario medir la sensibilidad de su precio respecto a variaciones en los parámetros que influyen en él. Los valores que representan esa sensibilidad se denominan con letras griegas. Cada letra es un coeficiente que mide una dimensión diferente del riesgo en posiciones con opciones. El objetivo es gestionar la exposición al riesgo, en base a los valores de estos coeficientes, y mantenerla en niveles que puedan considerarse aceptables.

---

<sup>21</sup> También se puede obtener despejando  $c$  de (2.8).

## Delta

La delta  $\delta$  de una opción se define como el cociente entre el cambio en el precio de la opción y el cambio en el precio del activo subyacente

$$\delta = \frac{\partial c}{\partial S}$$

Se puede entender gráficamente como la pendiente de la prima de la opción (en el caso de un *call*, es la línea punteada de la Figura 2.5). De la fórmula B-S es posible obtener el valor  $\delta$  para opciones europeas sobre acciones que no pagan dividendos. Así,

Para un <i>call</i>	Para un <i>put</i>
$\delta_c = \frac{\partial c}{\partial S} = N(d_1)$	$\delta_p = \frac{\partial p}{\partial S} = -N(-d_1) = N(d_1) - 1$

La delta de un *put* es negativa por que (Tabla 2.2) el valor de la opción disminuye cuando aumenta el valor del subyacente, y viceversa.

A partir de este valor, el inversionista puede cubrirse de la sensibilidad de la opción a variaciones en el precio del activo subyacente. Por ejemplo, por cada peso que varíe el subyacente, la opción variará en  $\delta$ . Así, la posición de cobertura de un emisor de  $y$  opciones de compra sobre  $x$  acciones debe ser comprar  $(y * \delta)$  acciones. De esta forma, el beneficio (perdida) de la posición en opciones se compensará con la pérdida (beneficio) de la posición en acciones. A esto se llama construir una cartera delta neutral (inmune a variaciones en el precio del subyacente)<sup>22</sup>.

## Gamma

Es la tasa de variación del coeficiente delta de una cartera<sup>23</sup> (la delta de la delta) respecto al precio del activo subyacente. Si  $\pi$  representa es el valor de la cartera, entonces

$$\gamma = \frac{\partial \delta}{\partial S} = \frac{\partial^2 \pi}{\partial S^2}$$

Si gamma es pequeña, la delta de la cartera variará poco ante variaciones del activo subyacente. Esto implica realizar pocos ajustes para mantener la cartera libre de riesgo frente a variaciones en el precio del subyacente. Por el contrario, si gamma es alta, delta es altamente sensible a variaciones en el precio del subyacente, por lo que será muy arriesgado mantener la cartera sin reajustar durante largos periodos de tiempo.

<sup>22</sup> La cobertura debe ser activa ya que el valor de la delta varía con el tiempo. Sin embargo, hacer reajustes demasiado frecuentes no suele ser óptimo, debido a los elevados costos de transacción.

<sup>23</sup> Puede ser desde un *call* o un *put* hasta un conjunto de opciones.

### *Theta*

Es la variación del valor de una cartera de opciones con respecto al paso del tiempo, manteniendo el resto de las variables constantes,

$$\theta = \frac{\partial \pi}{\partial t}$$

La crítica para este coeficiente es que tiene sentido cubrirse frente variaciones el precio del activo subyacente pero no frente al paso del tiempo ya que, por ejemplo, hay incertidumbre respecto al precio futuro de las acciones pero no sobre el paso del tiempo. Sin embargo, es utilizado por muchos operadores como un estadístico descriptivo útil para gestionar una cartera.

### *Vega*

Es la tasa de variación de la cartera respecto a la volatilidad del valor del activo subyacente

$$v = \frac{\partial \pi}{\partial \sigma}$$

Las volatilidades del valor de los activos varían con el tiempo. Por tanto, la cobertura con vega busca mantener una cartera de opciones lo más insensible ante variaciones en la volatilidad del subyacente.

### *Rho*

Es la tasa de variación del valor de la cartera con respecto al tipo de interés

$$\rho = \frac{\partial \pi}{\partial r}$$

El interés, generalmente, es el factor que menos afecta al valor de la cartera, teniendo menor importancia que las demás variables en el precio de la opción.

Los inversionistas reajustan sus carteras para mantenerlas inmunes ante variaciones en el precio del activo subyacente (delta neutrales), al menos una vez al día. Sin embargo, no es factible mantener las neutralidades gamma o vega de forma regular. Por lo tanto, solo las vigilan para tomar medidas correctivas en el momento en que tomen valores demasiado grandes.

# CAPÍTULO 3

## VALUACIÓN DE ACCIONES

---

*“Sólo en medio de la actividad desearás vivir cien años”*  
Proverbio japonés

Las acciones tienen dos valores: el valor teórico y el valor real o de mercado. El valor teórico es aquel que se aproxima a través de métodos y técnicas matemáticas tomando en cuenta información referente a la actividad que desempeña la empresa (como estados financieros) y, en algunos casos, de las expectativas de crecimiento que ésta refleja. En cambio, el valor real o de mercado es el precio al que cotiza la acción en las bolsas de valores y que está determinado por la relación entre la oferta y la demanda en el mercado sobre dicha acción. A su vez, esta relación depende de la manera en que el mercado evalúe el desempeño del emisor (factores internos) y el del entorno (factores externos).

A través de la valuación se estima el valor que adquiere un activo debido a la interacción entre compradores y vendedores en los mercados financieros. Existen diversas aproximaciones para la determinación del valor de un activo y pueden clasificarse en modelos de valuación relativos y absolutos. Los modelos de valuación relativos determinan el valor del activo en relación a sus precios de mercado o al de activos similares. Los modelos de valuación absolutos estiman los flujos de fondos futuros del activo y los traen al presente aplicándoles una tasa de descuento. El resultado es el valor actual del activo. Los métodos de valuación de derivados se consideran modelos complejos del valor actual; por ejemplo, el valor de una opción es el valor presente de la posible cantidad ITM en la fecha de vencimiento (Sección 2.4).

### 3.1 EL MODELO BÁSICO DE VALUACIÓN DE ACTIVOS

Basado en los métodos de valuación de activos, un inversionista debe decidir si el precio de estos en el mercado está sobrevaluado, subvaluado o en el “valor justo”. La fórmula de valor presente ofrece una técnica para calcular el valor justo del precio de un activo.



Si un activo genera flujos de fondos, como las empresas o los instrumentos financieros, entonces su valor esta dado por el valor presente de todos los flujos de caja que se espera genere éste durante su vida. Para obtener este valor primero se considera el riesgo implícito del activo y se obtiene una tasa de descuento que lo refleje. A continuación se traen al presente todos los flujos de caja futuros descontándolos con la tasa encontrada. El modelo básico de valuaciones se conoce con el nombre de Valor Presente Neto (VPN) y se representa de la siguiente manera:

$$V_0 = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \quad (3.1)$$

donde

$V_0$  es el valor del activo en el momento actual

$F_t$  es el flujo de caja esperado al final del año  $t$

$k$  es la tasa de descuento apropiada

$n$  es la vida del activo

## 3.2 MÉTODOS DE VALUACIÓN RELATIVOS

Estos métodos utilizan información de los estados financieros de una empresa para determinar el valor de sus acciones o para tener puntos de comparación entre las acciones de distintas empresas.

### 3.2.1 Conceptos Contables

Para los métodos de valuación relativos y a lo largo del Capítulo se utilizaran algunos conceptos básicos de contabilidad.

#### Patrimonio, Activo y Deuda de la Empresa

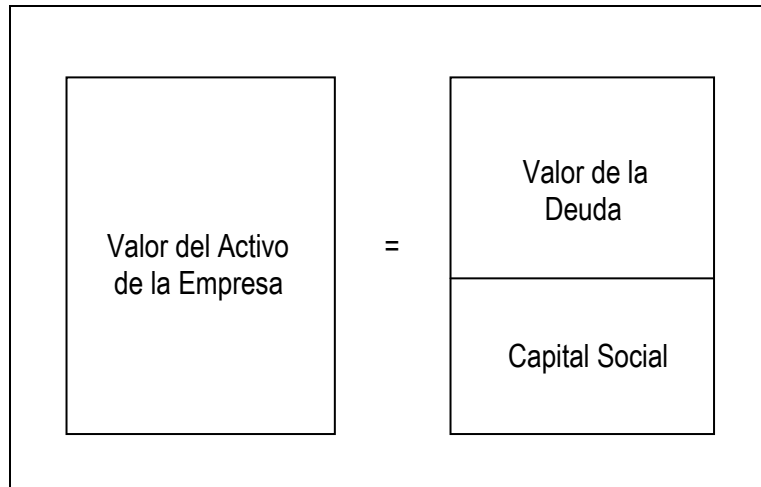
El Patrimonio de una persona, física o moral, se obtiene sumando el valor de todos los bienes (muebles e inmuebles) y el valor de todos los derechos (sobre lo que se tiene la facultad de exigir), y a esto se restan las obligaciones (por ejemplo, préstamos adquiridos). Esto es:

$$\text{Patrimonio}(P) = \text{Bienes}(B) + \text{Derechos}(D) - \text{Obligaciones}(O) \Rightarrow B + D = O + P$$

En contabilidad, la parte izquierda de la última igualdad se conoce como el Activo Total (AT) de una empresa, las obligaciones son el Pasivo o Deuda Total (DT) y al Patrimonio también se le llama Capital Social (C). Así, el Activo es igual a Pasivo más Capital (Figura 3.1):

$$AT = DT + C \quad (3.2)$$

Figura 3.1 Balance General de una Empresa



### Valor en Libros

El Valor en Libros (VL) de una empresa es el Patrimonio Neto o Capital Social de acuerdo al último Balance generado. El VL de una acción se calcula dividiendo el VL de la empresa entre el número de acciones que se encuentran en circulación en ese momento. Así, el Valor en Libros Por Acción es

$$VLPA = \text{Capital Social} / \text{Número de acciones}$$

El valor que puede generar una empresa va más allá de los activos asentados en el Balance General. Los activos intangibles como la marca, la calidad del capital humano, experiencia en el negocio, etc. también son factores que ayudan en la creación de valor y que no son capturados por el Balance. Por esto, generalmente, el valor de una acción debería estar por encima de su VLPA<sup>1</sup>.

### Valor de Liquidación

Es el valor que se obtendría en un determinado momento si todos los activos de la empresa fueran vendidos (a su valor de mercado) y todas las deudas pagadas<sup>2</sup>. El Valor de Liquidación Por Acción divide este valor entre el número de acciones que hay en circulación

$$VLiqPA = \text{Valor de Liquidación} / \text{Número de acciones}$$

Representa lo que correspondería darle a cada acción en caso de que se liquidara la sociedad. Se considera una aproximación más realista que el VL. Sin embargo, ninguno de los dos toma en cuenta las oportunidades de crecimiento de la empresa.

<sup>1</sup> Cuando el precio de la acción está por debajo del VL se dice que el mercado no cree que los bienes tengan la capacidad de recuperar su valor contable.

<sup>2</sup> Tomando en cuenta intereses e impuestos.

## Valor de Reposición

El Valor de Reposición (VR) es la cantidad que exigiría la reparación o adquisición de todos los activos, tangibles e intangibles, que tiene la empresa, incluyendo los costos adicionales como transporte, montaje, derechos aduanales, etc. El Valor de Reposición Por Acción (VRPA) representa el costo por acción de reponer los activos de la empresa.

### 3.2.2 Múltiplos

Estas técnicas utilizan el precio de una acción (como numerador) y lo comparan con diversas variables (como denominadores). Las variables que se utilizan como denominadores en la valuación de una acción son su valor y los flujos de caja que puede generar. A su vez, hay varios términos que se pueden considerar como valores y como flujos (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Múltiplos para el Precio de la Acción

Múltiplos Precio / Valor	Múltiplos Precio / Flujo
Precio / Valor en Libros Precio / Valor de Reposición	Precio / Utilidad Neta Precio / Flujo de Caja

#### 3.2.2.1 Múltiplos Precio / Valor

El precio de una acción comparado con su valor sirve para visualizar el respaldo que tiene cada acción en activos netos. Los términos más comunes usados como valor son el VLPA y el VRPA<sup>3</sup>.

##### Precio / Valor en Libros

Se compara el precio de la acción con el VLPA

$$\frac{P}{VLPA}$$

El problema con este múltiplo es que al derivarse del VLPA hereda sus carencias. No contempla los activos intangibles que tiene una compañía. Esto se puede solucionar con el múltiplo precio / valor de reposición ya que el VR exige una valuación más completa del valor contable de una empresa tomando en cuenta a los activos intangibles.

---

<sup>3</sup> Sin embargo, como ya se menciona, ninguno de estos términos refleja el crecimiento potencial de la empresa.

## Precio / Valor de Reposición

Esta es la famosa razón  $q$ , desarrollada por el economista James Tobin en 1969,

$$q = \frac{P}{VR}$$

Este es un indicador de la rentabilidad de la empresa. Si  $q > 1$  es rentable invertir en la empresa.

### 3.2.2.2 Múltiplos Precio / Flujo

El precio comparado con el flujo que genera una acción representa el tiempo en que se recuperara la inversión. Los términos más comunes que se utilizan como flujos son la utilidad neta y los flujos de caja. A su vez, los flujos pueden ser históricos o estimados.

## Precio / Utilidad Neta

La utilidad neta por acción (UPA) se calcula como la utilidad neta total de la empresa<sup>4</sup> dividida por el número de acciones emitidas por la misma,

$$\frac{P}{UPA}$$

Se mide en “veces” y también se conoce como PER (*Price Earnings Ratio*). Es el múltiplo más ampliamente utilizado. Indica el monto que los inversores están dispuestos a pagar por cada peso que obtengan de ganancias. También se interpreta como el número de veces que el precio de una acción contiene la UPA. Este múltiplo se calcula dentro de una industria o en las bolsas de valores y se utiliza como punto de referencia. Por ejemplo, lo utilizan empresas que no cotizan en bolsa para valorar sus acciones. El rango más común para este múltiplo es 10 – 17 veces. Si está por debajo o por arriba de este rango se cree que la empresa esta subvaluada o sobrevaluada, respectivamente.

## Precio / Flujo de Caja

El flujo de caja por acción (FCPA) es el flujo de efectivo generado por una empresa por acción emitida. Toma en cuenta a la utilidad neta más términos que no implican desembolso de efectivo tales como depreciación de activos fijos (por ejemplo, un activo puede tener mayor vida útil de la que aparece en el Estado de Resultados), amortizaciones o crédito comercial. Representa el efectivo que verdaderamente genera la empresa por eso muchos autores coinciden en que es mejor utilizar este que el UPA. Entonces, el múltiplo queda

$$\frac{P}{FCPA}$$

---

<sup>4</sup> Ventas totales menos costos totales, intereses, depreciación, amortización e impuestos.

### 3.2.2.3 Otros múltiplos

Además de los múltiplos vistos, también suelen utilizarse otros que comparan el Valor de la Empresa (como numerador) con otras variables (como denominadores). El múltiplo de este tipo más común es el que utiliza como denominador el EBITDA<sup>5</sup> (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*). Es un concepto más amplio del flujo generado por la compañía, por lo que permite la comparación entre empresas (de distintos sectores o países). De esta forma, el múltiplo es

$$\frac{VE}{EBITDA}$$

Otros valores que se utilizan como denominador son el EBIT<sup>6</sup> (*Earnings Before Interest and Taxes*), las Ventas Netas o incluso la cantidad de  $m^2$  afectados por la actividad.

## 3.3 EL MODELO DE DESCUENTO DE DIVIDENDOS

Hay dos problemas con los múltiplos. Primero, el tiempo no es capturado por los múltiplos. Los múltiplos precio/ valor solo toman en cuenta un momento en el tiempo, mientras que los múltiplos precio/ flujo se calculan con un solo flujo. Segundo, los múltiplos tampoco capturan el riesgo. El Modelo de Descuento de Dividendos (DDM, por sus siglas en inglés, *Dividend Discount Model*) supera estos dos inconvenientes.

El DDM es una adecuación de la fórmula (3.1) a la valuación de acciones. El valor de una acción es el valor presente de todos los futuros rendimientos que se espera genere. De acuerdo con el Capítulo 1, estos rendimientos se perciben por el dividendo que paga la acción, y por la ganancia de capital que se obtiene por el aumento en el precio de la acción. Estas ganancias son, en esencia, el valor de ceder el derecho a los futuros flujos. Así, el precio de la acción se puede representar de la siguiente manera:

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+k_a)^t} + \frac{P_n}{(1+k_a)^n} \quad (3.3)$$

donde

$P_0$  es el valor de la acción común en el momento actual

$D_t$  es el dividendo esperado en cada periodo

$k_a$  es el rendimiento requerido por una acción de acuerdo al riesgo de la empresa

$P_n$  es el precio que se espera recibir al vender la acción en el  $n$ -ésimo periodo

---

<sup>5</sup> También se conoce como UAFIDA (Utilidad Antes de Financiamiento, Impuestos, Depreciación y Amortización) o como UAIID (Utilidad Antes de Intereses, Impuestos y Depreciación).

<sup>6</sup> Conocido también como UAI (Utilidad Antes de Intereses e Impuestos) o como BAIT (Beneficios Antes de Intereses e Impuestos).

Sin embargo, debido a que las acciones se consideran con vida infinita (Capítulo 1), el modelo básico de valuación de una acción común viene dado por<sup>7</sup>:

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1+k_a)^t} \quad (3.4)$$

Con base en la evolución que presenten los dividendos potenciales se utilizan casos especiales del modelo general de valuación de una acción. Estos se clasifican en tres tipos, de acuerdo al crecimiento que se espera de la empresa:

- Crecimiento nulo o cero
- Crecimiento constante o perpetuo
- Crecimiento diferencial o por fases

### 3.3.1 Modelo de Crecimiento Nulo

Este modelo considera que la acción siempre pagará el mismo dividendo cada periodo. De esta forma, el modelo básico de valuación de una acción común (3.4) se puede escribir de la siguiente manera:

$$P_0 = \frac{D}{(1+k)} + \frac{D}{(1+k)^2} + \dots + \frac{D}{(1+k)^n}$$

donde D es un dividendo constante. Rescribiendo se tiene

$$P_0 = D \left[ \frac{1}{(1+k)} + \frac{1}{(1+k)^2} + \dots + \frac{1}{(1+k)^n} \right]$$

Si se factoriza  $1+k$  de la ecuación anterior, y se pasa al lado izquierdo, se obtiene

$$P_0(1+k) = D \left[ 1 + \frac{1}{(1+k)} + \frac{1}{(1+k)^2} + \dots + \frac{1}{(1+k)^{n-1}} \right]$$

Restando las dos ecuaciones anteriores se llega a lo siguiente

$$P_0(1+k-1) = D \left[ 1 - \frac{1}{(1+k)^n} \right]$$

---

<sup>7</sup> El segundo termino del lado derecho  $P_n(1+k_a)^{-n}$ , tiende a cero cuando  $n \rightarrow \infty$ .

Como la acción tiene vida infinita  $n \rightarrow \infty$ . Esto implica que  $\frac{1}{(1+k)^n} \rightarrow 0$ . Por tanto, la fórmula para calcular el valor de una acción (con vida infinita) que paga dividendos constantes es:

$$P_0 = \frac{D}{k_a} \quad (3.5)$$

Esta fórmula es la que se utiliza para valorar acciones preferentes, ya que se comportan de la misma forma.

### 3.3.2 Modelo de Crecimiento Perpetuo

Es una de las hipótesis de crecimiento que más se utiliza. Si se espera que los dividendos de una compañía crezcan a una tasa continua, el modelo básico de valuación (3.4) requiere ligeras modificaciones respecto al modelo de crecimiento nulo. Si esta tasa constante es  $g$ , tal que  $g < k_a$ <sup>8</sup>, y  $D_0$  es el dividendo en el momento actual, entonces el valor presente o precio de la acción será:

$$P_0 = \frac{D_0(1+g)}{(1+k_a)} + \frac{D_0(1+g)^2}{(1+k_a)^2} + \dots + \frac{D_0(1+g)^n}{(1+k_a)^n}$$

Multiplicando ambos lados de la ecuación por  $(1+k_a)/(1+g)$  se obtiene

$$\frac{P_0(1+k_a)}{(1+g)} = D_0 + \frac{D_0(1+g)}{(1+k_a)} + \frac{D_0(1+g)^2}{(1+k_a)^2} + \dots + \frac{D_0(1+g)^n}{(1+k_a)^n}$$

Restando la primera ecuación de la segunda se llega a que

$$\frac{P_0(1+k_a)}{(1+g)} - P_0 = D_0 - \frac{D_0(1+g)^n}{(1+k_a)^n}$$

pero como  $n \rightarrow \infty$  y  $k_a$  es mayor que  $g$ , el segundo término del lado derecho<sup>9</sup> tenderá a cero. Así, se obtiene que

$$P_0 \left[ \frac{(1+k_a)}{(1+g)} - 1 \right] = D_0 \Rightarrow P_0(k_a - g) = D_0(1+g)$$

<sup>8</sup> Es una condición necesaria para poder derivar el modelo como se muestra enseguida.

<sup>9</sup> El denominador crece más rápido que el numerador.

Por tanto, el valor de la acción será

$$P_0 = \frac{D_0(1+g)}{k_a - g}; \quad \text{ó} \quad P_0 = \frac{D_1}{k_a - g} \quad (3.6)$$

donde  $D_1$  es el dividendo por acción en el momento 1.

### 3.3.3 Modelo de Crecimiento Diferencial o por Fases

También se conoce como modelo combinado. El modelo de crecimiento constante tiene dos problemas. El primero es que la tasa de rendimiento  $k_a$  es mayor que la tasa de crecimiento  $g$ , sino se cumple esta condición no podrían derivarse las ecuaciones (3.6). Sin embargo puede haber periodos en que esta situación no prevalezca<sup>10</sup>. El segundo problema es la necesidad de estimar una misma tasa de crecimiento para los dividendos de forma perpetua. Por lo tanto, cuando el patrón de crecimiento esperado de la empresa es tal que el no se puede aplicar el modelo de crecimiento perpetuo, se utiliza una combinación entre éste último y el DDM general (3.3).

Varios modelos de valuación se basan en la idea de que la tasa de crecimiento disminuirá gradualmente. Por ejemplo, la transición puede ser de una tasa de crecimiento actual arriba de lo normal  $g_1$  durante  $n$  años a una que se considere normal  $g_2$ . Primero se obtiene el valor presente del primer periodo, que será

$$P_I = \sum_{t=1}^n \frac{D_0(1+g_1)^t}{(1+k_a)^t}$$

Ahora, de (3.6), el valor de la acción posterior al periodo de crecimiento inicial, suponiendo una tasa de crecimiento  $g_2$ , es:

$$P_{II} = \frac{D_{n+1}}{k_a - g_2}$$

esta fórmula representa el valor de todos los rendimientos esperados hasta infinito. Así, el valor de la acción en el momento actual es la suma del valor presente de los dividendos durante el periodo inicial de crecimiento más el valor de la acción al final de dicho periodo pero traído al presente. Entonces se obtiene,

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{D_0(1+g_1)^t}{(1+k_a)^t} + \frac{1}{(1+k_a)^n} \left[ \frac{D_{n+1}}{k_a - g_2} \right] \quad (3.7)$$

<sup>10</sup> En Heyman (1998) da el ejemplo de la situación en Estados Unidos de 1995 a 1997.



Por último, en una situación de crecimiento multifásico, el precio de la acción es la suma de los valores presentes de los dividendos futuros esperados en cada una de las fases de crecimiento:

$$P_0 = VP (\text{fase 1}) + VP (\text{fase 2}) + \dots + VP (\text{fase n})$$

### 3.3.4 DDM Extendido

Se ha visto como puede adaptarse el modelo básico de valuación de activos para que permita la valuación de acciones, bajo el supuesto de que las empresas pagan dividendos. Actualmente no todas las acciones que cotizan en la BMV los pagan. En 1961 Franco Modigliani y Merton Miller publican *Dividend Policy, Growth And The Valuation of Shares* en el *Journal of Business*, donde demuestran que la política de dividendos no afecta al valor de una empresa. A partir de esto se suelen usar, en cambio, las utilidades netas para extender el DDM a empresas que no pagan dividendos<sup>11</sup>. Así, el modelo básico de valuación de una acción se escribe como

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{U_t}{(1+k_a)^t}$$

donde  $U_t$  es la utilidad neta esperada en el periodo  $t$ . De la misma manera, se sustituye la utilidad neta por los dividendos en los tres tipos de crecimiento vistos<sup>12</sup>. La Tabla 3.2 muestra las versiones del DDM que se utilizan comúnmente en la valuación de acciones, ya sea que la empresa pague o no dividendos.

Tabla 3.2. Precio de las Acciones de una Empresa

CRECIMIENTO DE LAS UTILIDADES NETAS DE LA EMPRESA	PRECIO DE LAS ACCIONES
Crecimiento nulo	$P_0 = \frac{U}{k_a}$
Crecimiento perpetuo	$P_0 = \frac{U_0(1+g)}{k_a - g}$
Crecimiento diferencial	$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{U_0(1+g_1)^t}{(1+k_a)^t} + \frac{1}{(1+k_a)^n} \left[ \frac{U_{n+1}}{k_a - g_2} \right]$

<sup>11</sup> Otra forma es hacer suposiciones sobre cual sería el dividendo si la empresa lo pagara tomando como referencia a empresas del mercado o del mismo sector.

<sup>12</sup> Esto hace que deje de ser representativo el nombre DDM; sin embargo, se mantiene su uso en este trabajo por cuestiones de tradición.

### 3.4 LAS ACCIONES COMUNES COMO OPCIONES

En el Capítulo 1 se mencionó que las empresas son, frecuentemente, entidades económicas deficitarias. Si la empresa está endeudada, los beneficios económicos que resulten del desempeño de su actividad se deberán asignar por jerarquías. Primero, se deben destinar al pago de su deuda, más los intereses que ésta haya generado durante el plazo del préstamo. Posteriormente, si hay flujos de caja excedentes, se reparten -ya sea en forma de dividendos o que se reinviertan en la compañía-. Si la empresa no puede pagar completamente su deuda (más intereses), tendrá que recurrir a la liquidación de sus activos para poder enfrentarla; aunque sea parcialmente, pues el valor de sus activos puede no cubrir el monto total del préstamo realizado por los acreedores. Por tanto, se puede decir que los acreedores son los propietarios del activo de la empresa mientras no sean retribuidos completamente. Esto es, son propietarios temporales hasta que se les amortice totalmente la deuda, o definitivos cuando la empresa no alcance a cubrir el monto total del préstamo.

También se destacó que las acciones comunes de una Sociedad Anónima tienen voto ilimitado, pero los accionistas de la Sociedad tienen limitada su responsabilidad únicamente a su aportación. De esta forma, tomando en cuenta que una empresa tiene vida infinita, que a lo largo de ésta mantiene un cierto grado de endeudamiento y que los accionistas tienen responsabilidad limitada, se puede considerar a las acciones comunes de una Sociedad Anónima como una opción de compra emitida por los acreedores sobre el valor del activo de la empresa y comprada por los accionistas.

Mascareñas (2002) afirma que una vez que el inversor ha adquirido una acción ordinaria puede ganar una cantidad, teóricamente, ilimitada de dinero o perder, como máximo, el precio pagado por la acción puesto que su responsabilidad es limitada, exactamente igual que ocurre con las opciones de compra. Por otro lado, para Orgaz Guerrero (2001), el endeudamiento de la empresa equivale a una situación en la que los acreedores adquieren el activo y los accionistas tienen la opción de readquirirlo pagando la deuda y los intereses devengados.

Así, es posible definir a las acciones de una empresa como un *call* de la siguiente manera

*Las acciones comunes son un contrato de opción que otorga a sus propietarios el derecho de comprar el activo total (AT) de la empresa a un precio de ejercicio igual al valor de la deuda más los intereses generados ( $DT[1+i_{LR}]$ ) hasta su fecha de amortización*

En esta definición aparecen los cuatro elementos de un contrato de opción vistos en el Capítulo 2: el activo subyacente (S) es el valor del activo de la empresa, el precio de ejercicio (E) es el valor de la deuda más los intereses que ésta genere, la fecha de vencimiento (T) es la fecha de liquidación de la deuda y la prima (c) es el precio de mercado que pagaría un inversionista por adquirir las acciones que la empresa tiene en circulación .

La tabla 3.3 muestra la analogía entre la teoría de opciones y su aplicación a la valuación de acciones comunes de las Sociedades Anónimas endeudadas.

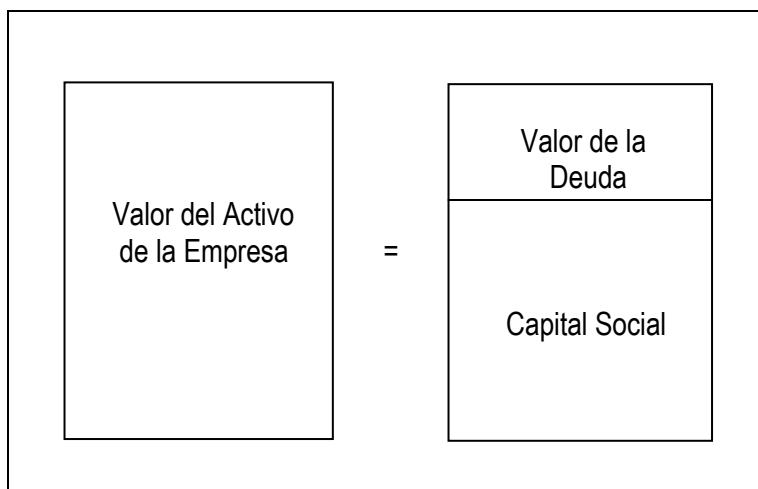
**Tabla 3.3 Analogía entre la Teoría de Opciones y la Valuación de Acciones de una Sociedad Anónima Endeudada**

Empresa Endeudada	Teoría de Opciones
Valor de Mercado de la Acciones	Opción de Compra
Responsabilidad Limitada	Opción de Venta
Valor de Mercado del Activo	Activo Subyacente
Valor Actual del Pago Prometido a los Acreedores	Precio de Ejercicio Actualizado
Fecha de amortización	Fecha de Ejercicio
Accionista	Comprador
Acreedor	Vendedor

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, todo lo visto en el Capítulo anterior es aplicable a esta concepción de las acciones. Por ejemplo, si el Balance General de una empresa estuviera representado por la Figura 3.2, indicaría que los acreedores aportan un mínimo de recursos para la conformación del activo de la compañía. En términos contables, se diría que esta empresa está poco apalancada. Bajo la nueva concepción

**Figura 3.2 Balance General de una Empresa Poco Endeudada**



implicaría que el precio de ejercicio es menor que el que tendría una empresa con un Balance General como el de la Figura 3.1<sup>13</sup>. Es decir, el valor de la opción de compra (acciones) de la primera empresa sería mayor que el de la segunda, pues hay una relación inversamente proporcional entre el precio de ejercicio y el valor de un *call* (Tabla 2.2). La interpretación real de esta situación es que una empresa poco apalancada es mucho menos riesgosa desde el punto de vista de los inversionistas, puesto que financieramente es más sólida que una empresa altamente apalancada.

Una vez que se considera a las acciones comunes de una empresa como una opción de compra, lo que se espera es que en la fecha de ejercicio, la opción de compra (acciones) esté ITM (o incluso ATM), es decir, que las acciones valgan más que el precio de la deuda (más intereses). Así los accionistas ejercerían su opción pagando a los acreedores y readquiriendo el activo. Si sucede lo contrario ( $S < E$ , es decir, OTM), los accionistas no ejercerían su opción de compra y el activo se quedaría en manos de los acreedores, quienes asumen el control de la empresa. La Tabla 3.4 muestra el valor de la opción de compra (flujo de caja para los propietarios) para los distintos escenarios que pueden presentarse en la fecha de ejercicio.

Tabla 3.4 Flujos de Caja al Vencimiento de la Deuda

	ITM	ATM	OTM
$S \geq E$	$AT > DT(1 + i_{LR})$	$AT = DT(1 + i_{LR})$	$AT < DT(1 + i_{LR})$
Flujos de Caja para los Accionistas	$AT - DT(1 + i_{LR})$	0	0
Flujos de Caja para los Acreedores	$DT(1 + i_{LR})$	$DT(1 + i_{LR})$	$AT$

Fuente: Elaboración propia

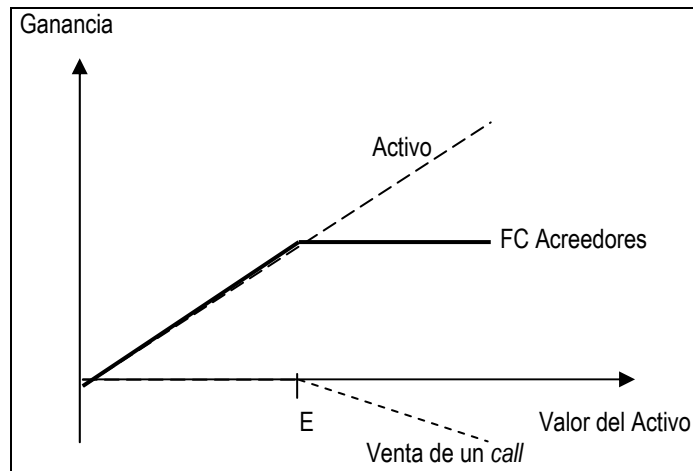
Ahora, recordando las principales estrategias y posiciones con opciones (Sección 2.2.2), es posible determinar los resultados obtenidos por los accionistas y por los acreedores en la fecha de vencimiento de la deuda. Es decir, sólo tomando en cuenta al valor intrínseco.

### 3.4.1 Interpretación Gráfica

En un principio los acreedores tienen dos posiciones básicas. A partir de esto, los resultados que obtienen se pueden representar como una opción sintética. Por un lado, mientras los accionistas no ejerzan su opción, el valor del activo de la empresa es propiedad de los acreedores, esto se representa por la gráfica de una posición larga en el activo subyacente. Por otro lado, está la gráfica de la emisión (posición corta) de un *call*. Ambas gráficas dan lugar a la representación de la venta de un *put* sintético, esto es el flujo de caja (FC) de los acreedores. Esto se muestra en la Figura 3.3.

<sup>13</sup> Se supone que al agregar los intereses se mantiene la desigualdad.

**Figura 3.3 Resultado Obtenido por los Acreedores en la Fecha de Vencimiento de la Deuda**

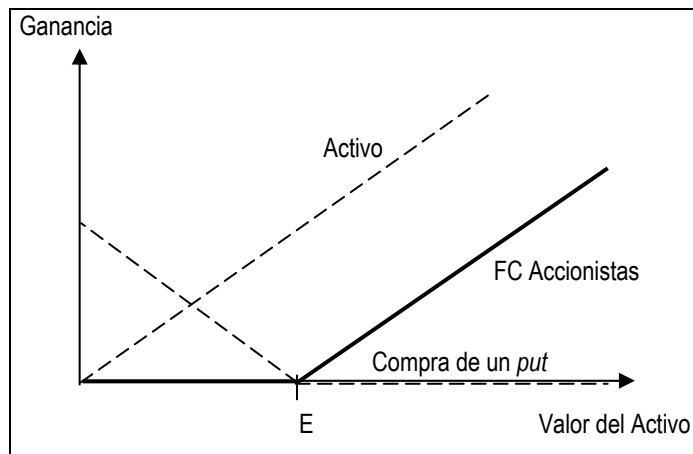


Fuente: Elaboración propia

Nótese que el FC de los acreedores no es cero para valores del activo mayores al pago prometido a estos y negativo en caso contrario como sería la representación del valor intrínseco de un *put*<sup>14</sup> desde el punto de vista del emisor. Esto es por que en un principio los acreedores efectuaron el préstamo a los accionistas, y en la fecha de vencimiento el valor del activo es no negativo; por tanto, su FC en esa fecha tampoco lo es.

Por otro lado, a los accionistas se les puede considerar como tenedores de un *put* (que es emitido por los acreedores) con un precio de ejercicio igual a la deuda y que, además, poseen el activo de la empresa por el cual deben pagar dicha cantidad. De tal manera que se obtiene la compra de un *call* sintético, que es el FC de los accionistas (Figura 3.4). Todo esto es consistente con la Tabla 3.4.

**Figura 3.4 Resultado Obtenido por los Accionistas en la Fecha de Vencimiento de la Deuda**



Fuente: Elaboración propia

<sup>14</sup> La gráfica del valor intrínseco de un *put* es la posición corta de la Figura 2.2 b) con  $p(+)=0$ .

### 3.4.2 Responsabilidad Limitada de los Accionistas

En la representación gráfica, la compra del *call* sintético (Figura 3.4) se baso en que los accionistas poseen un *put*, éste es el *put* sintético que se obtiene de los flujos de caja de los acreedores (Figura 3.3) y tiene una interpretación muy importante. Según Merton<sup>15</sup>, la opción de venta refleja la responsabilidad limitada de las Sociedades Anónimas. Además, Orgaz Guerrero (2001) destaca que la responsabilidad limitada no ha podido valorarse por otro método que no sea la teoría de opciones.

La única diferencia con una opción de venta real es que su emisor no recibe el precio de la opción sino hasta que llega la fecha de ejercicio. Una vez que llega la fecha de amortización de la deuda, si el valor del activo es inferior a esta última, los accionistas ejercerán su Opción de Responsabilidad Limitada (ORL) entregando a los acreedores el activo de la empresa a cambio del precio de ejercicio, por el cual ya habían contraído la deuda. En otras palabras, el derecho que los acreedores tienen para cobrar la deuda se ve acotado por la ORL que poseen los accionistas. Al igual que en las opciones financieras, esta opción, que hipotéticamente vendieron los primeros, les obliga a comprar el valor del activo como pago parcial de la deuda pues no la cubre completamente. Si en la fecha de amortización de la deuda, el activo vale más que esta, los accionistas procederán a pagar dicha cantidad a los acreedores y no ejercerán su opción de venta.

## 3.5 VALUACIÓN DE ACCIONES EN UN HORIZONTE DE UN SOLO PERIODO

Como se vio en la Sección 3.2.1, el valor contable de las acciones comunes en un momento determinado, sin considerar los factores tanto internos (expectativas de crecimiento) como externos (tasa de interés libre de riesgo, por ejemplo) que influyen en el valor de la empresa, se obtiene simplemente despejando al Capital Social de la ecuación (3.2). Esto es,

$$\text{Acciones Comunes} = \text{Valor Actual del Activo} - \text{Valor Actual de la Deuda}$$

El segundo término del lado derecho trae implícito un riesgo, pues los acreedores vendieron (hipotéticamente) a los accionistas una opción de insolvencia (opción de venta) que refleja su responsabilidad limitada. Es decir, un aumento en el riesgo de no pago (aumentando el rendimiento esperado) aumentará el valor de la opción de venta (Tabla 2.2) y disminuirá el valor de mercado de la deuda. Esto lo captura la siguiente ecuación:

$$\text{Valor Actual de la Deuda con Riesgo} = \text{Valor Actual de la Deuda sin Riesgo} - \text{Opción de Responsabilidad Limitada} \quad (3.8)$$

---

<sup>15</sup> "On The Pricing of Corporate Debt:: The Risk Structure of Interest Rates", *Journal of Finance*, 29, Mayo, 449-70, 1974.

Así, para obtener el valor de las acciones se hace la sustitución de ésta última ecuación en la primera. Considerar a las acciones comunes de una Sociedad Anónima como una opción de compra, como en la Sección anterior, es otra forma de obtener este resultado. Así, de acuerdo a la analogía establecida en la Tabla 3.3 y a la paridad put-call, a través de la ecuación (2.9)<sup>16</sup>, se tiene:

$$\text{Acciones Comunes} = \text{Valor Actual del Activo} - \text{Valor Actual de la Deuda sin Riesgo} + \text{Opción de Responsabilidad Limitada} \quad (3.9)$$

De esta forma, se puede decir que los accionistas tienen una posición larga en el activo subyacente (activo de la empresa actualizado) y en un *put* (ORL) sobre el mismo activo. El valor de esta cartera menos el valor actual de la deuda sin riesgo proporciona el valor de mercado de las acciones. La Tabla 3.5 muestra el valor final que tienen las acciones de una Sociedad Anónima, así como el valor de se deuda.

Tabla 3.5 Valor Final de las Acciones y de la Deuda de una Sociedad Anónima

	$AT \geq DT(1 + i_{LR})$	$AT < DT(1 + i_{LR})$
Activo	$AT$	$AT$
Deuda sin Riesgo	$DT(1 + i_{LR})$	$DT(1 + i_{LR})$
ORL	0	$DT(1 + i_{LR}) - AT$
Acciones	$AT - DT(1 + i_{LR})$	0
Deuda con Riesgo	$DT(1 + i_{LR})$	$AT$

Fuente: Orgaz Guerrero, Autor

Con esto, ya se puede calcular el valor de las acciones de una empresa, si se consideran como un *call* europeo, pues es posible determinar todos los elementos necesarios para llevar a cabo la aplicación de la fórmula de Black y Scholes; sobre todo, se puede encontrar el valor de la ORL que poseen los accionistas. Sin embargo, es poco probable que una empresa tenga un solo compromiso de deuda y que, además, expire hasta que llegue una determinada fecha. Considerándola así, en términos de bonos, se diría que se trata de una deuda del tipo cupón cero<sup>17</sup>. Normalmente su pasivo se compone de una serie de emisiones de deuda. Cada una de ellas con distinto valor y con diferentes plazos de vencimiento. Además, generalmente exigen pagos periódicos que contribuyan a la amortización de la deuda durante su periodo de vigencia. Continuando con la analogía de los bonos, se trataría de deudas que pagan cupones.

<sup>16</sup> Tomando en cuenta que se consideran como una opción europea y que las acciones no pagan dividendos.

<sup>17</sup> El bono cupón cero es aquel que no ofrece pagos periódicos. El emisor paga el principal en la fecha de vencimiento sin efectuar ningún otro pago por motivo de intereses. Por esta razón, estos bonos se venden a una tasa de descuento.

Debido a esto, ya no es posible aplicar el modelo B-S para calcular el valor de las acciones de una empresa pues en cada fecha de pago de un cupón sería necesario determinar el valor de la empresa respecto a éste. Como señala Mascareñas (2002), se trata del caso de una opción compuesta, es decir, de una serie de opciones encadenadas en la que cada una depende de que pueda ser ejercida la inmediata anterior.

Una solución a esta situación podría ser aplicar el método binomial, pero los cálculos se complican demasiado. Otra forma es hacer una analogía entre bonos y la deuda de la empresa. Esto se hace a través de la duración media de la deuda.

### 3.5.1 Método de la Duración Media de la Deuda<sup>18</sup>

El método se basa en calcular un valor y un plazo para el conjunto de emisiones de deuda que tiene la empresa, las cuales difieren en cantidad y vigencia, tales que sean equivalentes a los de un bono cupón cero<sup>19</sup>. Una vez que se tengan estos valores, se puede utilizar el método B-S; pues lo que se hace es que en lugar de tomar el valor de las acciones como una opción compuesta de varios periodos se encuentra su equivalente de un periodo para que pueda interpretarse como una opción europea. Para esto, se considera a las anualidades que realiza la empresa, a efecto de reducir la deuda, como si fueran los cupones o flujos de caja de un bono y se calcula su duración.

La duración es un indicador que fue desarrollado en 1938 por Frederick Macauley, con el fin de dar una medida de la exposición al riesgo por la variación de precios de una cartera de activos frente a oscilaciones de los tipos de interés en el mercado. Macauley definió la duración como la vida media de los flujos de caja descontados y normalizados por el precio del activo. Tomando en cuenta que la maduración de un bono se refiere a la fecha en la que el capital (o el principal) será pagado, la duración también se considera como una medida del plazo de maduración de un bono que consiste en la media de los plazos de pago de cada uno de los flujos de caja del mismo, ponderado por su peso dentro del precio del bono; usando como ponderador al valor actual de cada flujo de caja. En pocas palabras, medida en años, es la vida media ponderada de un bono. Su valor se obtiene de la siguiente manera:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n i \frac{FC_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i}} \quad (3.10)$$

donde

$d$  es la duración del activo

$FC_i$  es el flujo de caja (cupón) del bono en el periodo  $i$

$r$  es la TIR

$n$  es el número de periodos

<sup>18</sup> Esta metodología fue propuesta por Juan Mascareñas (2002).

<sup>19</sup> Una cartera de bonos y un bono cupón cero son idénticos si tienen el mismo valor presente, el mismo rendimiento y el plazo del último coincide con la duración de la cartera.



El modelo básico de valuación de activos (Sección 3.1) aplicado al caso de un bono, da el precio (valor de mercado) de éste:

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} \quad (3.11)$$

Si tomamos al valor actual del flujo de caja del periodo  $i$  como  $w_i$ , el precio de un bono será la suma de  $w_i$  para  $i = 1, \dots, n$ . Así, la duración de un bono puede representarse como:

$$d = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n i w_i \quad (3.12)$$

La duración proporciona una aproximación de que tan cercana está la fecha de recuperación de lo que se invirtió en un bono (o cartera). Por esta razón, normalmente se prefiere un bono con una menor duración.

Si la empresa tuviera una sola emisión de deuda, por la cual tuviera que efectuar pagos periódicos, bastaría con calcular su duración para poder aplicar el método B-S. Sin embargo, las empresas generalmente tienen diversas emisiones de deuda. En este caso, se calcula la duración de cada emisión de deuda. Posteriormente, se calcula la media ponderada de las duraciones, usando como ponderador al valor de mercado de cada emisión. Lo que se obtiene es la duración media de la deuda. Esta fecha es la que representa el plazo del bono cupón cero y, para este trabajo, la fecha de vencimiento de la opción.

### 3.6 VALUACIÓN DE ACCIONES EN UN HORIZONTE INFINITO: MODELO DE ORL PERPETUA

En la Sección anterior se han cubierto los dos casos en que se puede encontrar una empresa endeudada: aquella que solo tenga una emisión de deuda y por la que efectuará un desembolso únicamente hasta que se cumpla la fecha de vencimiento; y el caso más real en el que la empresa tiene varias emisiones de deuda, a diferentes plazos y por distintos montos, por las que efectúa desembolsos periódicos (generalmente cada año) y al final, además, paga el principal. Para el segundo caso se utiliza el método de la duración media de la deuda. De esta forma, se puede aplicar a ambos casos la fórmula B-S.

Sin embargo, el modelo de valuación de acciones en un horizonte monoperiódico tiene una limitante. La responsabilidad limitada de los accionistas se interpreta a través de un *put* europeo. Esto implica que los accionistas únicamente pueden ejercer su derecho hasta que llegue un determinado momento. Este modelo no contempla la posibilidad de que los socios de la empresa declaren la quiebra<sup>20</sup> en cualquier momento del ejercicio de su actividad.

---

<sup>20</sup> Declarar la quiebra implica el ejercicio de la ORL.

El modelo de ORL perpetua<sup>21</sup> permite calcular el valor de la Opción de Responsabilidad Limitada, para posteriormente encontrar el valor de las acciones. El modelo se basa en que el horizonte de la empresa es ilimitado y en que ésta mantenga un determinado grado de endeudamiento a lo largo de su vida. Es decir, la deuda también tiene un horizonte perpetuo. Esto permite que los accionistas puedan declarar la quiebra en cualquier momento y, de esta forma, dejar la empresa en manos de los acreedores.

## Supuestos

- Los accionistas son propietarios del activo y de la ORL
- La empresa tiene vida indefinida
- La deuda nominal se mantiene constante
- El tipo de interés es continuo
- Los accionistas pagan los intereses correspondientes
- Las acciones no pagan dividendos

## Modelo

En 1973, Merton<sup>22</sup> deduce la siguiente fórmula para valorar un *put* americano con horizonte infinito:

$$G = \left[ \frac{E}{1 + \gamma} \right] \left[ \frac{(1 + \gamma)S}{\gamma E} \right]^{-\gamma} \quad (3.13)$$

donde

$G$  es el precio de la opción de venta

$E$  es el precio de ejercicio

$S$  es el valor del activo subyacente

$r$  es la tasa de interés libre de riesgo<sup>23</sup>

$\sigma$  desviación estándar de la rentabilidad del activo

$$\gamma = \frac{2r}{\sigma^2}$$

El modelo de valuación de acciones en un horizonte perpetuo considera la Opción de Responsabilidad Limitada de los accionistas como un *put* americano con horizonte infinito sobre el Activo Total de la empresa (AT) y precio de ejercicio igual al pago prometido a los acreedores (DN).

---

<sup>21</sup> Desarrollado por Neus Orgaz Guerrero en su Tesis Doctoral, Responsabilidad Limitada, Costo de Capital y Crisis Empresariales: Análisis por Medio de la Teoría de Opciones. Universidad Autónoma de Barcelona. Septiembre 2001.

<sup>22</sup> Robert C. Merton (1973). The Theory of Rational Option Pricing, Bell Journal of Economics and Management Science, 141-183,1973.

<sup>23</sup> Se toma la tasa de interés libre de riesgo del Estado.

Sustituyendo lo anterior en (3.13) se tiene<sup>24</sup>:

$$ORL = \left[ \frac{DN}{1 + \gamma} \right] \left[ \frac{(1 + \gamma)AT}{\gamma DN} \right]^{-\gamma} \quad (3.14)$$

Una opción americana solo será ejercida antes de la fecha de vencimiento cuando el valor del activo subyacente lo justifique. Recuérdese que un *put* será ejercido solo cuando  $S < E$ , es decir, cuando esté ITM. Cuando Merton dedujo (3.13), también proporcionó el valor máximo del activo subyacente que justificaría ejercer la opción anticipadamente. Haciendo la analogía correspondiente, la ORL será ejercida solo cuando  $AT < DN$ . Así, Orgaz Guerrero dedujo el valor máximo del activo que justifica ejercer la ORL anticipadamente:

$$AT^* = \frac{\gamma DN}{1 + \gamma} \quad (3.15)$$

Puesto que ejercer la ORL significa declarar la quiebra,  $AT^*$  representa el valor máximo del activo que justifica el que los accionistas dejen la empresa en manos de los acreedores. Así, sustituyendo (3.15) en (3.14) se obtiene:

$$ORL^* = \frac{DN}{1 + \gamma} \quad (3.16)$$

Éste es el valor de la ORL para cuando los accionistas ejercen prematuramente su derecho a declarar la quiebra. También representa la mínima pérdida sufrida por los acreedores. La Tabla 3.6 muestra el valor de las acciones y de la deuda de una empresa respecto a (3.15).

Tabla 3.6 Valor de la Deuda y de las Acciones de una Empresa Endeudada

	$AT > AT^*$	$AT = AT^*$	$AT < AT^*$
Activo	$AT$	$AT^*$	$AT$
Deuda	$DN$	$DN$	$DN$
ORL	$ORL$	$ORL^*$	$DN - AT$
Acciones	$AT - DN + ORL$	0	0
Deuda	$DN - ORL$	$AT^*$	$AT$

Fuente: Orgaz Guerrero

<sup>24</sup> En la notación original, Orgaz Guerrero utiliza A en lugar de AT, y DN representa la Deuda Nominal.

Cuando el activo es mayor a  $AT^*$ , los accionistas mantienen la deuda, su derecho a declarar la quiebra (ORL) y el activo. La última columna no es una situación eficiente ya que la ORL se habrá ejercido cuando  $AT = AT^*$ .

### Sensibilidad de la ORL perpetua

Del análisis que realiza Orgaz Guerrero en su Tesis Doctoral se desprende la sensibilidad de (3.14) ante variaciones en la desviación estándar, en el tipo de interés y en la razón de endeudamiento<sup>25</sup>. De la Sección 2.6, se sabe que las primeras dos relaciones son los valores de *vega* y *rho* de la ORL. La Tabla 3.7 muestra estas relaciones.

Tabla 3.7 Influencia de Factores en el Valor de la ORL

<u>Factor</u>	Relación
$\sigma$	+
$r$	-
$d_e$	+

Fuente: Elaborada a partir de los resultados de Orgaz Guerrero

Los primeros dos filas también se pueden obtener de la Tabla 2.2, tomando en cuenta que la ORL es una opción de venta. Un resultado interesante que se desprende de la Tabla 3.7, es la relación positiva entre la ORL y  $d_e$ . Si la razón de endeudamiento aumenta ocasiona un incremento en el valor de la opción de responsabilidad limitada y, de acuerdo con (3.8), disminuye el valor actual de la deuda con riesgo. Lo cual resulta coherente con la realidad, pues un incremento en el endeudamiento de una empresa, aumenta la probabilidad de que los accionistas declaren la quiebra.

Finalmente, en el modelo de horizonte infinito suponiendo que el pago de intereses se aplaza hasta el final del periodo, Orgaz Guerrero compara éste con el modelo de horizonte monopériódico y encuentra que en éste último se declara la quiebra prematuramente respecto al modelo de horizonte infinito. La diferencia entre los valores del activo para los que se deja la empresa en manos de los acreedores en ambos modelos es la ORL perpetua en caso de quiebra. Además, al igual que en el modelo de horizonte infinito, la ORL en el modelo monopériódico se incrementa cuando aumenta  $\sigma$ . Sin embargo, en el primero el valor de la ORL crece más puesto que el horizonte temporal es mayor (Tabla 2.2).

<sup>25</sup> En el análisis empresarial a través de razones financieras se conoce como razón de endeudamiento o de solidez a la relación que representa la proporción de activos financiados con deuda. Para este caso la razón de endeudamiento es

$$d_e = \frac{DN}{AT}$$

. Si este valor es muy grande se dice que la empresa está altamente apalancada.

# CAPÍTULO 4

## APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE VALUACIÓN A UN SECTOR DE LA BMV

---

*Una onza de práctica vale más que una tonelada de teoría (Anónimo). –Pero- No hay nada más práctico que una buena teoría (Albert Einstein)*

El Reporte de la Riqueza Mundial<sup>1</sup> 2006 (*World Wealth Report –WWR-*) afirma que en términos de estrategias de inversión y asignación de activos, los grandes inversionistas adoptaron asignaciones ligeramente más agresivas en 2005 respecto a años anteriores. Esto hace evidente la necesidad de técnicas que permitan una mejor valuación de activos. Este trabajo busca contribuir de alguna forma a este propósito dentro del campo de las acciones, aplicando la teoría desarrollada en capítulos anteriores. Destaca sobre todo la aplicación de la metodología de valuación de acciones como opciones, pues la técnica del DDM es ampliamente utilizada dentro del terreno financiero y pueden encontrarse aplicaciones fácilmente. Por ejemplo, según el especialista John Del Vecchio (2000) y Van Horne (1997), Merrill Lynch usa el DDM como un componente de su *Alpha Surprise Model*<sup>2</sup>, JP Morgan como una parte importante en la valuación y el proceso de selección de acciones, y First Boston entre otros bancos de inversión publican sus cálculos periódicamente basados en un modelo específico del DDM. En cambio, no existen aplicaciones a casos reales del método de opciones.

El DDM es uno de los métodos más viejos para valorar acciones y el más difundido. Por ello, son conocidas sus debilidades. Por ejemplo, tiende a subestimar el valor de las acciones debido a que no incorpora en la valuación a los activos intangibles de la empresa. Asimismo, aplicar el DDM requiere de muchos supuestos sobre las variables que intervienen en la fórmula.

---

<sup>1</sup> Publicación anual realizado por Campgemini y Merrill Lynch desde 1997.

<sup>2</sup> El *ML Alpha Surprise Model Index* monitorea el desempeño de un conjunto de acciones seleccionadas del S&P 500. Merrill Lynch enumera dichas acciones usando una combinación ponderada de su *MLvsCE Surprise Model* (el crecimiento o el componente “sorpresa”) y su modelo de descuento de dividendos (el valor o el componente *alpha*). El modelo identifica aquellas que están subvaluadas y genera un lista de acciones que son atractivas.

Para superar estos inconvenientes, muchos analistas suelen hacer una valuación separada de los activos intangibles y agregar los resultados al valor que arroja el DDM. Esto es muy parecido a lo que se hace cuando se evalúan proyectos de inversión con Opciones Reales, en donde se calcula el valor del proyecto con (3.1) y al resultado se suma el valor de las opciones que puede enfrentar la dirección de la empresa durante la vida del proyecto. Con respecto a la cantidad de suposiciones necesarias para aplicar la fórmula, se acostumbra hacer un análisis de sensibilidad sobre las variables que intervienen en ella, y en ocasiones se utiliza el modelo de crecimiento diferencial para tener un valor más cercano a la realidad<sup>3</sup>.

Por otro lado, la valuación de acciones como opciones utiliza en gran medida las analogías de la Tabla 3.3. Una buena forma de entender todas las analogías que se hacen entre las opciones financieras y sus aplicaciones, es no generalizar la connotación que tiene un cambio en cualquiera de los factores que afectan el precio sino interpretarlo de acuerdo al contexto. Por ejemplo, un aumento de la volatilidad significa un aumento en el precio de una opción (Tabla 2.2). Para el comprador de una opción en un mercado de derivados un incremento de la volatilidad tiene una connotación negativa, pues esto significa que deberá pagar una cantidad mayor para adquirir dicho título. Este mismo hecho tiene una connotación positiva al evaluar un proyecto de inversión con Opciones Reales pues un aumento en el valor de la opción significa un aumento en el valor de los flujos generados por el proyecto. Todo depende del contexto.

En este Capítulo se aplican ambos métodos a un Sector de la BMV, al de la Vivienda, con el fin de comparar los resultados que arroja cada uno con respecto al valor de mercado de la acción.

## 4.1 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Hay buenas razones para centrarse en el Sector Vivienda. A principios de diciembre de 2006 había buenas perspectivas para el sector vivienda. El Paquete Económico 2007 se encontraba en proceso de negociación; se planeaba que los Sectores de Vivienda, Turismo y Agropecuario recibirían un apoyo destacado por ser detonadores de empleo.

Además, en el WWR 2007 se destaca que los grandes inversionistas incrementaron sus inversiones en bienes raíces durante 2006; año que se caracterizó por la aceleración de los índices de crecimiento del PIB real y la capitalización de los mercados a nivel mundial, dos puntos clave para la generación de riqueza afirma el Reporte. Por ejemplo, en México el principal indicador de la BMV terminó el año en 26,448.32 unidades, registrando un rendimiento acumulado del 48.56% en todo el 2006<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Aunque también requiere de fuertes supuestos como el determinar el número de fases, el tiempo que durara cada una y las tasas de crecimiento para cada fase.

<sup>4</sup> Según el analista Mario Correa del Grupo Scotiabank los mercados bursátiles llevaban varios años con un desempeño similar pero durante la segunda mitad del 2006 empezaron a aumentar con claridad.

### 4.1.1 Descripción del Sector Vivienda

La BMV clasifica en 7 grandes Categorías, o Sectores, a las empresas que cotizan en ella:

- Industria Extractiva
- Industria de la Transformación
- Construcción
- Comercio
- Comunicaciones y Transportes
- Servicios
- Varios

A su vez, el Sector de la Construcción se puede clasificar en los siguientes Subsectores:

- Cementeras
- Constructoras
- Materiales
- Vivienda

Finalmente, las empresas del Sector Vivienda que cotizan en la BMV se encuentran en la siguiente Tabla.

Tabla 4.1 Sector Vivienda

Emisora	Serie
ARA	*
GEO	B
HOGAR	B
HOMEX	*
SARE	B
URBI	*

Fuente: BMV

### 4.1.2 Antecedentes del Sector Vivienda

En su conjunto, de acuerdo a información de la Presidencia, durante el primer bimestre de 2006 la Construcción se ubicó como el Sector de mayor impulso de toda la actividad industrial del país, con un crecimiento del 8% superando el 3% del mismo periodo en 2005 y el promedio de 5.7% que registraron todos los Sectores Industriales.

Además de tener un impacto considerable en la actividad económica del país, el Sector de la Construcción es una industria muy rentable y con una tendencia que se ha mantenido a la alza durante los últimos años. Las empresas del ramo que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores han registrado un desempeño muy positivo en operatividad y en rendimiento, colocándose como las de mayor rentabilidad después del sector extractivo. Además, tres de las ofertas públicas iniciales y nuevos listados que se han hecho en la BMV desde 2003 son de Constructoras de Vivienda; y cuatro de las emisoras de la Tabla 4.1 forman parte de la muestra del IPC de febrero de 2008 a enero de 2009 (Tabla 1.4).

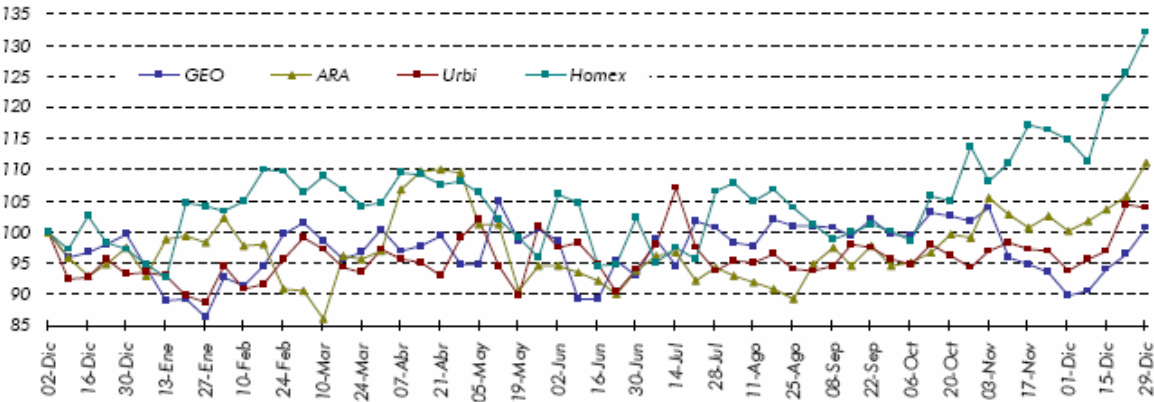
El repunte de la Construcción se dio en el año 2002 y desde entonces se ha mantenido como una de las actividades industriales de mejor desempeño. En este contexto, el desarrollo de vivienda ha sido uno de los motores del crecimiento de la industria de la Construcción y, sobre todo, de la economía nacional. En el Producto Interno Bruto (PIB) del país tenía una aportación del 5% en 2006, mientras que en el ramo de la construcción representa una participación del 46% (Tabla 4.2).

**Tabla 4.2 Participación de las Actividades que Conforman el Ramo de la Construcción**

Actividad	Participación (%)
Construcción de Vivienda	46 %
Infraestructura de Energía	24 %
Turismo	14 %
Comunicaciones y Transportes	8 %
Infraestructura de Educación Medio Ambiente y Agua	3 %
Otras	5 %

Fuente: Grupo Lamosa

**Figura 4.1 Vivienda vs IPC**



Fuente: Grupo Scotiabank



Según el Grupo Scotiabank, en su Guía Ejecutiva, las últimas semanas de 2006 fueron positivas para el sector vivienda en México, siguiendo un desempeño por arriba del mercado (Figura 4.1).

Estos resultados se han reflejado en el mercado accionario, ya que la BMV desarrolló un índice dedicado al Sector de la Vivienda, denominado Índice Habita (IH), que incluye a las empresas de la Tabla 4.1. Este indicador da mayor bursatilidad a las acciones de estas empresas. Durante el periodo 2000-2005, el Índice Habita registró un rendimiento nominal de 648.7%, mientras que el IPC en el mismo lapso obtuvo una ganancia de 215%.

Sin embargo, también hay contrastes. Es común que se asocie al Sector de la Construcción con los niveles de competitividad internacional. De acuerdo a un estudio realizado por el *Human Resources Consulting*, Monterrey se ubicó en la posición 82 mientras que la Ciudad de México quedó en el lugar 128 de un total de 350 ciudades en materia de calidad de vida. En tanto que otras ciudades de América Latina como San Juan (Puerto Rico), Montevideo (Uruguay), Buenos Aires (Argentina) y Río de Janeiro (Brasil) se ubicaron en los lugares 72, 76, 78 y 117, respectivamente<sup>5</sup>. En cuanto a competitividad en materia de infraestructura, México ocupó la posición 61, de un total de 117 países, en el Reporte Global de Competitividad 2005-2006 elaborado por el Foro Económico Mundial.

A lo anterior se suma lo que publica la Dirección Sectorial Empresarial del Infonavit a principios de 2007. En su boletín electrónico alerta sobre la incorporación anual de más de un millón de jóvenes al mercado laboral, plantea la necesidad de contar con ciudades competitivas. Agrega que en los próximos cinco años se necesitará crear en el país 7.2 millones de empleos, mientras que la demanda de vivienda se ubicará en 4.2 millones.

Lo anterior son buenos motivos para estudiar al Sector de la Vivienda en México; sin embargo, no son razones suficientes para aplicar la métodos vistos en el Capítulo anterior. A continuación se detallan los criterios técnicos que se utilizaron para aplicar los modelos de valuación de acciones.

## 4.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

La valuación de acciones basada en la teoría de opciones se sustenta, indirectamente, en que la empresa emisora esta constituida como una Sociedad Anónima. Las empresas que cotizan en bolsa cumplen con esto. Además de listar sus valores en el RNV y seguir prácticas corporativas de acuerdo a la Ley, deben incluir la expresión Sociedad Anónima Bursátil ( ó S. A. B.)<sup>6</sup>.

Otro requisito es que las acciones a valorar no paguen dividendos. De las 7 Categorías vistas, el Sector que mejor cumple con este requisito es el Sector de la Vivienda (solo Ara paga dividendos).

---

<sup>5</sup> La evaluación toma en cuenta 39 criterios entre los que destacan factores políticos, económicos, sociales, ambientales, seguridad, salud, educación, servicios públicos y transporte. Las primeras cinco ciudades fueron: Zurich (Suiza), Ginebra(Suiza), Vancouver (Canadá), Viena (Austria) y Auckland (Nueva Zelanda).

<sup>6</sup> No se considera a las sociedades Promotoras de Inversión ya que son de reciente creación y no tienen, por el momento, gran influencia.

Asimismo, se necesita que la empresa objeto del análisis tenga expectativas de crecimiento y que por ello se encuentre constantemente en una posición deficitaria. Esto también lo cumple el Sector Vivienda. Fitch Ratings México (2006) afirma que es un Sector con altos requerimientos de capital de trabajo lo cual conlleva a mantener un importante pasivo de corto plazo; sin embargo, la mayoría de las empresas del Sector han emitido deuda para situar pasivos de corto por largo plazo.

Por otro lado, no siempre vale la pena analizar todo un conjunto de acciones. Un elemento importante para seleccionar las acciones que conformarán un portafolio es su bursatilidad, la cual es un índice que monitorea el desempeño de cada acción en el mercado accionario durante los últimos 6 meses tomando en cuenta el volumen negociado, rotación (importe / valor de capitalización) y número de operaciones efectuadas. Este concepto sirve para identificar la facilidad de operar con una determinada acción, es decir, su liquidez. De acuerdo con esto, las acciones se clasifican como de Alta, Media, Baja o Mínima bursatilidad. Las acciones de Media y Alta bursatilidad son de fácil operación (compra-venta) por el gran volumen de acciones que se manejan diariamente; mientras que las de Baja y Mínima bursatilidad muestran volúmenes de operación inferiores, es decir, existe una mayor dificultad de comprarlas y venderlas por lo que no tiene mucho sentido analizar acciones con ese nivel de bursatilidad. Una vez elegido el Sector hay que seleccionar las acciones que cumplan con este criterio. La Tabla 4.3 muestra algunas de las emisoras con mayor bursatilidad a finales de 2006 y las que pertenecen al Sector Vivienda.

Tabla 4.3 Bursatilidad

<u>Posición</u>	<u>Emisora</u>	Serie	Peso en IPC	Bursatilidad	Índice de Bursatilidad
1	AMX	L	15.37 %	Alta	9.918
2	CEMEX	CPO	10.27 %	Alta	9.504
3	WALMEX	V	13.85 %	Alta	9.483
4	GMEXICO	B	3.92 %	Alta	9.193
5	TELMEX	L	4.85 %	Alta	9.111
6	TLEVISA	CPO	4.76 %	Alta	9.035
7	GFNORTE	O	2.69 %	Alta	9.007
8	NAFTRAC	2	-	Alta	8.807
9	GEO	B	1.05 %	Alta	8.776
10	ICA	*	0.66 %	Alta	8.728
14	ARA	*	0.69 %	Alta	8.363
15	URBI	*	1.11 %	Alta	8.322
19	HOMEX	*	1.00 %	Alta	8.046
25	SARE	B	-	Media	7.713
66	HOGAR	B	-	Baja	5.559

Fuente: Scotia C. B., Ixe

Finalmente, no es fácil encontrar en cualquier fecha la información necesaria, pues aplicar las formulas del Capítulo anterior requiere de datos que muchas veces solo están disponibles a través servicios de información privados. En cambio, es relativamente fácil obtener datos en cierres de periodo, ya que se publican artículos, análisis, boletines, informes o reportes con información al cierre de periodo. Por este motivo se escogió el último día de operaciones de 2006.

Con base en los criterios establecidos se analizarán los precios de las acciones al cierre del año 2006 emitidas por las empresas que muestra la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Empresas del Estudio

INSTITUCIÓN	DATOS GENERALES
Corporación Geo, S.A.B de C.V.	<p><i>Fecha de constitución:</i> 13/03/1981  <i>Fecha de listado en la BMV:</i> 29/07/1994  <i>Director General:</i> Gilberto Perezalonso Cifuentes  <i>Descripción de la compañía:</i> Es la empresa líder de vivienda en México y América Latina, en términos de casas vendidas. Geo esta involucrada en todos los aspectos de diseño, desarrollo, construcción, mercadotecnia, comercialización y entrega de viviendas de interés social y medio en México y en la republica de Chile. Geo es la empresa de vivienda mas diversificada en México, operando en 32 ciudades dentro de 19 estados. En los últimos 28 años, Geo ha comercializado y producido mas de 140,000 casas, más del doble de sus más cercanos competidores.</p>
Urbi Desarrollos Urbanos, S.A.B. de C.V.	<p><i>Fecha de constitución:</i> 24/11/1981  <i>Fecha de listado en la BMV:</i> 18/03/2002  <i>Director General:</i> Cuauhtémoc Pérez Román  <i>Descripción de la compañía:</i> Empresa especializada en vivienda de interés social y en vivienda media-baja y residencial. Urbi estima que en 2006, fue uno de los tres desarrolladores de vivienda más grandes de México, en términos de ventas, y el mayor desarrollador de vivienda en los Estados del Norte del país, en términos de ventas y número de unidades construidas y vendidas. Urbi actúa principalmente en Baja California, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Nuevo León, Jalisco, Aguascalientes, Ciudad de México y su área Metropolitana. De 2002 a 2006 sus ingresos mostraron un buen dinamismo al registrar un crecimiento anual de 20.1%, mientras que las viviendas vendidas en este lapso se incrementaron de 17,711 a 29,283.</p>
Desarrolladora Homex S.A.B. de C.V.	<p><i>Fecha de constitución:</i> 30/03/1998  <i>Fecha de listado en la BMV:</i> 23/06/2000  <i>Director General:</i> Gerardo de Nicolás Gutiérrez  <i>Descripción de la compañía:</i> Fundada en Culiacán, Sinaloa, inició sus operaciones enfocándose en el desarrollo de áreas comerciales y posteriormente al diseño, comercialización y construcción de vivienda de interés social y media. A finales de 1997, operaba en 10 ciudades; para diciembre 31 del 2004, ya tenía presencia en 28 ciudades en 18 estados. Homex es una de las compañías de más rápido crecimiento entre las desarrolladoras de viviendas listadas en la BMV. En 2005 compra la compañía Casas Beta. En 2006 las acciones de Homex fueron las segundas de mayor rendimiento acumulado en el año, 94.32%.</p>
Sare Holding, S.A.B. de C.V.	<p><i>Fecha de constitución:</i> 29/07/1997  <i>Fecha de listado en la BMV:</i> 10/10/2003  <i>Director General:</i> Arturo Sánchez Carbajal  <i>Descripción de la compañía:</i> Empresa dedicada al desarrollo, promoción, diseño, edificación y comercialización de vivienda en los segmentos de interés social, media y residencial; además de proveer otros servicios inmobiliarios. Se constituyó en 1997, operando en el Distrito Federal y Estado de México; actualmente tiene presencia en 10 plazas dentro de la República Mexicana (Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Quintana Roo, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Morelos, Querétaro y Guerrero), comercializando 5,914 viviendas al 30 de junio de 2007.</p>

Fuente: BMV, Fitch Ratings México

## 4.3 VALUACIÓN DE ACCIONES DEL SECTOR VIVIENDA POR EL DDM

### 4.3.1 Cálculo de las Variables

Se utilizará el DDM para crecimiento diferencial de la Tabla 3.2. Algunos de los valores que se requieren para aplicar la fórmula se pueden obtener a partir de la Tabla 4.5

Tabla 4.5 Rendimientos e Indicadores de Valor

29/Dic/2006	Precio de cierre	Rend. 12M	Rend. Acum.	UPA 12M	P/U 12M	FEPA 12M	P/FEPA 12M
IPC	26,448.32	48.31%	48.56%	-	15.76	-	9.93
Vivienda		53.97%	54.04%	-	22.07	-	19.35
GEO B	54.21	44.79%	44.25%	2.50	21.66	3.01	18.03
URBI *	38.96	57.88%	59.02%	1.48	26.33	1.66	23.42
HOMEX *	106.06	94.15%	94.32%	4.68	22.66	-	-
SARE B	15.15	36.12%	35.15%	0.88	17.28	0.97	15.64
29/Dic/2006	UAIIDPA 12M	VE/UAIID 12M	VLPA 12M	P/VL 12M	Valor Mercado	Acciones Ajust.	
IPC	-	9.63	-	3.75	3,793,943	-	
Vivienda		13.73	-	3.99	94,474	-	
GEO B	4.24	14.66	11.16	4.86	29,085	536,531	
URBI *	2.68	14.79	8.96	4.35	34,899	895,769	
HOMEX *	8.93	11.9	22.11	4.80	35,622	335,870	
SARE B	1.98	10.26	7.12	2.13	5,791	382,246	

UAIIDPA = Utilidad Antes de Intereses, Impuestos y Depreciación por Acción = Utilidad de Operación + Depreciación y Amortizaciones. VE = Valor Empresa.

\* Los valores para Homex, excepto el precio, son aproximaciones ya que no estaban disponibles.

Fuente: Grupo Scotiabank

### Tasas de Crecimiento ( $g_1$ y $g_2$ )

A finales de 2006, la tasa de crecimiento promedio de las utilidades del mercado para los próximos 3 años se estimaba en 18.74%. Esta estimación para  $g_1$  se toma a partir de la información disponible (15/12/06) para algunas de las diez empresas más bursátiles (Tabla 4.6).

**TABLA 4.6 Estimación de las Tasas de Crecimiento de la UPA en Pesos**

Bursatilidad	Emisora	Utilidades 2007P (%)	Utilidades 2008P (%)	Utilidades 2009P (%)	Promedio	
1	AMX	45.8	23.9	21.7	30.46	
3	WALMEX	14.0	15.9	16.0	15.3	
5	TELMEX	1.6	1.9	4.1	2.53	
6	TLEVISA	6.2	27.0	23.5	18.9	
9	GEO	19.7	21.9	19.5	20.36	
10	ICA	42.5	13.4	18.8	24.9	
					Promedio	18.74

Fuente: Análisis Scotia Capital México proyecciones

Estimar el valor de la tasa de crecimiento  $g_2$  para el periodo posterior a 2009 también requiere de estimaciones especiales. En primer lugar, interesa conocer en que proporción creció el Sector de la Construcción con respecto al PIB en el periodo 2003-2006<sup>7</sup>. De la Tabla 4.7 se obtiene que el PIB creció en promedio 3.28%; mientras que el Sector de la Construcción lo hizo en 4.90%. Es decir, éste último creció un 49.52% más durante el mismo periodo.

**Tabla 4.7 Crecimiento del PIB y del Sector de la Construcción**

Año	PIB	Construcción	PIB %	Construcc. %
2002	1,615,561.58	60,566		
2003	1,637,396.35	62,561	1.35	3.29
2004	1,705,798.39	66,357	4.18	6.07
2005	1,753,594.87	68,549	2.80	3.30
2006	1,837,261.15	73,296	4.77	6.92

Fuente: Banxico, Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados.

Ahora, a partir de la Tabla 4.8 el PIB crecerá en promedio 3.66% los próximos años. Se supone que será una tasa sostenible y que el crecimiento superior por parte del Sector de la Construcción respecto al PIB se mantendrá hasta entonces alrededor del 49.52%. Por tanto, el valor que se obtiene para la tasa  $g_2$  es de 5.47%.

<sup>7</sup> Posterior al año en que se dio el repunte del Sector de la Construcción (2002) hasta el periodo de estudio. Si se calcula el crecimiento en base al rendimiento acumulado desde 2002 se obtiene un crecimiento de 13.72% y de 21.01% para el PIB y para el Sector de la Construcción, respectivamente. En base a esto, la construcción creció 53.17% más.

Tabla 4.8

Año	2007	2008	2009	2010
PIB (%)	2.86	3.02	4.28	4.50

Fuente: Eduardo Loria <sup>8</sup>

### Tasa de Rendimiento (R)

La tasa de rendimiento debe justificar el riesgo de invertir en el mercado accionario mexicano. Éste viene dado por la prima por riesgo país y la prima por acciones.

La deuda de largo plazo emitida por el Gobierno Federal es un buen indicador de la tasa sin riesgo para México. Se toma a los bonos M<sup>9</sup> como los instrumentos de referencia. El viernes 29 de diciembre de 2006 la tasa de rendimiento del bono M241205 (vence 05-Dic-2024) fue de 7.54%.

La prima por acciones se puede calcular como la diferencia entre el rendimiento promedio mensual del IPC y de la tasa del bono M241205 durante el 2006. Del viernes 30 de diciembre de 2005 al viernes 29 de diciembre de 2006 el IPC creció 48.56% mientras que la tasa del bono M241205 retrocedió un 12.01%. En promedio, la tasa de crecimiento mensual de cada uno fue de 4.04% y -1.00%. Al hacer la diferencia se obtiene una prima del 5.04%. Así, sumando la tasa sin riesgo y la prima por acciones, se estima una tasa de rendimiento del 12.58%.

### 4.3.2 Aplicación

Sustituyendo los valores de las variables calculadas en la formula del DDM con crecimiento diferencial, se obtiene la Tabla 4.9.

<sup>8</sup> Investigador de la Facultad de Economía de la UNAM: <http://www.eduardoloria.name>, y del Centro de Modelística y Pronósticos Económicos (Cempe): <http://www.economia.unam.mx/cempe/index.html>

<sup>9</sup> Bonos emitidos por el Gobierno Federal a través de la SHCP, y Banxico como el agente colocador, con plazos desde 3 hasta 20 años

Tabla 4.9 Estimaciones por DDM del Valor Justo del Precio de Acciones del Sector Vivienda (29/12/2006)

GEO B						URBI *					
Precio	54.21					Precio	38.96				
P/U	21.66					P/U	26.33				
UPA 06	2.50					UPA 06	1.48				
g2	5.47%					g2	5.47%				
	Tasa de crecimiento a 3 años (g1)						Tasa de crecimiento a 3 años (g1)				
Tasa R	14.00%	16.00%	18.74%	20.00%	22.00%	Tasa R	14.00%	16.00%	18.74%	20.00%	22.00%
10.00%	71.72	76.60	83.69	87.11	92.76	10.00%	42.46	45.35	49.54	51.57	54.92
11.00%	58.21	62.12	67.79	70.53	75.06	11.00%	34.46	36.77	40.13	41.76	44.44
12.58%	44.66	47.60	51.86	53.92	57.32	12.58%	26.44	28.18	30.70	31.92	33.93
13.00%	42.02	44.77	48.77	50.69	53.87	13.00%	24.88	26.51	28.87	30.01	31.89
14.00%	36.81	39.19	42.64	44.30	47.05	14.00%	21.79	23.20	25.24	26.23	27.85
HOMEX *						SARE B					
Precio	106.06					Precio	15.15				
P/U	22.66					P/U	17.28				
UPA 06	4.68					UPA 06	0.88				
g2	5.47%					g2	5.47%				
	Tasa de crecimiento a 3 años (g1)						Tasa de crecimiento a 3 años (g1)				
Tasa R	14.00%	16.00%	18.74%	20.00%	22.00%	Tasa R	14.00%	16.00%	18.74%	20.00%	22.00%
10.00%	134.26	143.39	156.66	163.07	173.65	10.00%	25.25	26.96	29.46	30.66	32.65
11.00%	108.97	116.28	126.91	132.04	140.51	11.00%	20.49	21.87	23.86	24.83	26.42
12.58%	83.60	89.10	97.09	100.94	107.30	12.58%	15.72	16.75	18.26	18.98	20.18
13.00%	78.67	83.82	91.29	94.90	100.84	13.00%	14.79	15.76	17.17	17.84	18.96
14.00%	68.91	73.36	79.82	82.93	88.07	14.00%	12.96	13.79	15.01	15.59	16.56

Fuente: Elaboración propia

Los resultados para cada empresa se conocen como análisis de sensibilidad. Además de aplicar el DDM para los valores calculados de R y  $g_1$ , se aplicó para dos valores más alrededor de cada uno. Los valores del precio de cada acción obtenidos con el método se encuentran encerrados con un cuadrado. Los resultados también se pueden leer de otra forma: para qué valores de R y  $g_1$  el método se aproxima más al valor de mercado de la acción? Estos nuevos valores se podrían entender como aquellos que el mercado aplicó sobre cada acción en ese día; los resultados así obtenidos que más se acercan al valor de mercado se encuentran subrayados. Por ejemplo, de los valores utilizados, con una tasa de crecimiento para los próximos 3 años de 16% y una tasa de rendimiento del 11% se obtiene el valor más cercano al precio de mercado para Urbi.

Asimismo, esto sirve para observar como funciona el método para distintos valores de UPA y ante variaciones en la tasa de crecimiento  $g_1$  y la tasa de rendimiento. Entre más alto sea el valor de la UPA más alto será el valor de la acción, esto es razonable ya que el modelo básico de valuación de acciones trae al presente todas las utilidades futuras; si el valor de la tasa de rendimiento aumenta, el precio de la acción disminuye -al tener una tasa más grande, se tienen que descontar más las utilidades-; al aumentar el valor de  $g_1$  se tienen valores de la acción más altos, debido a que se están esperando mayores utilidades.

## 4.4 VALUACIÓN DE ACCIONES DEL SECTOR VIVIENDA POR LA TEORÍA DE OPCIONES

### 4.4.1 Cálculo de las Variables

A continuación se determinan los valores de las variables para el modelo a partir de la información disponible en el mercado<sup>10</sup>.

#### Volatilidad ( $\sigma$ )

Se usan las volatilidades históricas a partir de los VE al cierre de cada año. Como la última en listarse en bolsa fue Sare (a finales de 2003 -véase Tabla 4.4-), se toman los valores del VE desde 2004 calculados como en la Tabla 4.10<sup>11</sup>.

Tabla 4.11 Indicadores VE 2004-2006  
(Millones de Pesos)

<u>Año</u>	GEO	URBI	SARE
2004	13,284.900	14,953.148	3,713.111
2005	21,410.223	22,713.233	4,111.063
2006	33,349.908	35,505.775	7,765.251

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scotiabank C. B.

Las volatilidades de cada empresa se calculan con la desviación estándar de los rendimientos anuales respecto al promedio del VE. Así, los valores que se obtienen son 44.49%, 42.55%, 42.98% para Geo, Urbi y Sare, respectivamente. El promedio de las tres, 43.34%, se utilizará como volatilidad para Homex.

<sup>10</sup> En la bibliografía consultada sólo se encontraron aplicaciones controladas de la teoría de opciones en la valuación de acciones. En ningún caso se aplicó a casos reales.

<sup>11</sup> Los valores para Homex no están disponibles pero se determinará su volatilidad como promedio de las demás.



## Valor de la Empresa (VE)

En el Capítulo anterior se desarrollo la teoría de opciones en la valuación de acciones alrededor del Activo Total de la empresa. En cambio, para aplicar la teoría se propone utilizar el valor de la empresa debido, como ya se comento, a que el primero no refleja completamente el valor del negocio. En los últimos años se ha visto una marcada tendencia hacia los servicios. Ha habido un mayor crecimiento de empresas que brindan servicios que de empresas manufactureras. Las primeras requieren de un menor activo para actuar comparado con el que necesita una planta industrial o una armadora. Las empresas de marketing, de desarrollo de software o las de biotecnología son algunos ejemplos. Según Javier Reynoso de la Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas (EGADE – Tecnológico de Monterrey), la Población Económicamente Activa (PEA) de México en 2005 estaba distribuida entre la agricultura, la industria y los servicios en 22.6%, 27.8% y 49.6%, respectivamente<sup>12</sup>.

Para obtener el valor de las empresas se utilizarán tres columnas de la Tabla 4.5: UAIDPA (Utilidad Antes de Intereses, Impuestos y Depreciación Por Acción), VE/UAID (Valor de la Empresa / UAID) y Acciones Ajust. (Número de Acciones en circulación -expresado en miles-). Primero se calcula la UAID de cada empresa multiplicando la UAIDPA por la cantidad de acciones que hay en circulación. Este resultado se multiplica por el valor del múltiplo VE/UAID. Así, se obtiene la Tabla 4.10.

Tabla 4.10 Valor de Empresas del Sector Vivienda (Millones de Pesos)

Emisora	Geo	Urbi	Homex	Sare
Valor de la Empresa	33,349.908	35,505.775	35,695.085	7,765.251

Fuente: Elaboración propia

## Tasa de Interés ( $r_{LR}$ )

La tasa de interés sin riesgo a largo plazo que se utilizará es la misma que para el DDM, la tasa del bono M241205 al 29 de diciembre de 2006.

## Deuda Nominal ( $DN$ )

Para este dato se utiliza el valor total de las emisiones de deuda de cada empresa hasta 2006<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> Reynoso, Javier. *Servicios: nudo y motor regional*, Revista Expansión, Especial de Management, , pp. 87-91, Noviembre 2005.

<sup>13</sup> No es fácil obtener toda la información necesaria para aplicar el método de la Sección 3.5.1, por lo que no se aplicará el método de horizonte monopериódico.

Tabla 4.12 Emisiones de Deuda de Empresas del Sector Vivienda<sup>14</sup>

<b>Clave</b>	<b>Serie</b>	<b>Monto (Millones \$)</b>	<b>Calificación</b>	<b>Interpretación</b>
GEO	03	600	A (mex)	Alta Calidad Crediticia en Mediano y Largo Plazo
		300	A (mex)	
		1,000	A (mex)	
	05	500	A (mex)	
	05-2	500	A (mex)	
	06	700	A (mex)	
<b>Total</b>		<b>3,600</b>		
URBI	03	304.802	A+ (mex)	Alta Calidad Crediticia en Mediano y Largo Plazo
	05	306.691	A+ (mex)	Alta Calidad Crediticia en CP
		1,000	F1 (mex)	
<b>Total</b>		<b>1,611.493</b>		
HOMEX	-	2,692.5	Ba3 / BB-	Positiva / Estable
<b>Total</b>		<b>2,692.5</b>		
SARE	05	500	A- (mex)	Alta Calidad Crediticia en Mediano y Largo Plazo
		500	A- (mex)	
	06	500	A- (mex)	
<b>Total</b>		<b>1,500</b>		

\* Los signos (+) y (-) indican la posición relativa dentro de cada nivel  
Fuente: Fitch Ratings México y Homex

#### 4.4.2 Aplicación

Sustituyendo en (3.14) los valores de las variables calculadas para cada emisora se obtienen los resultados de la Tabla 4.13.

<sup>14</sup> Homex emitió el bono el 25 de septiembre de 2005 por US\$ 250 millones. Para obtener el valor del bono en moneda nacional se aplicó el tipo de cambio para septiembre de 2005, \$10.77.

Tabla 4.13 Estimaciones por Teoría de Opciones del Valor Justo del Precio de Acciones del Sector Vivienda (29/12/2006)

<b>GEO</b>		<b>URBI</b>	
VE	33349.908	VE	35505.775
DN	3600	DN	1611.493
rf	7.54%	rf	7.54%
$\sigma$	44.49%	$\sigma$	42.55%
$\gamma$	0.76186	$\gamma$	0.83292
ORL	197.86880	ORL	34.68243
Valor Acciones	29947.777	Valor Acciones	33928.964
No. Acc.	536.531	No. Acc.	895.769
Precio x Acc.	55.8174	Precio x Acc.	37.8769
Precio Mdo.	54.21	Precio Mdo.	38.96

<b>HOMEX</b>		<b>SARE</b>	
VE	35695.085	VE	7765.251
DN	2692.5	DN	1500
rf	7.54%	rf	7.54%
$\sigma$	43.34%	$\sigma$	42.98%
$\gamma$	0.80283	$\gamma$	0.81634
ORL	97.94972	ORL	112.31657
Valor Acciones	33100.535	Valor Acciones	6377.568
No. Acc.	335.87	No. Acc.	382.246
Precio x Acc.	98.5516	Precio x Acc.	16.6845
Precio Mdo.	106.06	Precio Mdo.	15.15

Fuente: Elaboración propia

Algo importante de la aplicación es que al tomar el valor de la empresa (VE) se supera parte del inconveniente del DDM, el cual no considera los activos intangibles. Además, se puede obtener el valor de la ORL de los accionistas y, sobre todo, el valor actual de la deuda con riesgo. Ésta se calcula aplicando la ecuación (3.8). Dividiendo este resultado entre la deuda original se obtiene el porcentaje que representa la primera respecto a la segunda (Tabla 4.14).

Tabla 4.14 Porcentaje que Representa la Deuda con Riesgo de la Deuda Nominal

Emisora	Deuda con Riesgo / Deuda Sin Riesgo
Geo	94.50%
Urbi	97.85%
Homex	96.36%
Sare	92.51%

Fuente: Elaboración propia

Los valores de la Tabla anterior sirven como una medida de certidumbre para los acreedores de la empresa y un elemento más en la toma de decisiones sobre las acciones que conformaran un portafolio de inversión. Por ejemplo, la empresa con mayor certeza respecto a su deuda sin riesgo es Urbi y la que representa un mayor riesgo es Sare. Sin embargo, la deuda con riesgo de las cuatro empresas representa más del 90% de su deuda sin riesgo.

## 4.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos por ambos métodos se pueden resumir en la siguiente Tabla.

Tabla 4.15 Resultados Obtenidos

Acción	DDM	Opciones	Mercado
Geo B	51.86	55.81	54.21
Urbi *	30.70	37.870	38.96
Homex *	97.09	98.55	106.06
Sare B	18.26	16.68	15.15

Fuente: Elaboración propia

Parece cumplirse que el DDM tiende a subestimar el precio de las acciones. Esto se atribuye comúnmente a que no incorpora el valor de los activos intangibles. De acuerdo con ese método, el mercado está sobre valorando las acciones de Geo, Urbi y Homex. Mientras que el mercado está subvalorando las acciones de Sare. En cambio, el método de valuación basado en opciones ratifica que las acciones de Urbi y Homex están sobre valoradas. Mientras que el mercado está subvalorando las acciones de Geo y Sare.

Ambos métodos coinciden en que las acciones de Sare están subvaluadas. Un análisis de la situación financiera de la empresa ayudaría a verificar si en realidad el mercado les está otorgando menos valor del que merecen. También coinciden en que las acciones de Urbi y Homex están sobre valoradas. Tal vez, el mercado haya tenido buenas expectativas sobre los resultados futuros de ambas emisoras. Sin embargo, cabe destacar que las estimaciones obtenidas para Homex son las que resultaron con mayor diferencia por parte de ambos métodos. Puede que haya sido la empresa con mayores oportunidades de crecimiento, las cuales no fueron captadas por ningún método; o también puede deberse a los valores utilizados para calcular las estimaciones, ya que por la falta de información se utilizaron aproximaciones.

Todas estas afirmaciones se basan en el supuesto de que el mercado es eficiente y que las valuaciones en esa fecha reflejaban toda la información disponible.

Por último, respecto a ambos métodos se observa que la teoría de opciones dio valores más cercanos al valor de mercado. Solo uno de los casos en que el DDM subvalora, la teoría de opciones sobre valora. Y cuando el DDM sobre valora, la teoría de opciones lo hace en menor medida.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Introducción

En el Capítulo 1 se explico el contexto general y legal para las acciones emitidas en México. Las ventajas y desventajas de invertir en deuda y en renta variable. También se dio una introducción a la BMV. En el Capítulo 2 se detallan las opciones financieras. Explica los fundamentos del valor de las opciones, dos métodos de valuación clásicos y sensibilidad del valor calculado ante variaciones de factores. Se propone una clasificación para estas y para sus estrategias de operación; además de una definición (enmarcada). En el Capítulo 3 se desarrollan los métodos de valuación de acciones, desde los tradicionales hasta el método basado en la teoría de opciones. Se propone una definición de las acciones de una empresa bajo la óptica de las opciones. Finalmente, en el Capítulo 4 se aplican las técnicas del Capítulo 3 a cuatro emisoras del Sector Vivienda y se analizan los resultados.

## Conclusiones y Recomendaciones

La hipótesis es cierta de acuerdo con la Tabla 4.15, ya que los todos los valores que se obtienen con el método basado en la teoría de opciones son más cercano al valor de mercado que los que arroja el DDM. Sin embargo, no es razonable generalizar a partir de cuatro resultados. Lo más adecuado para comprobar la hipótesis sería repetir varias veces los métodos (durante algunos días) y aplicar pruebas estadísticas a los resultados que se obtengan. Lo que es un hecho es que el método basado en la teoría de opciones funciona en la práctica y esto garantiza que pueda realizarse dicha prueba.

En este trabajo se comprobó que el DDM (el método más usado y ampliamente conocido dentro del medio financiero -aunque grandes consultoras utilizan sus propias versiones del método debido a las debilidades que presenta-) tiende a subvalorar el precio de las acciones. Sin embargo, puede tomarse como un punto de partida en el proceso de valuación. Más allá de la cuestión sobre cual de los métodos es mejor, se cuenta con otro método auxiliar (un poco más fino) que puede ayudar en el proceso de valuación. Es común utilizar diversos métodos de valuación debido a que cada uno trae consigo un riesgo, además de que las variables necesarias para aplicación cambian constantemente. El método basado en la teoría de opciones permitirá al analista contar con una perspectiva más amplia y disminuir el riesgo de valuación, ya que también le permite calcular el valor de la Opción de Responsabilidad Limitada de los accionistas.

Los resultados obtenidos por técnicas aplicadas podrían refinarse un poco. La estimación de la volatilidad puede realizarse utilizando modelos de series de tiempo econométricas (como el Arch y Garch). Asimismo, el método basado en la teoría de opciones puede complementarse con los distintos métodos que existen para valorar empresas; el más conocido es el DCF (*Discounted Cash Flow*) y es una modificación de (3.1), pero hay métodos recientes y con gran auge como el EVA (*Economic Value Added*) o el método de las Opciones Reales, métodos que toman en cuenta la creación de valor para los accionistas y las oportunidades de crecimiento de las empresas.

Para la aplicación futura de ambos métodos se recomienda analizar la veracidad de los datos que se van a utilizar para obtener las variables necesarias, ya que los métodos son sensibles a variaciones de éstas. Por eso también se recomienda realizar análisis de sensibilidad.

Finalmente, podrían aplicarse los métodos en otros sectores para analizar como se comportan cuando cambian los supuestos.

# APÉNDICE A

## VALUACIÓN DE OPCIONES: ANTECEDENTES

---

Los modelos de valuación de opciones han contribuido enormemente al desarrollo y al consecuente impacto que han tenido los mercados financieros de derivados. La valuación de opciones se remonta a principios del siglo pasado con la presentación del primer trabajo serio documentado sobre el tema. El 29 de marzo de 1900, el francés Louis Bachelier presenta en La Sorbona de París su tesis para obtener el grado de doctor en matemáticas bajo el título "Teoría de la Especulación". En ella trataba sobre la valuación de acciones de la bolsa de París y propuso el movimiento browniano como modelo asociado al precio de las acciones. El principal mérito de su trabajo es que por primera vez utiliza movimientos aleatorios con dispersión normal como herramienta matemática para estudiar el movimiento de los precios, aunque más tarde se aplicaría esta suposición a los rendimientos de los precios. Fue pionero de las finanzas modernas e incluso se le llega a considerar como el padre de la economía financiera. Sin embargo, la fórmula que proponía estaba basada en supuestos no realistas como el que su modelo permitiera que los precios de las acciones tomarán valores negativos y la inexistencia de tasas de interés. Tal vez esta fue la razón por la que su trabajo no fue tomado en cuenta hasta 1950 que Leonard Savage encontró su tesis en una biblioteca de Francia.

Esta obra influyó sustancialmente el trabajo de Paul Samuelson (economista norteamericano) y James Boness (teórico de opciones y traductor de la tesis de Bachelier) quienes, aprovechando la formalización que en 1905 Einstein\* hizo del movimiento browniano, trabajaron sobre el comportamiento especulativo de los precios superando algunos de los inconvenientes del modelo de Bachelier, asumiendo la existencia de tasas de interés y una distribución de probabilidad más realista para los precios de las acciones; además tuvieron en cuenta que los inversores son adversos al riesgo, y que posiblemente estén dispuestos a asumirlo, pero a cambio de algún premio.

En particular, en 1960 Samuelson propuso el movimiento browniano geométrico como modelo para los precios que están sujetos a incertidumbre. En 1964, Boness sugirió una fórmula más cercana a la de Black-Scholes, pero que todavía contaba con una tasa de interés desconocida, que él incluía como compensación por el riesgo asociado con el valor de la acción.

---

\* Las hipótesis básicas del modelo de Einstein eran que el desplazamiento de la partícula entre dos instantes es independiente de las posiciones anteriores que haya tenido, y que la ley de probabilidad que rige el movimiento de la partícula sólo depende de la distancia temporal.

En la edición mayo/junio de 1973 del *Journal of Political Economy* se publica el trabajo desarrollado por Fischer Black y Myron Scholes, que se convirtió en la referencia obligada para la valuación de opciones. Para su modelo, el movimiento browniano geométrico es el modelo básico asociado a los movimientos de los precios. Pero además tuvieron en cuenta, lo que fue determinante en su trabajo, que el movimiento browniano está asociado con la teoría matemática avanzada del cálculo estocástico o cálculo de Itô, desarrollado por el matemático japonés Kiyoshi Itô desde la década de los '40, que considera aspectos análogos a los del cálculo clásico de Newton y Leibniz, pero en condiciones aleatorias.

Durante el desarrollo de su trabajo, el economista Robert C. Merton les hizo notar que si se asume una negociación continua entre la opción y la acción, puede mantenerse entre ellas una relación que esté, literalmente, libre de riesgo. Por lo tanto, fue Merton quien advirtió que el equilibrio de mercado no es un requisito para la valuación de la opción; basta con que no exista oportunidad alguna de arbitraje. El método descrito en el caso particular mencionado se basa, precisamente, en la ausencia de arbitraje y en el cálculo estocástico. Esta idea ha sido generalizada para la valuación de otros tipos de derivados como las opciones sobre divisas, índices bursátiles y futuros.

En el mismo año, 1973, Merton publicó un artículo que complementó los desarrollos propuestos originalmente por Black y Scholes, en el incluyó la fórmula de estos últimos, generalizada a otras cuestiones como dejar que la tasa de interés fuera estocástica. Cuatro años más tarde, también desarrolló un método más general para derivar la fórmula, al basarse en la posibilidad de crear opciones, sintéticamente, mediante el manejo de la acción subyacente y un bono libre de riesgo. Por estas razones es usual mencionar a los tres autores cuando se hace alguna referencia al modelo. Cabe mencionar que Black y Scholes publicaron sus resultados tres meses antes que Merton. En 1997, Merton y Scholes recibieron el Premio Nobel de Ciencias Económicas por su trabajo sobre la valoración de opciones. El jurado que otorgó dicho galardón también reconoció las aportaciones de Black, quien falleció el 30 de agosto de 1995.

Una vez que apareció el método tuvo rápida aceptación académica y amplia utilización práctica que ha servido para potenciar y hacer más eficiente la distribución de riesgos en los mercados financieros. Sin embargo, los resultados de Black, Scholes y Merton se aplican a casos específicos y sobre supuestos muy restrictivos. Por ello, en los últimos 30, han existido diferentes esfuerzos tanto para ampliar la comprensión sobre la dinámica de precios de instrumentos más complejos, como para relajar los supuestos originales de la teoría clásica.

En 1977, Boyle introduce el método conocido como simulación MonteCarlo que se utiliza para simular un conjunto de procesos estocásticos. En 1979, Cox, Ross y Rubinstein desarrollan, bajo el aliento del economista estadounidense William Sharpe\*\*, un método de tiempo discreto para valorar opciones, conocido como método binomial. El cual tiene como caso límite al modelo de Black y Scholes. Recientemente, se ha aplicado las metodologías de redes neuronales para modelar el comportamiento de un activo, tratando de relajar el supuesto de varianza constante del modelo Black-Scholes. La principal característica de este modelo es su capacidad para aproximar estructuras complejas no lineales.

---

\*\* Premio Nobel de Economía en 1990. Desarrolló, entre otros (Treynor, Lintner, Mossin), el modelo de asignación de precios de activos financieros (CAPM). Modelo sobre el que F. Black comenzó su análisis de valuación de opciones.



## Antecedentes del Modelo Black-Scholes

En 1965, F. Black trabaja para la consultora Arthur D. Little, Inc., en Boston, donde conoció a Jack Treynor quien despertó su interés en las finanzas, pues en 1961 desarrolló un modelo (nunca publicado) de equilibrio para la asignación de precios de acciones y otros activos, lo que ahora se conoce como CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) y que fue desarrollado en versiones independientes por W. F. Sharpe, J. Lintner y J. Mossin publicadas en 1964 y 1965. Black empezó a trabajar en una fórmula para valorar el precio de un *warrant*, llegando a una ecuación que decía simplemente que el retorno esperado de un *warrant* dependería del riesgo del *warrant* en la misma forma que lo hace una acción. Uso el CAPM para establecer que la tasa de descuento para un *warrant* varía con el tiempo y el precio de mercado, lo que le dio una ecuación diferencial para evaluar un *warrant*. Sin embargo, no pudo resolverla. No se percató que era una versión de la ecuación propuesta por Fourier en 1807, la ecuación de calor, la cual tiene soluciones bien conocidas.

En la primavera de 1969, poco después de constituir su propia empresa para investigación y consultoría en finanzas, *Associates in Finance*, se encuentra con Myron Scholes quien en ese momento impartía clases en el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Comenzaron a trabajar en el problema pero orientado a la valoración del precio de las opciones e ideas relacionadas con arbitraje. Pero mientras desarrollaban su trabajo, la influencia de Robert C. Merton resultó decisiva. En un artículo de 1989, Black dice: "Las sugerencias de Merton, que también trabajaba en la valuación de opciones, mejoraron nuestro artículo". En particular, Merton señaló que si se asume una negociación continua entre la opción y la acción, puede mantenerse entre ellas una relación que esté, literalmente, libre de riesgo. En la versión final del modelo, Black y Scholes, tuvieron en cuenta los aportes de Merton. Poco tiempo después, dieron con la solución. En 1961, C. M. Sprenkle había encontrado una fórmula para *warrants* usando suposiciones parecidas, por lo que haciendo algunas sustituciones en su fórmula, obtuvieron la solución de su ecuación.

Una vez terminado, en el verano de 1970, enviaron la primera versión de su trabajo al *Journal of Political Economy*, de la Universidad de Chicago, quien lo rechazó por ser excesivamente especializado y después lo enviaron al *Review of Economics and Statistics*, de Harvard, quien también lo rechazó. En 1971, F. Black obtiene una cátedra en la Universidad de Chicago, donde conoce a Merton Miller y Eugene Fama quienes tomaron interés en el artículo haciendo llegar sus comentarios a Black y Scholes y sugiriendo al *Journal of Political Economy* que debería tomar con más consideración el artículo.

Finalmente, para la primavera de 1973 suceden dos acontecimientos muy importantes para el desarrollo de los mercados financieros: en abril se crea el primer mercado de opciones del mundo, el *Chicago Board Options Exchange* (CBOE); y en mayo se publica el trabajo de Black y Scholes bajo el nombre "*The Pricing of Options and Corporate Liabilities*", en el *Journal of Political Economy*.

# BIBLIOGRAFÍA

## Libros

Cox, John; Ross, Stephen; Rubinstein, Mark. *Option Pricing: A Simplified Approach*, *Journal of Financial Economics*, 1979.

Dapena F., José Pablo. *Flexibilidad, Activos Estratégicos y Opciones Reales*. Universidad del CEMA. Argentina, 2001. Disponible en <http://www.cema.edu.ar/~jd/Research/Flexibilidad.pdf>

Delgado y Ugarte, J. *Estrategias con Opciones Financieras*. Ed Diaz de Santos. España, 1999.

Diez de Castro, L. y Mascareñas, J. *Ingeniería Financiera. La Gestión en los Mercados Financieros Internacionales*. McGraw Hill. Madrid, 1995.

Hull, John C. *Options, Futures and Other Derivatives*. Prentice Hall. Cuarta Edición. Estados Unidos, 2000.

De Lara Haro, Alfonso. *Medición y Control de Riesgos Financieros*. Limusa. Tercera Edición. México, 2006.

Delgado, José I. *Estrategias con Opciones Financieras*. Barcelona, 2001.

Díaz T., Jaime y Hernández T., Fausto. *Futuros y Opciones Financieras. Una Introducción*, Editorial Limusa, Segunda Edición. México, 1998.

Heyman, Timothy. *Inversión en la Globalización: Análisis y Administración de las Nuevas Inversiones Mexicanas*, Editorial Milenio. México, 1998.

Lamothe, Prosper. *Opciones Financieras. Un Enfoque Fundamental*, McGraw Hill. España, 1993.

Mascareñas, Juan. *Opciones Reales: Valoración de Acciones*, Universidad Complutense. Madrid, 2002. Disponible en [www.ucm.es/info/jmas/load.htm](http://www.ucm.es/info/jmas/load.htm)

Montoya Z., Norma Y. *Análisis de Riesgo en la Evaluación de Proyectos de Inversión como Opciones Reales: Aplicación al Mercado Diesel*, Tesis, ESFM, IPN. México, 2006.

Orgaz G., Neus. *Responsabilidad Limitada, Coste de Capital y Crisis Empresariales: Análisis por Medio de la Teoría de Opciones*, Tesis Doctoral. Barcelona, 2001.

Pascale, Ricardo, *Decisiones Financieras*. Tercera Edición. Ediciones Macchi. Argentina, 1999.

Trigeorgis, Lenos. *“Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation”*. The MIT Press. Inglaterra, 1999.

Van Horne, James C. *Administración Financiera*, Prentice Hall Hispanoamericana, Décima Edición. México, 1997.

Ley General de Sociedades Mercantiles

Ley del Mercado de Valores

## Internet

[www.bmv.com](http://www.bmv.com)  
[www.shcp.gob.mx](http://www.shcp.gob.mx)  
[www.condusef.gob.mx](http://www.condusef.gob.mx)  
[www.presidencia.gob.mx](http://www.presidencia.gob.mx)  
[www3.diputados.gob.mx](http://www3.diputados.gob.mx)  
[www.cnbv.gob.mx](http://www.cnbv.gob.mx)  
[www.mundoejecutivo.com.mx](http://www.mundoejecutivo.com.mx)  
[www.bbc.co.uk](http://www.bbc.co.uk)  
[www.mexder.com.mx](http://www.mexder.com.mx)  
[www.futuresindustry.org](http://www.futuresindustry.org)  
[www.investopedia.com](http://www.investopedia.com)  
[www.ml.com](http://www.ml.com)  
[www.conafovi.gob.mx](http://www.conafovi.gob.mx)  
[www.infonavit.gob.mx](http://www.infonavit.gob.mx)  
[www.fitchmexico.com](http://www.fitchmexico.com)  
[www.casasgeo.com](http://www.casasgeo.com)  
[www.amib.com.mx](http://www.amib.com.mx)  
[www.ixe.com.mx](http://www.ixe.com.mx)  
[www.banamex.com](http://www.banamex.com)  
[www.urbi.com](http://www.urbi.com)  
[ri.sare.com.mx](http://ri.sare.com.mx)  
[www.homex.com.mx](http://www.homex.com.mx)

## Publicaciones

Revista Expansión  
Revista Ejecutivos de Finanzas  
Boletín electrónico Valores por la Fortaleza de México