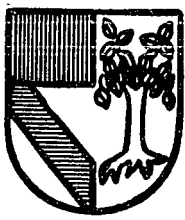


308911



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE ECONOMIA  
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ANALISIS DE LA VOLATILIDAD IMPLICITA  
EN LOS WARRANTS: UNA APLICACION DEL  
MODELO BLACK-SCHOLES EN MEXICO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMIA  
P R E S E N T A :  
ALEJANDRO FRANCISCO FERNANDEZ ORTIZ

Director de Tesis: Lic. Arturo Damm Arnal

FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres,  
por brindarme la oportunidad de estudiar.

A mi esposa,  
por su incansable apoyo y amor.

Agradezco la ayuda, apoyo y comentarios al Lic. Jaime  
Villaseñor Zertuche y al Lic. Jaime Velázquez Hernández.

## INDICE

	Pág
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>I-MARCO TEORICO</b>	
I.1 ORIGEN DE LAS OPCIONES Y LOS FUTUROS	6
I.2 MERCADOS DERIVADOS: FUTUROS Y OPCIONES	13
<b>II-ANALISIS Y VALUACION DE LAS OPCIONES</b>	
II.1 ANALISIS	25
II.2 VARIABLES DETERMINANTES DEL PRECIO DE LAS OPCIONES	33
II.3 MODELO DE VALUACION DE OPCIONES BLACK-SCHOLES	42
<b>III-EVIDENCIA EMPIRICA</b>	48
<b>IV-CONCLUSIONES</b>	56
<b>V-GLOSARIO</b>	59
<b>VI-BIBLIOGRAFIA</b>	65

## INTRODUCCION

Cada día, el proceso de toma de decisiones de inversión se vuelve más complicado debido a la velocidad con la que las relaciones económicas, políticas y sociales cambian. Basta con nombrar algunos sucesos históricos recientes como la caída del muro de Berlín, la desunificación de Rusia, y más cercano al caso mexicano, la firma del Tratado de Libre Comercio con Norteamérica, el levantamiento armado en el Estado de Chiapas y el asesinato del candidato del Partido Revolucionario Institucional, Luis Donaldo Colosio. Todos estos sucesos alteran las decisiones de inversión y provocan nerviosismo en los mercados financieros, y finalmente en el desarrollo de la economía en general.

En México, los inversionistas han utilizado tradicionalmente dos tipos de instrumentos para manejar el riesgo de su patrimonio: la inversión en instrumentos de deuda o de renta fija y la inversión en el mercado de capitales o de renta variable. Algunos otros han empleado alternativas más sofisticadas como las ventas en corto o la compra de acciones financiada con créditos. Con estos instrumentos se manejan casi todas las sociedades de inversión, fondos de pensión y patrimonios personales de los inversionistas mexicanos.

Sin embargo, no es así en todo el mundo. En mercados financieros más desarrollados que el nuestro, tales como el americano y el japonés han surgido instrumentos que amplían el

espectro de alternativas de inversión permitiendo a los inversionistas manejar de una manera más flexible su patrimonio. Estos instrumentos reciben el nombre genérico de instrumentos derivados, y en términos generales abarcan cuatro tipos de productos: futuros, *forwards*, opciones y *warrants*.<sup>1/</sup> La finalidad principal de los instrumentos derivados es proporcionar al inversionista, alternativas de inversión que conjuntamente con los instrumentos tradicionales, le permitan manejar el riesgo de su patrimonio de manera eficaz. La posibilidad de usar este tipo de instrumentos bajo una estrategia adecuada facilita en términos generales, cuantificar riesgos, disminuirlos o aumentarlos dependiendo de las expectativas, necesidades y objetivos del inversionista.

En México se han usado algunos instrumentos de este tipo como son: coberturas cambiarias, bonos convertibles, pagafes, petrobonos, ajustabonos, ceplatas y, más recientemente, *warrants*. La primera emisión de *warrants* o "títulos opcionales" en México fue realizada el día 22 de octubre de 1992 por Acciones y Valores de México S.A de C.V. con referencia a las acciones de Telmex serie L. A partir de esa fecha el desarrollo de estos instrumentos ha sido muy rápido, y al día 10 de junio de 1994 ya existían 112 *warrants*. Dichas emisiones se han efectuado con referencia a las acciones más bursátiles de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de valores, y que tienen un valor de

---

<sup>1/</sup> Términos que son definidos en el capítulo II.

mercado a esa misma fecha de N\$ 1,642,190,000.00<sup>2/</sup>

A lo largo de la historia mundial de los productos derivados, el principal problema que han afrontado los inversionistas de opciones ha sido determinar la prima. Existe una enorme variedad de modelos que intentan cuantificar el valor justo de una opción, que van desde los modelos cien por ciento empíricos, hasta los completamente teóricos. En términos generales, uno de los problemas para la correcta valuación de las opciones ha sido la estimación de la volatilidad del bien subyacente en el futuro. De hecho, la volatilidad, que es una de las variables que afectan el precio de los derivados, es la más difícil de medir, ya que no es directamente observable, además de que existen estudios que demuestran que la volatilidad no es constante y que se correlaciona inversamente con el precio de las acciones <sup>3/</sup>.

La variable volatilidad será el tema central de la presente investigación, donde se analizarán observaciones diarias de cinco warrants listados en la Bolsa Mexicana de Valores, con el fin de obtener la volatilidad implícita en cada uno de ellos durante cada operación. Para lograr lo anterior se supuso que los inversionistas se comportan de acuerdo con el modelo Black-Scholes. El objetivo específico de la presente investigación es demostrar que la volatilidad implícita en los warrants, tiene una

---

2 La semana Bursatil. Grupo Financiero Banamex Accival. Semana del 6 al 10 de junio de 1994.

3 Wiggins, J., "Options Values Under Stochastic Volatility: Theory and Empirical Estimates" Journal of Financial Economics, 19, 351-372, 1987.

relación inversa con el precio de las acciones. Es importante analizar el desarrollo de la volatilidad histórica de las acciones y seguir la relación que existe con la volatilidad implícita de los warrants, ya que permite a los inversionistas, asesores de inversión y traders, aprovechar oportunidades de arbitraje, de ganancias y, en algunos casos, de evitar pérdidas.

Es importante recordar que la evidencia empírica en México es escasa en tiempo y que los warrants en el mercado mexicano no operan continuamente, ya que existen días en que no cotizan y, cuando así es, no cotizan en todo momento durante el horario de operación.

Referente al objetivo de la presente investigación, es importante comentar que no se pretende presentar un manual o guía sobre el tema, sin embargo, en el glosario se definen los términos más importantes. En cuanto al desarrollo de la investigación se seguirá el siguiente orden:

En el marco teórico, capítulo I, se citará una breve historia de las opciones y los futuros, así como las definiciones y características generales de los warrants. En el capítulo II referente al análisis y valuación de las opciones, se estudiarán las variables fundamentales que influyen en el precio de las opciones, llegando finalmente al modelo Black-Scholes y al uso de éste para la obtención de la volatilidad implícita en los warrants. En el capítulo III sobre evidencia empírica, se



analizarán los resultados de la volatilidad implícita para cada uno de los warrants seleccionados. Es relevante hacer notar que los términos opción y warrant, título opcional de compra y call, título opcional de venta y put, bien subyacente y acción se usarán indistintamente.

## I-MARCO TEORICO

### I.1 Origen de las Opciones y los Futuros.

Cualquier estudio sobre la historia del comercio de los *commodities*<sup>4</sup> se remonta al origen del hombre y sus intercambios, a través del trueque. Esto constituye la columna vertebral del presente sistema comercial. Si deseamos acercarnos a los mercados actuales y sus orígenes basta con remontarnos a la época medieval en Europa, en donde la estructura del intercambio de *commodities* permanece aún hoy en día.

La firma de la carta magna por el rey Juan el 15 de junio del año 1215, confirmó el derecho de los mercaderes para comerciar sus productos dentro y fuera de Inglaterra. Este hecho por sí solo, abrió las puertas a los comerciantes para ampliar sus mercados hacia el interior de ese país. En esa época predominaba el comercio de telas y lana, aunque también se comerciaba con ganado y alimentos.

Una forma de garantizar el intercambio, que era similar a lo que hoy conocemos como *warrant* fue concebida por los comerciantes del medioevo en el siglo XIII. Era conocida como "fair letter" o carta de crédito. Esta forma de pago surgió como una necesidad, ya que el traslado de oro y plata como forma de pago, no sólo era voluminoso, sino también muy peligroso. La carta de crédito sería liquidada con la entrega de los productos en una fecha posterior

---

<sup>4</sup> Bienes o mercancías estandarizadas, que no han sufrido un proceso de transformación importante. (azúcar, cobre, trigo, etc.)

en la ciudad en que vivía el vendedor. Comerciantes de Holanda, Francia, Italia, España e Inglaterra utilizaban esta forma de pago.

Las asociaciones de comerciantes constituyeron una fuerza al actuar como unidad para representar intereses comunes. La función de éstas consistía en definir las fechas de entrega, donde ellos expondrían y venderían sus productos. Las asociaciones también coordinaban esfuerzos con las autoridades locales para asegurar las operaciones. Esto puede ser comparado con la relación actual que existe entre la FIA (Futures Industry Association) y la CFTC (Commodity Futures Trading Commission).

Conforme los pueblos y pequeñas villas fueron adquiriendo fuerza económica y creciendo en población, formaron sus propios mercados. Estos se organizaban en lugares céntricos de los pueblos. Muchos de los productos comerciados en los mercados europeos fueron traídos del Este a través de Constantinopla y el Mediterráneo. Eran artículos como la seda y algunas especies.

Algunas reglas comerciales se establecieron en el siglo XVII en los mercados holandeses de productos del mar. La bien conocida especulación con los tulipanes ocurrida entre 1634 y 1637, es frecuentemente referida en las críticas para ilustrar los aspectos negativos de la especulación ilimitada.<sup>5</sup> Los mercados o bolsas

---

5 La versión más popular de la Tulipomanía y otros fenómenos de especulación pueden ser encontradas en: Mac Kay, "Extraordinary Popular Delusions and The Madness of Crowds" Page, London 1932.

tenían efecto en lugares distintos al local. La palabra bolsa (boerse, beurs, bourse) proviene del nombre de un posadero del siglo XVIII que tenía su mesón en Brujas, Bélgica, donde acudían muchos comerciantes y era un centro local de comercio.

Según Henry Bakken, los innovadores del mercado de futuros fueron los terratenientes japoneses. En la era Tokugawa (1603-1868), los señores feudales requerían estar al menos la mitad del año en Edo (Tokyo) donde el gobierno central (Tokugawa Shogunate) se encontraba. Las rentas que los señores feudales recolectaban eran pagadas en especie (arroz). En los centros urbanos de Edo y Osaka ya existía un sistema monetario, y los señores feudales acudían a Edo y Osaka a vender sus cosechas en el mercado spot, debido a la estacionalidad del arroz.

En Estados Unidos, entre 1850 y 1857 se observó un gran crecimiento e industrialización acompañado por un rápido aumento en la producción y en el comercio marítimo, que aunado a la incertidumbre de los precios agrícolas y a su comportamiento altamente estacional, alentaron el surgimiento de los contratos a futuro o contratos *forward*, con el propósito de cubrirse ante la volatilidad de los precios. Estos son contratos donde se difiere la entrega. Los contratos a futuro (*forward*) fueron originalmente realizados entre comerciantes del propio país. En esa época los contratos cambiaban de manos muchas veces, antes de ser vendidos a alguien que tuviera la intención de comprar (recibir) o vender (entregar) físicamente el producto.

Por razones geográficas la ciudad de Chicago llegó a ser, a principios del siglo pasado el centro de intercambio de granos de los Estados Unidos. El vendedor se comprometía a entregar una cantidad específica de grano en una fecha futura a un precio preestablecido, logrando así una disminución en la volatilidad de los precios.

Actualmente existen 11 mercados de *commodities* en los Estados Unidos, siendo el Chicago Board of Trade el más grande y activo. Antes de 1960 los *commodities* más intercambiados con futuros fueron el algodón, los granos y el café. En los 60's la operación se amplió a futuros de productos como puercos y rebaños. Los futuros de productos agrícolas se han operado en Estados Unidos por más de un siglo. Los futuros con instrumentos financieros son más recientes y han tenido un rápido desarrollo. Estos últimos empezaron a operar en los Estados Unidos de Norteamérica en los años 70's.<sup>6</sup> En los 70's se genera una nueva expansión hacia los futuros con monedas extranjeras y tasas de interés y más adelante, en los 80's, se incorporan futuros con índices accionarios.

---

6 Los futuros con divisas empezaron a operar en 1972 en el *Monetary Market of the Chicago Mercantile Exchange*. Antes, las operaciones con divisas se realizaban informalmente en el mercado interbancario. El *Chicago Board of Trade* empezó a operar futuros de tasas de interés en 1975. Ver: Jack Clark Francis. *Management of Investments*. (1988), Pág 682.

## MERCADOS DE FUTUROS EN ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA

<u>Mercado</u>	<u>Año de creación</u>
- Chicago Board of trade (CBT)	1848
- Chicago Mercantile Exchange (CME)	1869
- Coffee, Sugar and Cocoa exchange (CSECE)	1916
- Commodity Exchange (COMEX)	1933
- Chicago International Monetary Market (CIMM)	1972
- Kansas City Board of Trade (KCBT)	1856
- Minneapolis Grain Exchange (MGE)	1881
- New York Cotton Exchange (NYCE)	1870
- New York Futures Exchange (NYFE)	1980
- New York Mercantile Exchange (NYME)	1872
- Philadelphia Board of Trade (PBOT)	1985

## MERCADOS DE FUTUROS EN OTROS PAISES

	<u>País</u>	<u>Año</u>
International Futures Exchange Ltd (INTEX)	Bermuda	
Bourse de Commerce	Francia	1964
London Metal Exchange (LMB)	Inglaterra	
London Commodity Exchange (LCE)	Inglaterra	1954
London Intnal Financial Futures Exch (LIFFE)	Inglaterra	
Potato Terminal Market	Holanda	
Pork Terminal Market	Holanda	
Hong Kong Commodity Exchange	Hong Kong	
Singapore International Monetary Exchange	Singapur	

## FUTUROS MAS INTERCAMBIADOS A NIVEL MUNDIAL<sup>7</sup>

<u>Contratos</u>	<u>Bolsas</u>	<u>Volumen diario</u> # contratos
1.- Eurodólares	CME	1,780,315
2.- Bonos del Tesoro (E.U)	CBT	460,787
3.- Petróleo Crudo	NYM	340,215
4.- Standard and Poors 500	CME	218,385
5.- Maíz	CBT	253,125
6.-Bonos del Gobierno Alemán	LIFFE	169,397
7.-Marcos Alemanes	CME	142,759
8.-Soya	CBT	105,506
9- Futuros índice NIKKEI 225	CME	90,585
10.-Bonos del Gobierno Francés	MATIF	81,455
11.- Euroyenes	LIFFE	56,873
12.- Bonos del Gobierno Japonés	TSE	52,484
13.- Índice Bolsa Brasil(Ibovesta)	BMF	32,032

<sup>7</sup> Volumen de operación del día 26 de mayo de 1994. Fuente: *The Wall Street Journal*.

### MERCADOS DE CAPITALES MAS IMPORTANTES A NIVEL MUNDIAL

<u>País</u>	<u>Valor de Capitalización 8/</u> (Miles de Millones de Dólares)
E.U.A	4,431.80
JAPON	2,813.10
INGLATERRA	1,084.20
ALEMANIA	416.40
FRANCIA	385.10
MEXICO	158.70*

\* México ocupa el lugar 12 en el mundo.

### OPCIONES MAS INTERCAMBIADAS A NIVEL MUNDIAL

<u>Contratos</u>	<u>Bolsas</u>	<u>Volumen Diario 2/</u>
1.- Eurodólares	CME	2,053,231
2.- Standard and Poors 500	CBOE	1,546,984
3.- Standard and Poors 100	CBOE	860,399
4.- Bonos del Tesoro (E.U)	CBT	514,388
5.- NIKKEI 225	OSE	47,253
6.- Bonos del Gobierno Francés MATIF		34,477

8. Fuente: Bolsa Mexicana de Valores para México, IFC para los mercados emergentes y Morgan Stanley Capital para los demás. Datos al 30 de noviembre de 1993

9 Fuente: *The Wall Street Journal*. Jueves 26 de mayo de 1994.



## I.2 Mercados Derivados: Futuros y Opciones

### Definición de Instrumento Derivado

Un instrumento derivado es aquel cuyo valor depende del valor de otro instrumento o bien, conocido como instrumento o bien subyacente. Por lo tanto, el valor del instrumento derivado existe por su dependencia del valor del bien subyacente. Si la relación entre el instrumento derivado y el bien subyacente fuera perfecta y por tiempo indefinido, no se podrían distinguir, serían lo mismo. Así la vigencia de un derivado nunca podrá ser mayor que la de su bien subyacente, siendo ésta una de las características que permite distinguirlos. En una operación con instrumentos derivados se pactan las condiciones para la entrega y/o liquidación futura de un activo, de ahí que con ellos se pueda disminuir la incertidumbre que se tiene sobre el precio de dichos activos en el futuro, dándole a sus poseedores la posibilidad de administrar eficientemente su riesgo.

Algunos ejemplos de bienes o activos utilizados en los instrumentos derivados son :

- Tasas de interés
- Acciones
- Tipos de cambio
- Commodities
- Índices de precios

## Definición de Futuro y Opción

Los dos tipos de contratos comparten algunas características, incluyendo la forma de operación. Los dos contratos se basan en el mismo tipo de bienes o activos, razón por la cual son llamados instrumentos derivados.

Los dos contratos en términos de su volumen de operación son relativamente nuevos (países industrializados), y en nuestro país totalmente nuevos.

Es muy importante comentar que los futuros y opciones tienen un impacto muy diferente en un portafolio de inversión, y por ende sus estrategias no son iguales.

### Futuro:

Es la obligación de comprar o vender una cantidad preestablecida de un bien o activo subyacente, con una calidad específica, en una fecha, lugar y precio fijado el día en que se pacta el contrato.<sup>10</sup>

### Forward:

La definición es la misma que la de un futuro, pero los contratos *forward* no se intercambian en una bolsa. Normalmente estos contratos se hacen entre dos instituciones financieras o

<sup>10</sup> Ver: Jack Clark Francis, *Management of Investments*. (1988), Pag 682.

entre una institución financiera y su cliente.

Opción:

Una opción es un derecho, mas no una obligación, de comprar o vender un activo (bien subyacente) a un precio determinado llamado precio de ejercicio, en una fecha (o período) preestablecido<sup>11/</sup>. Un warrant o título opcional tiene la misma definición que una opción, de hecho en todo la investigación se usarán indistintamente los dos términos, sin embargo, vale la pena mencionar las siguientes diferencias:

- Emisor. Los warrants únicamente pueden ser emitidos por empresas sobre sus propias acciones y por instituciones financieras; en el caso de las opciones, cualquier participante del mercado puede emitir la opción. Por lo tanto, en el mercado de warrants un inversionista únicamente puede asumir la posición larga<sup>12/</sup> (compra de contratos).

- Plazo. En general las opciones son instrumentos de corto plazo (normalmente 9 meses), mientras que los warrants son instrumentos de mediano y largo plazo (entre 1 y 5 años).

- Mercado secundario. Las opciones tienen un mercado secundario muy atractivo y mayor que el de los warrants.

- Bien subyacente. Los warrants generalmente sólo tienen como

---

<sup>11</sup> Ver: "Characteristics and risks of standardized options". 1987 the options clearing corporation, cap 1, pag 5.

<sup>12</sup> Término definido en el Glosario.

bienes subyacentes a las acciones o canastas de éstas; mientras que las opciones abarcan una amplia gama de bienes, tales como acciones, tasas de interés, *commodities*, tipos de cambio, etc.

- Efectos sobre el valor de la empresa. Cuando se emite una opción sobre una acción de una empresa determinada, no se ven afectados ni el valor de la acción de dicha empresa ni el precio de la acción, debido a que no se modifican ni el número total de acciones, ni el balance o estado de resultados de la misma. En cambio, cuando una empresa emite un warrant de compra (*call*) sobre sus propias acciones con liquidación en especie, éste representa un pasivo contingente para la empresa que lo emite, ya que si se ejerce el *call* tendrá que entregar a los tenedores del instrumento nuevas acciones a un precio menor que el del mercado. En caso de presentarse esta situación, la empresa tendría dos alternativas: 1) recomprar las acciones en el mercado (lo que afectaría el flujo de efectivo de la empresa) o 2) realizar una nueva suscripción de acciones (lo que afectaría el valor de las acciones por la dilución que sufriría el capital social). En el caso de que la liquidación del *call* fuera en efectivo, el ejercicio de este derecho representaría una salida de dinero, lo cual se registraría como una pérdida para la empresa durante ese periodo.

Existen dos tipos de opciones o warrants:

-La opción de compra o *call*, que da al adquiriente el derecho de comprar el bien.

-La opción de venta o *put*, que da al adquiriente el derecho de vender el bien.

Adicionalmente existen dos estilos de opciones: las europeas, que sólo pueden ser ejercidas en la fecha de vencimiento (T), y las americanas que pueden ser ejercidas desde el momento de su compra hasta la fecha de vencimiento.

El precio pagado por un *call* se denotará con la letra (C), y el precio pagado por un *put* con la letra (P).

Para cada contrato u opción, ya sea *put* o *call*, hay dos partes involucradas:

Por un lado el individuo que adquiere la opción al pagar la prima, teniendo así la posición larga (*put* largo o *call* largo).

Y por el otro, el individuo que emite la opción al recibir el importe de la prima, teniendo la posición corta (*put* corto o *call* corto).

El emisor es la contraparte de la posición larga en opciones. Este último debe responder al derecho que le vendió a la posición larga. En caso de que la posición larga decida ejercer la opción, el emisor tendrá que respetar el derecho vendido. De esta forma mientras que el comprador adquiere un derecho, el vendedor adquiere una obligación. Para efectos de la presente investigación se efectuará el análisis de las posiciones largas, ya que

actualmente en el mercado mexicano es la única alternativa asequible por un inversionista usuario de los warrants.

El precio de ejercicio se denotará con una  $(K)$  y representa el precio específico a que se tiene derecho de comprar o vender el bien subyacente desde el inicio del contrato, y que no puede ser alterado durante la vigencia del mismo.

Para denotar el precio de la acción o bien subyacente en el tiempo  $(t)$ , cualquier día anterior a la fecha de vencimiento, se usará  $(S_t)$ .

La fecha de vencimiento del contrato, se denominará con  $(T)$ . De tal forma  $(T-t)$ , es el tiempo de vida que tiene una opción en un momento dado.

Toda opción debe contar con las características comentadas anteriormente.

Ejemplo de una opción de compra o *call*:

Emisión	CFR504A
Serie	DC003
Derecho	call
Tipo	americano
Fecha de emisión	13/abril/94
Fecha de vencimiento	13/abril/95

Precio de ejercicio	N\$8.36
Precio de emisión (prima)	N\$1.62
Bien subyacente	CIFRA C
Forma de liquidación	efectivo

En cuanto a la clave y serie de la emisión, los warrants emitidos en México, deben tener la siguiente nomenclatura:<sup>13/</sup>

La clave de emisión deberá estar compuesta de un máximo de siete dígitos alfanuméricos.

- Las tres letras iniciales representan la abreviación de la emisora o bien subyacente, en este caso (CFR), se refiere a CIFRA.

- El cuarto dígito/número, representa el año de vencimiento, que en esta emisión es (5), ya que vence en 1995.

- El quinto y sexto dígitos numéricos, denotan el mes de vencimiento del warrant, que en este ejemplo son (04), ya que el mes de vencimiento es abril.

- El séptimo dígito alfabético, identifica el periodo o fecha de ejercicio, así como la existencia del límite o tope en el rendimiento; en estas circunstancias, los dígitos identificarán: "A", americano o ejercible en cualquier fecha durante el periodo

---

<sup>13</sup> Circular emitida el día 14 de marzo de 1994 por la Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V., de conformidad con lo dispuesto en la cláusula cuarta de las actas de emisión correspondientes.

de vigencia; "E", europeo o que puede ejercerse solamente al vencimiento de la emisión; "L", americano con restricción al rendimiento; y "R", europeo con restricción al rendimiento.

La serie de emisión debe estar compuesta de un máximo de cinco dígitos de carácter alfanumérico.

- El primer dígito alfabético, identifica con una "E" o "D" si el título opcional es en especie o efectivo (dinero).

- El segundo dígito alfabético, identifica con una "C" o "V" si el título opcional es de compra (call) o de venta (put), respectivamente.

- Del tercero al quinto dígito numérico, identifican el número consecutivo de emisión dentro de la emisora de los valores de referencia o bien subyacente.

De tal forma, en este proceso inicial, ocurrió lo siguiente:

1.- El emisor, en este caso Acciones y Valores de México S.A de C.V, recibió una prima (C) de N\$1.62 por cada título emitido.

2.- El comprador pagó N\$1.62 por cada título, adquiriendo el derecho de comprar CIFRA serie C en N\$8.36 durante el periodo de



vigencia de un año, en este caso. Por ser una opción de tipo americano, el comprador puede ejercer su derecho en cualquier fecha dentro del periodo de vigencia. Sin embargo, no siempre es necesario ejercer la opción. En cualquier día hábil, a partir de la compra de la opción, el comprador puede decidir cualquiera de las siguientes alternativas:

A.- Vender su call en el mercado secundario al precio existente, que como veremos más adelante normalmente es más conveniente.

B.- Ejercer su call, recibiendo la diferencia del precio de mercado de CIFRA C con el precio de ejercicio (K), si y sólo si este último es menor que el precio de la acción ( $S_t$ ). Lo anterior se define como el valor intrínseco de un call, y bajo la nomenclatura que se está usando se denotará de la siguiente forma:

$CT$  = valor intrínseco o valor del call en la fecha de vencimiento (T)<sup>14/</sup>

$$CT = \text{cero} \quad \text{si } ST \text{ es } \leq K$$

$$CT = (ST-K) \quad \text{si } ST \text{ es } > K$$

Por lo tanto:

$$CT = \max (0, (ST-K))$$

De tal manera, el valor intrínseco para un call en cualquier

---

<sup>14</sup> El análisis del valor intrínseco puede ser realizado en una fecha diferente a la de vencimiento.

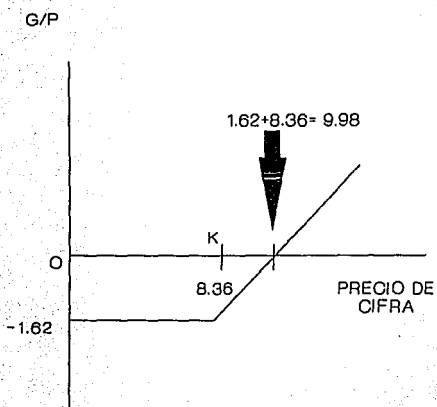
fecha anterior a la del vencimiento representa el diferencial positivo entre el precio de la acción ( $S_t$ ) y el precio de ejercicio (K). Para explicar el valor intrínseco del ejemplo actual se supondrá lo siguiente:

- El día 15 de mayo de 1994, la acción de Cifra C vale N\$9.00. En ese día específico, el valor intrínseco del call sería N\$0.64 (N\$9.00-N\$8.36), y se dice que el call, se encuentra dentro del dinero, ya que el tenedor tiene el derecho de comprar una acción a N\$8.36, cuando en el mercado valen N\$9.00. Si el precio de la acción fuera igual al precio de ejercicio, se diría que el call se encuentra al dinero, y si fuera menor, estaría fuera del dinero. Este ejemplo se muestra en la gráfica número 1.

Ejemplo de una opción de venta o put:

Emisión	IPC411E
Serie	DV001
Derecho	put
Tipo	europeo
Fecha de emisión	16/nov/93
Fecha de vencimiento	16/nov/94
Precio de ejercicio	2,123.33
Precio de emisión (prima)	N\$159.25
Bien subyacente	índice BMV
Forma de liquidación:	efectivo

# GRAFICA 1



En este caso el warrant es un derecho de venta, por medio del cual el adquirente es poseedor del derecho de vender el índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores con un índice de referencia de 2,123.33. Por principio, el comprador de este título en el momento de emisión o durante el periodo de vigencia tiene la expectativa de que las bolsa tenderá a bajar. Podemos analizar el valor intrínseco de un put en la fecha de vencimiento de la siguiente forma:<sup>15/</sup>

PT = Valor intrínseco del put al vencimiento:

$$PT = \text{cero si } ST \geq K$$

$$PT = (K - ST) \text{ si } ST < K$$

Por lo tanto :

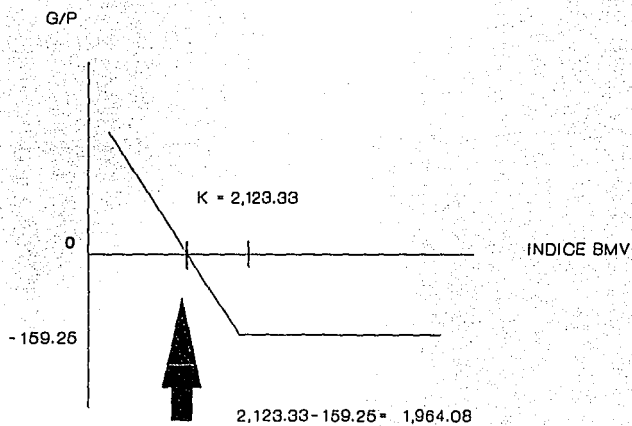
$$PT = \max (0, (K - ST))$$

De tal forma, en cualquier fecha anterior a la del vencimiento, si  $K > St$ , entonces el put se encuentra dentro del dinero. Si el precio de ejercicio es menor que el precio de mercado ( $K < St$ ), entonces el put se encuentra fuera del dinero, y finalmente si el precio de ejercicio es igual al precio de mercado la opción se encuentra al dinero. La gráfica 2 muestra este ejemplo.

---

<sup>15</sup> El análisis del valor intrínseco puede ser realizado en una fecha diferente a la de vencimiento.

## GRAFICA 2



Es importante comentar que el análisis de las opciones respecto a las posiciones dentro, fuera, y al dinero se refieren al valor intrínseco de ejercerla y que no se está usando ninguna relación con la prima pagada por la opción, ya que esta última pudo ser adquirida en el momento de emisión o en algún día dentro del periodo de vigencia en el mercado secundario, lo que en términos generales implicaría un pago inicial de la prima "C" o "P" diferente.

## II- ANALISIS Y VALUACION DE OPCIONES

### II.1 Análisis.

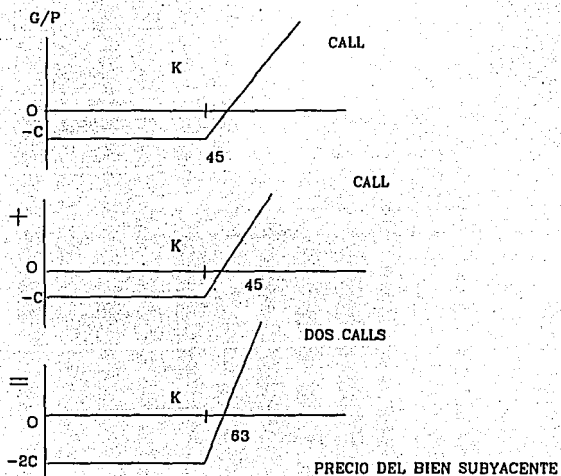
Un portafolio o cartera es un conjunto de activos financieros combinados de diferentes maneras. Es de suma importancia introducir el concepto de portafolio cuando se analizan las opciones, para entender ciertos procedimientos en la valuación del precio de éstas y para comprender las estrategias de inversión más comunes.

Se estudiarán tres tipos de portafolios con sus resultados y valores analíticos al vencimiento, para tener una base y poder analizar las variables que afectan el precio de las opciones, así como la introducción de un modelo de valuación.

#### Portafolio con dos Calls.

Para representar gráficamente el portafolio de dos calls, se suman verticalmente las dos posiciones individuales. Como se ve en la posición resultante (ver gráfica 3), el portafolio de dos calls cuesta el doble que un call y la pendiente del segmento inclinado es mayor. Cuesta el doble lograr un portafolio de dos calls porque hay que pagar dos primas y el resultado puede ser más rentable. El eje horizontal, donde se representa el precio del bien subyacente, no cambia y tampoco el precio de equilibrio,

### GRAFICA 3





pero por cada peso que antes se ganaba, ahora se pueden ganar dos, como se muestra en la gráfica.

Lo anterior se puede analizar algebraicamente recurriendo a las siguientes tablas, donde se muestra la posición al inicio ( $t_0$ ) y en la fecha de vencimiento (T).

Es importante mencionar que en estas tablas no se representa el valor del dinero en el tiempo, ya que es un análisis en la fecha de vencimiento, siendo esto un factor a tomar en cuenta al interpretar los resultados.

activos	costo	valor al vencimiento	
		T	
		si $ST \leq K$	si $ST > K$
call	-C	0	$ST - K$
call	-C	0	$ST - K$
portafolio	-2C	0	$2(ST - K)$

La tabla consta de tres columnas, en la primera se tienen los activos financieros que integran el portafolio, en la segunda se tienen los movimientos de ingresos o egresos para generar el portafolio en el inicio ( $t_0$ ), y en la tercera se tienen los valores en la fecha de vencimiento (T) de los contratos que integran el portafolio. En esta última parte existen separaciones para indicar los diferentes valores que puede tomar el portafolio dependiendo del valor del bien subyacente al final del periodo

(ST). Es importante recordar que las opciones pueden estar dentro del dinero con un valor positivo, o fuera del dinero con un valor de cero en la fecha de vencimiento. Así, el valor de un portafolio de dos calls en la fecha de vencimiento es:  $2(ST-K)$ , si ST es mayor que K, o de cero si ST es menor o igual a K.

Debemos recordar que este portafolio costó (-2C), de tal forma que lo mínimo que puede valer el portafolio en T, es cero, y si los calls terminan dentro del dinero, el valor sería  $2(ST-K)$ . Para ver la posición final total se debe actualizar el pago de las primas de los calls (-2C), incluyendo el costo de oportunidad.<sup>16/</sup>

#### Portafolio con un Call y una acción.

En este caso la posición resultante ofrece un portafolio que permite obtener grandes utilidades a medida que se supera el precio de ejercicio (K), es claro que el portafolio tiene una pendiente positiva mayor a medida que el precio de la acción o bien subyacente (ST) supera a K.

Sin embargo para rangos de precios de la acción (ST) inferiores al precio de ejercicio (K), el portafolio muestra posibilidades de pérdidas mayores. Analíticamente podemos presentar lo expresado anteriormente con un cuadro como el siguiente:

---

<sup>16</sup> Como costo de oportunidad se puede usar la tasa de interés libre de riesgo.

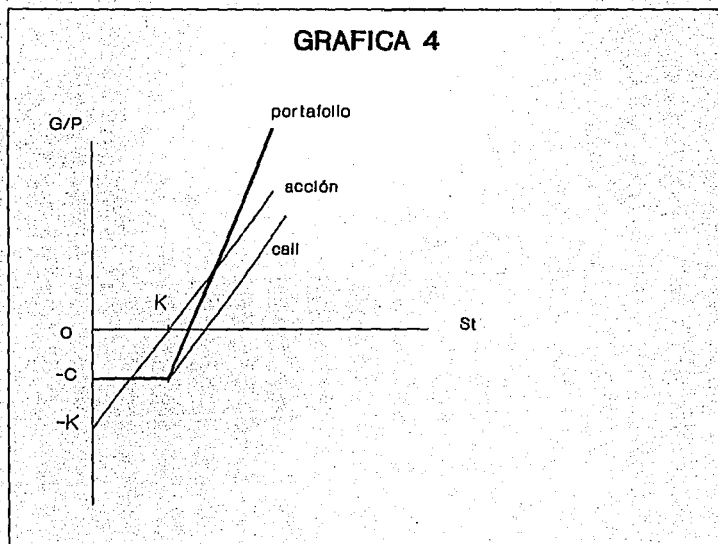
activos	costo	valor al vencimiento		
		$t_0$	T	
			si $ST \leq K$	si $ST > K$
call	$-C$	0	$ST - K$	
acción	$-S_t$	$ST$	$ST$	
portafolio	$-S_t - C$	$ST$	$2(ST) - K$	

Así, en la primera columna de la tabla se presentan los activos financieros que conforman el portafolio, en este caso una acción y un call. En la segunda columna se pueden observar los egresos requeridos en  $t_0$  para generar el portafolio, lo que en este caso implica el desembolso de  $C$  por la prima del call y de  $S_t$  por la compra de la acción.

En la tercera y cuarta columnas se presentan diferentes valores de cada uno de los activos y del portafolio en conjunto en la fecha de vencimiento (T) con dos escenarios: el primero cuando  $ST$  es menor o igual al precio de ejercicio ( $K$ ), el segundo cuando  $ST$  es mayor que  $K$ . De tal forma, en el primer escenario el call vale cero, ya que se encuentra fuera del dinero, y el resultado del portafolio es el valor de la acción ( $ST$ ). Es importante recordar que este portafolio costó ( $-S_t - C$ ), por lo que este resultado implica la pérdida de la prima  $C$ .

En el segundo escenario, la acción vale ( $ST$ ), y el call vale ( $ST - K$ ), lo que arroja un resultado algebraico del portafolio de

GRAFICA 4



$2(ST) - K$ , donde se puede ver que para niveles de precio del bien subyacente o acción ( $ST$ ) superiores a  $K$ , este portafolio ofrece un crecimiento en ganancias de dos veces el valor de la acción, menos el precio de ejercicio, como se ve en la gráfica 4.

#### Portafolio con una acción y un Put.

En este caso la posición resultante toma el nombre de *call* sintético, (ver gráfica 5). La combinación de la acción con un *put*, simula la posición de un *call* con pérdidas limitadas al pago de la prima y ganancias ilimitadas. El resultado analítico lo podemos observar en la siguiente tabla:

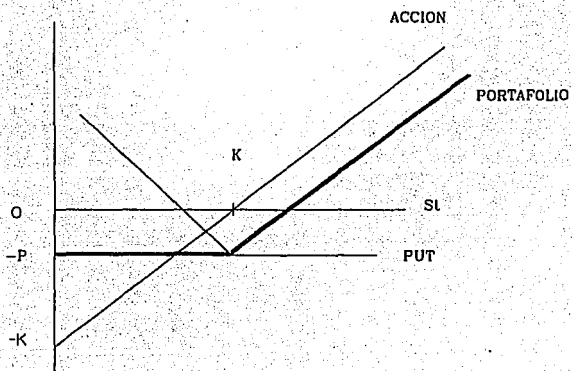
activos	costo	valor al vencimiento		
		$t_0$	T	
			si $ST \leq K$	si $ST > K$
put	$-P$	$K - ST$	0	
acción	$-S_t$	$ST$	$ST$	
portafolio	$-S_t - P$	$K$	$ST$	

El costo de este portafolio en  $t_0$  es el pago de la prima del *put* ( $-P$ ) y el costo de adquisición de la acción ( $-S_t$ ).

La tercera columna muestra el posible resultado del portafolio suponiendo que el precio de mercado de la acción en T (fecha de vencimiento) es menor al precio de ejercicio, lo que nos arroja un resultado de  $K$ , que intuitivamente implica que con una

GRAFICA 5

G/P



baja fuerte de la acción el inversionista mantuvo el valor de su portafolio en el valor inicial de su acción  $S_t$ , ya que el precio de la acción queda garantizado porque el put da el derecho de vender al precio de ejercicio cuando baja el precio de la acción, limitando así las pérdidas.

Lo que mas beneficiaría al inversionista sería el resultado de la última columna, ya que, si la acción sube de precio se tendrán ganancias ilimitadas al alza, a las que sólo habría que restar el pago de la prima pagada por el put (-P).

Dado que en el presente ejemplo se vió que se puede formar un call combinando un put y una acción en un portafolio, es importante considerar que existe una relación entre un call y un put europeos, llamada paridad put-call. Para explicarla más claramente supongamos lo siguiente:

- Pedimos un préstamo y tomamos posición en una acción.
- Compramos un put europeo sobre la misma acción.
- Emitimos un call europeo con el mismo precio de ejercicio, misma fecha de vencimiento y la misma acción referente que el put.

Los flujos de efectivo son:

- \* Emitir un call, recibiendo C
- \* Comprar un put, pagando -P
- \* Comprar una acción, pagando  $S_t$

\* Pedir un préstamo por  $Ke^{-rt}$ , que es el valor presente del precio de ejercicio al inicio, que es igual a  $S_t$ .

Lo anterior nos da inmediatamente el flujo de  $C-P-S_t+Ke^{-rt}$ , teniendo al vencimiento el siguiente diagrama de flujo:

activos	costo	valor al vencimiento	
		T	
		si $ST \leq K$	si $ST > K$
put	-P	K-ST	0
acción	$-S_t$	ST	ST
emision call	C	0	K-ST
préstamo	$Ke^{-rt}$	-K	-K
portafolio	$C-p-S_t+Ke^{-rt}$	0	0

Por lo que independientemente del precio de la acción al vencimiento el resultado del portafolio futuro es cero. De tal forma que si no existen posibilidades de obtener utilidades realizando arbitraje, este portafolio debe costar cero:

$$C-P-S_t+Ke^{-rt} = 0$$

y despejando C, tenemos:  $C = P+S_t-Ke^{-rt} = 0$

Así, dicha relación muestra que del valor de un call europeo con cierto precio de ejercicio y fecha de vencimiento se puede deducir el valor de un put europeo con el mismo precio de



ejercicio y fecha de vencimiento, y viceversa. De no cumplirse dicha relación, existiría la posibilidad de realizar arbitraje libre de riesgo.

Es relevante comentar que el modelo Black-Scholes, que veremos más adelante se fundamenta en esta relación, bajo el supuesto de evitar la posibilidad de realizar arbitraje libre de riesgo.

## II.2 Variables determinantes del precio de las Opciones:

Las variables más relevantes que influyen en el precio de las opciones se pueden dividir en tres grupos:

- Variables fundamentales. (Tienen influencia en todas las opciones).
- Variables que sólo son relevantes bajo ciertas circunstancias.
- Variables relacionadas con el entorno económico, legal y político.

### Variables fundamentales.

Las siguientes seis variables son reconocidas como variables de gran importancia en la determinación del precio de las opciones. Sin embargo éstas tienen efectos diferentes cuando se trata de puts o de calls; es por ello que serán analizadas por separado para los dos tipos de contratos.

- 1.- El precio del bien subyacente o de referencia.
- 2.- El precio de ejercicio (K).
- 3.- La volatilidad esperada.

- 4.- La tasa de interés.
- 5.- El tiempo por vencer (T-t).
- 6.- El pago de dividendos.

#### Impacto de las variables fundamentales en un call.

- 1.- Precio spot del bien en referencia ( $S_t$ ).

El precio de un call aumenta conforme lo hace el precio del bien en referencia. Como se analizó en el capítulo anterior, el valor intrínseco de un call está dado por  $(S_t - K)$ , y siendo el precio de ejercicio fijo desde la emisión de una opción, a medida que aumenta el precio de mercado de la acción, aumenta el valor intrínseco.

- 2.- El precio de ejercicio (K).

El precio de un call disminuye conforme aumenta el precio de ejercicio, *ceteris paribus*. Manteniendo constante el precio del bien subyacente ( $S_t$ ), cuando se tiene un mayor precio de ejercicio, el inversionista estaría dispuesto a pagar menos por ella, ya que disminuye el valor intrínseco del call  $(S_t - K)$ .

### 3.-La volatilidad esperada.

El precio de un *call* aumenta conforme lo hace la volatilidad esperada del bien subyacente o acción. El dueño de una acción con una alta volatilidad puede verse afectado negativamente (si es averso al riesgo), porque es más probable que el precio tenga grandes fluctuaciones y por ello puede tener bajas sensibles en su patrimonio. Y, aunque es cierto que también puede tener grandes ganancias, los individuos aversos al riesgo normalmente evitan activos que sufren grandes fluctuaciones en su precio. Esta volatilidad, que puede ser nociva para el dueño de una acción, no es percibida de igual forma por el poseedor de un *warrant* sobre esa acción.

Específicamente, al poseedor de un *call* le conviene la alta volatilidad, ya que si la acción subiera de precio tendría ganancias ilimitadas y en caso de que bajara de precio, la peor situación sería la pérdida de la prima (C). Por esta razón, si la volatilidad del activo es alta estaría dispuesto a pagar un precio mayor por dicho título. La volatilidad se mide como la dispersión alrededor de un valor medio esperado del valor de la acción; esta dispersión se mide mediante la varianza o desviación estándar. En estricto sentido, el precio de una opción se ve afectado por la varianza esperada, ya que su valor depende del precio del bien subyacente ( $S_t$ ) en el futuro. Sin embargo, estimar la volatilidad en el futuro no es un procedimiento sencillo, por lo que se acostumbra hacer una estimación con datos históricos. En el

siguiente capítulo se analizará esta variable, que es el tema central de la presente investigación.

#### 4.- Tasa de interés.

El precio de un call aumenta conforme lo hace la tasa de interés. Mientras más alta sea la tasa de interés, el valor presente del precio de ejercicio (K) será menor, afectando positivamente la relación (St-K).

#### 5.-Tiempo por vencer.

El precio de un call disminuye conforme se acerca a su fecha de vencimiento. Mientras mayor tiempo de vida le queda a un call, es más probable que el precio del bien subyacente sufra fluctuaciones. La variable de tiempo por vencer (T-t) en relación con el precio de las opciones es muy importante. De hecho es necesario mencionar que si la opción se acerca a la fecha de vencimiento, el único valor que se tiene es el valor intrínseco. A mayor tiempo falte para el vencimiento, es mayor la intervención de todas las demás variables.

#### 6.- Dividendos en efectivo.

El precio de un call disminuye conforme aumentan los dividendos que paga la acción subyacente. Al momento de pagar un dividendo en efectivo, el precio de la acción sufre un ajuste por

la misma cantidad del dividendo decretado, afectando negativamente el valor intrínseco ( $S_t - K$ ).

### Impacto de las variables fundamentales en un put.

#### 1.- Precio spot del bien de referencia ( $S_t$ ).

El precio de un put disminuye conforme aumenta el precio del bien en referencia. En la medida en que el precio del bien de referencia aumenta, se tiene un valor intrínseco menor, dado por la relación ( $K - S_t$ ).

#### 2.- Precio de ejercicio ( $K$ ).

El precio de un put aumenta conforme aumenta el precio de ejercicio, *ceteris paribus*. A medida que se tenga un precio de ejercicio mayor, el valor intrínseco del put será mayor, ya que dicho valor está dado por la relación ( $K - S_t$ ).

#### 3.- Volatilidad esperada.

El precio de un put aumenta conforme la volatilidad del bien en referencia crece, por las mismas razones que se explicaron anteriormente en el caso de un call.

#### 4.-Tasa de interés.

Mientras más alta es la tasa de interés, el valor presente del precio de ejercicio disminuye, afectando negativamente el valor intrínseco del put ( $K-S_t$ ).

#### 5.- Tiempo por vencer.

El precio de un put disminuye conforme lo hace el tiempo que falta por vencer, ya que es menos probable que existan fluctuaciones en el precio del bien subyacente.

#### 6- Dividendos en efectivo.

El precio de un put aumenta cuando la acción paga dividendos en efectivo. El pago de dividendos provoca un ajuste técnico en el precio de la acción, haciendo que disminuya su precio, por lo tanto el valor intrínseco ( $K-S_t$ ) aumenta.

#### Variables relevantes si se satisfacen ciertas condiciones.

A continuación se analizan cuatro variables que sólo en determinadas circunstancias influyen en el precio de las opciones. En principio, parecería que las variables que se describen son tanto o más importantes que las anteriores. En realidad, pueden

llegar a serlo, pero también es cierto que estas variables no siempre son relevantes en la valuación de opciones.

1.- Tasa esperada de crecimiento del precio del bien subyacente.

Si el mercado no es eficiente, las expectativas sobre el precio futuro del bien subyacente pueden influir en la determinación del precio de una opción. Por ejemplo, si alguien recibe información privilegiada acerca de lo favorable que resultará el próximo reporte trimestral de una empresa, entonces estará dispuesto a pagar más de lo normal por un call, pues es muy probable que el precio de la acción aumente.

2.- Propiedades sobre el movimiento del bien subyacente.

Este punto se refiere a la "forma" como se dan los movimientos en los precios del bien subyacente. Si el mercado no es eficiente, existirán ciertas características sobre el comportamiento de la acción que pueden ser relevantes en la valuación de opciones. Por ejemplo, se ha demostrado empíricamente que en Estados Unidos, Japón, Europa y Australia, los precios de las acciones tienden a subir en el mes de enero (al parecer debido a razones fiscales).<sup>17</sup> Entonces, quien comprara un call sobre una acción estaría dispuesto a pagar más por él si la

---

<sup>17</sup> Ver: Gultekin, M.N. y Gultekin, B.N., "Stock Market Seasonality: International Evidence", Journal of Financial Economics, dic 1983.



fecha de vencimiento es en el mes de enero.

### 3.- Actitud del inversionista ante el riesgo.

La actitud del inversionista ante el riesgo influirá indirectamente a través de algunas variables fundamentales, tales como el precio del bien subyacente, volatilidad y tasas de interés.

### Variables relacionadas con el entorno institucional.

En principio estas variables siempre afectan el precio de las opciones.

#### 1.- Disposiciones fiscales..

En ocasiones las leyes fiscales pueden tener repercusión directa sobre el precio de una opción. Este aspecto es fundamental en el proceso de hacer llegar productos financieros al mercado, si fiscalmente el instrumento nuevo se encuentra en desventaja con respecto a los instrumentos sustitutos que ya existen. Es por ello que se busca que la presencia de las disposiciones fiscales sea lo más transparente posible.

## 2.- Requerimientos de margen.

Cuando se piden relaciones de cobertura demasiado grandes es factible que aumente el precio de las opciones en general, ya que los inversionistas con posiciones cortas, deben sacrificar su liquidez en aras de emitir una opción.

## 3.- Costos de transacción.

Al comprar una opción es necesario pagar una serie de costos adicionales como comisiones por compra-venta y gastos de custodia. Estos pueden llegar a modificar de manera directa el precio de una opción especialmente cuando existen costos diferentes de operar con estos instrumentos en relación a otros.

### II.3 Modelo de valuación de Opciones Black-Scholes.

Existe una enorme variedad de modelos que intentan cuantificar el valor justo de una opción, que van desde los modelos cien por ciento empíricos, hasta los completamente teóricos.

Los modelos empíricos se basan en la premisa de que el mejor modelo de valuación de opciones es el propio mercado, e intentan encontrar la relación existente entre el precio de las opciones y el de sus respectivos bienes subyacentes, determinando de esta manera su grado de sub o sobrevaluación. Básicamente, la metodología busca encontrar una relación matemática entre ellos, a través de regresiones, series de tiempo, suavizaciones, exponenciales, simulaciones, etc.

Los modelos teóricos se fundamentan en una premisa completamente diferente. En ellos se busca eliminar la posibilidad de realizar un arbitraje libre de riesgo. El primer modelo teórico fue desarrollado en 1900 por el matemático francés Louis Bachelier. Aunque sus supuestos fueron criticados, en ellos se encuentran las bases de investigaciones posteriores enfocadas a la teoría de valuación de opciones. Sprenkle (1964) introdujo el supuesto de que los precios de las acciones siguen una distribución lognormal. Boness (1964) introdujo el concepto del valor del dinero en el tiempo. Samuelson (1965) desarrolló un modelo en el que incorporó el valor del dinero en el tiempo y la

diferencia en el riesgo de invertir en acciones o en opciones. Samuelson y Merton (1969), incorporaron la idea de manejar el precio de una opción como una función del precio de la acción. Sin embargo, todos estos modelos tuvieron muy poco valor práctico porque consideraban uno o varios parámetros subjetivos, tales como la aversión al riesgo de cada inversionista.

Fischer Black y Myron Scholes desarrollaron un modelo de valuación de opciones europeas, basado en variables relativamente fáciles de observar y cuantificar. Dicho modelo analítico requiere para su cálculo cinco variables:

- Precio de ejercicio.
- Tasa de interés.
- Tiempo al vencimiento.
- Volatilidad del bien subyacente.
- Precio del bien subyacente.

Desde la derivación del modelo de valuación de opciones Black-Scholes (1973)<sup>18/</sup>, diferentes economistas han realizado estudios con el fin de probar su grado de acierto en la valuación de *warrants*; el supuesto de una tasa de interés sin riesgo constante en el modelo, ofrece ciertos problemas, ya que los *Warrants* tienen generalmente plazos de vida largos, y existe una alta probabilidad de observar cambios en las tasas de interés.

---

<sup>18</sup> Fischer Black and Myron Scholes, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy*, May/June 1973.

Merton (1973)<sup>19</sup> mostró que el modelo Black-Scholes puede ser alterado para usar tasas de interés cambiantes.

Otra posible complicación usando este modelo para valuar warrants deriva de que éste asume que los warrants son europeos y expiran en una fecha determinada. En realidad, el poseedor del warrant (call), puede ejercer el derecho si la acción en referencia paga un dividendo interesante. Chen (1975)<sup>20</sup> usó un programa donde valuó cinco warrants, concluyendo que su técnica de valuación era aceptable si se obtenía una estimación razonable del rendimiento esperado y la volatilidad de la acción subyacente.

Noreen y Wolfson (1981)<sup>21</sup>, usaron un total de 52 observaciones de precios de warrants para probar el supuesto del modelo Black-Scholes, que supone que la acción subyacente sigue una distribución logarítmica normal, encontrando resultados positivos en su uso como herramienta de valuación.

Beni Lauterbach y Paul Schultz (1990)<sup>22</sup> examinaron 25,000 observaciones de precios de warrants, y concluyeron que la mayor deficiencia del modelo Black-Scholes es el supuesto de que la varianza o volatilidad del bien subyacente permanece constante.

---

19 R.Merton, "Theory of Rational Option Pricing," Bell Journal of Economics and Management Science 3, 141-183, 1973.

20 Chen.A. "A Model of Warrant Pricing in a Dynamic Market", Journal of Finance 25, 1041-1060, 1975.

21 Noreen,E. and M. Wolfson "Equilibrium Warrant Pricing Models an Accounting for Executive Stock Options", Journal of Accounting Research 19, 384-398, 1981.

22 Beni Lauterbach and Paul Schultz, "Pricing Warrants: An Empirical Study of The Black-Scholes Model and Its Alternatives", The Journal of Finance 4, 1181-1209, 1990.

En julio de 1994, Hiroto Kuwahara y Terry A. Marsh<sup>23/</sup> investigaron qué tan buenas valuaciones de *eurowarrants* emitidos por empresas japonesas se podían obtener con modelos que incorporaban variaciones en la volatilidad de las acciones y costos de transacción. Encontraron que el modelo Black-Scholes sobrevalora las opciones que están muy fuera del dinero y subvalúa las opciones que están muy dentro del dinero. En términos de volatilidad implícita encontraron que es mayor cuando la opción está fuera del dinero y menor cuando se encontraba fuera del dinero.

La volatilidad del bien subyacente o desviación estándar de los rendimientos es la única de las cinco variables que se usa en el modelo Black-Scholes y que no es directamente observable; de hecho, los autores demostraron empíricamente que el éxito de una correcta valuación con este modelo depende de la habilidad de realizar un buen pronóstico de dicho parámetro (volatilidad).

Este modelo involucra cinco de las seis variables que tienen mayor influencia en el precio de las opciones, dejando fuera los dividendos. Además, tiene varios supuestos que se detallan a continuación:

- a) La acción o bien subyacente tiene una operación continua.

---

<sup>23</sup> Kuwahara, Hiroto, and Terry A. Marsh, 1994. "Why Doesn't Black-Scholes Model Fit Japanese Warrants and Convertible Bonds", Japanese Journal Of Financial Economics, Vol I No 1.

b) No existen brechas o *gaps* significativos en la operación del bien subyacente.

c) Los precios de la acción tienen un comportamiento aleatorio continuo durante el tiempo, con una volatilidad proporcional al cuadrado del precio de la acción. Así, la distribución de los precios posibles de la acción al final de un intervalo finito es lognormal. La volatilidad de los rendimientos de la acción se supone constante.

d) La acción no paga dividendos.

e) No existen costos de transacción.

f) La tasa de interés libre de riesgo permanece constante hasta la fecha de vencimiento.

g) Las opciones sólo pueden ser ejercidas en la fecha de vencimiento, es decir son "europeas".

#### Fórmula Black-Scholes para un call.

$$C = S_t N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

donde:

C = Precio del call

$S_t$  = precio del bien subyacente en el momento de la valuación

N = Función de densidad normal acumulada

K = precio de ejercicio

e = base logaritmo natural

r = tasa de interes libre de riesgo

T = tiempo por vencer (como porcentaje de un año)

$$d_1 = \frac{\ln(S_t/K) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma(T)^{\frac{1}{2}}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_t/K) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma(T)^{\frac{1}{2}}}$$

donde:

Ln = logaritmo natural

$\sigma$  = desviación estándar anual del rendimiento de la acción, que es referido como volatilidad.

La interpretación de la fórmula sería la siguiente: el primer término,  $S_t N(d_1)$ , es igual al valor presente de la acción si y sólo si  $S_t$  (el precio de la acción al vencimiento) es mayor que K. El segundo término, de la fórmula  $Ke^{-rT} N(d_2)$ , corresponde al valor presente del precio de ejercicio pagado al ejercer la opción si y sólo si  $S_t$  al vencimiento es mayor que K.



#### IV- EVIDENCIA EMPIRICA

En la presente investigación se analizaron cinco warrants listados en la Bolsa Mexicana de Valores que abarcan del 14 de junio de 1993 al 29 de junio de 1994. Todos los warrants que se escogieron son calls con diferentes fechas de emisión, vencimiento y acciones subyacentes.

La metodología que se siguió fue la siguiente:

1.- Se usó como alternativa de valuación el modelo Black-Scholes.

2.- Se seleccionaron warrants que presentaron mayor operatividad.

3.- Se obtuvo la operación diaria con la hora exacta.

4.- El precio de la acción referente que se empleó para cada valuación fue el de la operación inmediata anterior al del warrant respectivo.

5.- La tasa de interés que se aplicó al modelo fue la semanal de 28 días en constancia de depósito del Grupo Financiero BANAMEX-ACCIVAL.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Base de datos de tasas de interés de valores bancarios y gubernamentales. Grupo Financiero Banamex Accival.

6.- Dado que el modelo Black-Scholes requiere de cinco variables y la única que no se tenía era la volatilidad, usando el modelo y las variables anteriores, se calculó para cada observación la volatilidad resultante, que comúnmente es denominada volatilidad implícita. La volatilidad implícita es la volatilidad esperada de la acción por un comprador de un warrant en una fecha determinada dado el precio del warrant o prima pagada, la tasa de interés, el precio de ejercicio, la fecha de vencimiento y el precio de la acción.

7.- En el caso de acciones que realizaron splits, capitalizaciones, o suscripciones se realizó el ajuste de sus precios. No se tomaron en cuenta los dividendos pagados en efectivo.

A continuación, se presentará cada warrant con sus características de emisión, análisis de su operación, y la gráfica del precio de la acción con la volatilidad implícita del call:

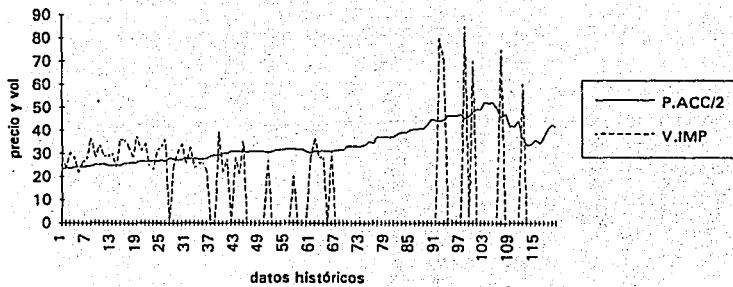
### Análisis del primer warrant

Emisión	CMX406A
Serie	EC001
Derecho	call
Tipo	americano
Fecha de emisión	14/JUN/93
Fecha de vencimiento	14/JUN/94
Precio de ejercicio	N\$45.50
Precio de emisión (prima)	N\$9.10
Bien subyacente	CEMEX B
Liquidación	especie
Periodo observado	16/JUN/93-07/JUN/94

#### Observaciones:

El número total de operaciones del warrant en el periodo comprendido fue de 124 y el número máximo de operaciones en un solo día fué de cinco. No existieron operaciones todos los días. El precio de la acción fluctuó entre N\$46.40 y N\$104.20. La volatilidad implícita que se obtuvo se encontró dentro de un rango de 0% y 85%. En el precio máximo de la acción se pagó una volatilidad implícita de 0%, y en el punto mínimo, de 27.90%. En este caso sobresale el hecho de que en un gran número de casos se pagó una volatilidad implícita de 0% y en otros 85%. Ver gráfica 6.

GRAFICA 6



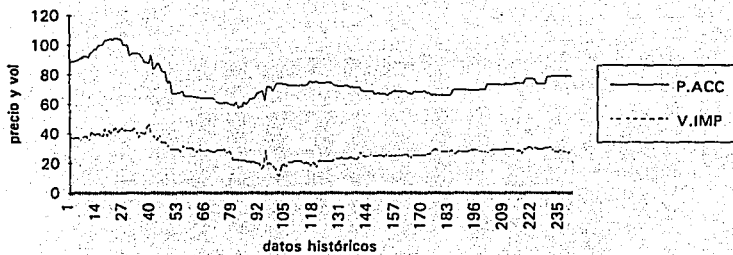
### Análisis del segundo warrant

Emisión	CMX512A
Serie	DC005
Derecho	call
Tipo	americano
Fecha de emisión	09/DIC/93
Fecha de vencimiento	06/DIC/95
Precio de ejercicio	N\$89.00
Precio de emisión (prima)	N\$27.98
Bien subyacente	CEMEX B
Liquidación	efectivo
Periodo observado	10/DIC/93-18/MAY/94

#### Observaciones:

El número de operaciones analizadas fue de 241, y el número máximo de operaciones en un día fue de 12. No existieron operaciones todos los días del periodo. El rango de volatilidad implícita se situó entre 47.07% y 11.01%. El precio de la acción osciló entre N\$57.00 y N\$104.50. Este fue el único caso donde la volatilidad implícita tendió a aumentar cuando el precio de la acción aumentó, y disminuyó en los niveles más bajos del precio de la acción. De hecho, en el precio mínimo de la acción se pagó una volatilidad implícita de 22.85% y en el precio máximo de 44.60%. Ver gráfica 7.

GRAFICA 7



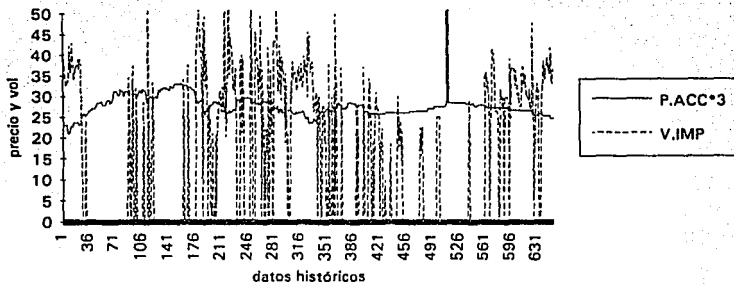
### Análisis del tercer warrant

Emisión	CFR408A
Serie	EC001
Derecho	call
Tipo	americano
Fecha de emisión	26/AGO/93
Fecha de vencimiento	26/AGO/94
Precio de ejercicio	N\$7.68
Precio de emisión (prima)	N\$1.62
Bien subyacente	CIFRA B
Liquidación	especie
Periodo observado	30/AGO/93-29/JUN/94

#### Observaciones:

El número de operaciones analizadas fue de 651, y el número máximo de operaciones en un día fue de 20. No operó todos los días. El precio de la acción fluctuó entre N\$7.10 y N\$11.10. La volatilidad implícita máxima fue de 63.53% y la mínima de 0%. Ver gráfica 8.

GRAFICA 8





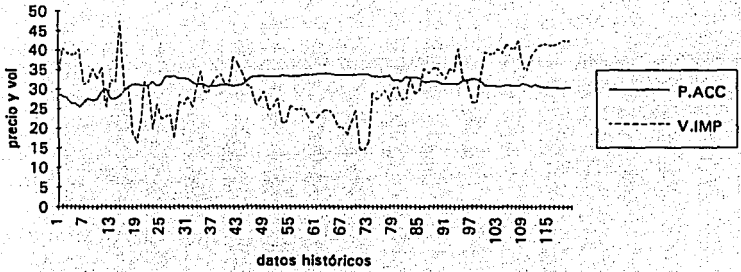
### Análisis del cuarto warrant

Emisión	GCA504A
Serie	DC003
Derecho	call
Tipo	americano
Fecha de emisión	12/ABR/94
Fecha de vencimiento	12/ABR/95
Precio de ejercicio	N\$29.06
Precio de emisión (prima)	N\$5.92
Bien subyacente	GCARSO A1
Liquidación	efectivo
Periodo observado	12/ABR/94-29/JUN/94

#### Observaciones:

El número de operaciones fue de 116. El precio mínimo de la acción en el periodo fue de N\$25.35 y el máximo N\$33.85. La volatilidad implícita más alta fue de 42.52% y la mínima de 14.42%. En este caso es claramente visible que la volatilidad implícita aumenta cuando el precio de la acción disminuye y viceversa. Ver gráfica 9.

GRAFICA 9



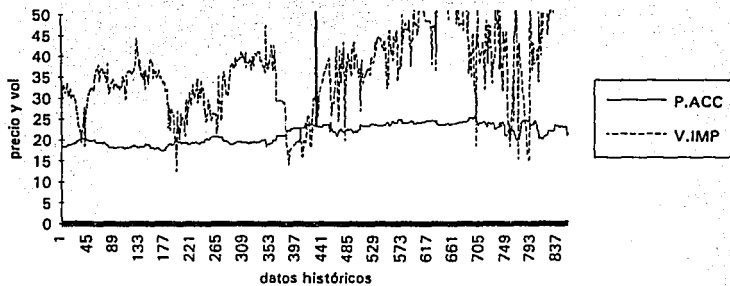
### Análisis del quinto warrant

Emisión	VTR408A
Serie	DC001
Derecho	call
Tipo	americano
Fecha de emisión	12/AGO/93
Fecha de vencimiento	12/AGO/94
Precio de ejercicio	N\$20.30
Precio de emisión (prima)	N\$2.56
Bien subyacente	VITRO *
Liquidación	efectivo
Periodo observado	13/AGO/93-29/JUN/94

#### Observaciones:

El número de operaciones fue de 841. El precio más bajo de la acción fue N\$17.45 y el máximo de N\$24.85. La volatilidad implícita más alta fue de 60.88% y la mínima de 13.97%. En este caso también se puede apreciar que a medida que el precio de la acción aumenta de precio, la volatilidad implícita tiende a disminuir y viceversa. Ver gráfica 10.

GRAFICA 10



## TABLAS DE RESULTADOS

<u>WARRANT</u>	<u>NUMERO</u> <u>DE</u> <u>HECHOS.</u>	<u>VOLATILIDAD</u> <u>IMPLICITA</u> <u>MINIMA</u>	<u>VOLATILIDAD</u> <u>IMPLICITA</u> <u>MAXIMA</u>
CMX406A	124	0.00%	85.00%
CMX512A	241	11.01%	47.07%
CFR408A	651	0.00%	63.53%
GCA504A	116	14.42%	42.52%
VTR408A	841	13.97%	60.88%

<u>WARRANT</u>	<u>PRECIO</u> <u>MINIMO</u> <u>ACCION</u>	<u>PRECIO</u> <u>MAXIMO</u> <u>ACCION</u>	<u>% CAMBIO</u> <u>PRECIO</u> <u>ACCION</u>
CMX406A	46.40	104.20	124.50
CMX512A	57.00	104.50	83.33
CFR408A	7.10	11.10	56.33
GCA504A	25.35	33.85	33.53
VTR408A	17.45	24.85	42.40

## V-CONCLUSIONES

Para efecto de las conclusiones es importante tomar en cuenta los siguientes puntos:

1.- El periodo de tiempo observado es corto.

2.- El modelo Black-Scholes supone que las opciones son europeas.

3.- Al ser únicamente cinco los warrants analizados, sería erróneo el considerar los resultados de aplicación general.

4.- El modelo Black-Scholes supone que la tasa de interés libre de riesgo permanece constante hasta la fecha de vencimiento. Y, precisamente durante el presente año (1994), las tasas de interés en México han sufrido grandes fluctuaciones.

Existe evidencia para afirmar que la volatilidad implícita en los warrants tiene una relación inversa con el precio de las acciones subyacentes. En cuatro de los cinco warrants utilizados se observa un patrón que confirma la teoría, ya que la volatilidad implícita tendió a disminuir cuando el precio de la acción referente subió y viceversa. Sin embargo, existen operaciones

aisladas que en ocasiones no muestran el mismo comportamiento y que son producto de las desviaciones de un mercado imperfecto que se encuentra en desarrollo.

Desde el punto de vista del inversionista, los warrants proporcionan a través de estrategias, la posibilidad de planear más eficientemente el uso de sus recursos, dimensionando el riesgo específico que está dispuesto a correr en el futuro. Se pueden usar buscando un efecto de apalancamiento, ya que sólo se requiere disponer de una pequeña parte del capital para comprar las acciones al inicio, conociendo de antemano el precio que habrá que pagar por ellas al vencimiento. Otra ventaja que ofrecen es el potencial de ganancias ilimitadas, con una pérdida limitada; además de que se pueden vender antes del vencimiento en el mercado secundario de la Bolsa Mexicana de Valores.

El proceso que viven los productos derivados en México, implica un periodo de aprendizaje y familiarización por parte de los inversionistas y asesores financieros, ya que son instrumentos que no son valubles a simple vista y requieren de un conocimiento de finanzas elevado.

Es importante que la regulación referente a estos productos se establezca con la misma dinámica y dentro de un marco que no los sub o sobregule, para que se pueda dar el desarrollo equilibrado de este mercado.

Seguramente estudios posteriores ayudarán a tener mayor información sobre el tema en México, ya que el desarrollo de los productos derivados presenta un gran potencial de crecimiento.

México es un país con grandes tradiciones y una larga historia; hoy más que nunca su papel en el mundo representa la potencialidad de una gran nación en desarrollo y transformación.

Actualmente se le presentan nuevos retos y oportunidades que debe desafiar y manejar con creatividad y decisión. Uno de estos desafíos se presenta en el sector financiero, ámbito que exige cambios y avances, pero, sobre todo, una mejor calidad y preparación por parte del estudiante, asesores, representantes de este sector e inversionistas, para otorgarle a nuestro país un desarrollo económico con bases firmes.



V-GLOSARIO

**ARBITRAJE:** Comprar un activo en un mercado a un precio bajo, vendiéndolo simultáneamente en otro a un precio mayor. Esto se realiza sin riesgo.

**BIEN SUBYACENTE:** Es el bien del cual depende el valor del instrumento derivado.

**CALL:** Es un contrato que otorga al adquiriente el derecho de comprar una cantidad específica del bien subyacente a un precio determinado (precio de ejercicio), antes y hasta la fecha de vencimiento del contrato. (Dependiendo de si es americano o europeo)

**COMMODITIES O COMMODITY:** Bienes o mercancías plenamente estandarizadas, que por lo mismo no han sufrido un proceso de transformación importante. Algunos ejemplos son azúcar, lana, cobre, soya y café.

**DENTRO DEL DINERO:** Un call se encuentra dentro del dinero cuando el precio de mercado del bien subyacente es superior al precio de ejercicio. Un put se encuentra dentro del dinero cuando el precio de ejercicio es mayor que el precio de mercado del bien subyacente.

**EMISOR:** Persona o institución que vende la opción, ya sea *call* o *put*, y que tiene la obligación de comprar o vender cuando el tenedor de la opción ejerce su derecho de compra o venta, según sea el caso.

**FECHA DE VENCIMIENTO:** Hablando de opciones, el último día (en el caso de una opción americana) o el único día (en el caso de una opción europea) en que la opción puede ser ejercida.

**FUTURO:** Contrato por medio del cual dos partes se comprometen a comprar o vender un activo en una fecha futura a un precio determinado. Las dos partes quedan obligadas a realizar la transacción. Es un contrato donde la cantidad, calidad, plazo de entrega y lugar de entrega se encuentran estandarizados y lo único que se deja a negociación es el precio de entrega del bien subyacente. El futuro y el *forward* son similares, salvo la forma de los contratos.

**FORWARD:** Contrato mediante el cual dos partes se comprometen a comprar o vender un activo en una fecha futura y a un precio determinado. En este contrato el precio, cantidad, calidad, plazo y condiciones de entrega quedan libres a ser negociadas entre las partes.

**FUERA DEL DINERO:** Un *call* se encuentra fuera del dinero si el precio de ejercicio es mayor que el precio de mercado del bien subyacente. Un *put* se encuentra fuera del dinero cuando el precio

del bien subyacente en el mercado es mayor que el precio de ejercicio.

**INSTRUMENTO DERIVADO:** Instrumento financiero cuyo valor depende del valor y las características de otro bien, activo o instrumento financiero, llamado bien subyacente.

**INSTRUMENTO SINTETICO:** Instrumento cuyas características imitan a un instrumento derivado o a un perfil de riesgo buscado o deseado. Es una posición creada como resultado de la combinación de dos o más posiciones "reales" en el mercado.

**MERCADO SECUNDARIO:** Intercambio de valores ya existentes en el mercado de valores por ejemplo, que son comprados o vendidos antes de su fecha de vencimiento.

**OPCION ESTILO AMERICANA:** Son *calls* o *puts* que pueden ser ejercidos desde su fecha de adquisición hasta su fecha de vencimiento.

**OPCION DE ESTILO EUROPEO:** Son *calls* o *puts* que sólo pueden ser ejercidos en su fecha de vencimiento.

**OPCION:** Contrato que otorga el derecho de comprar o vender una cantidad determinada de un bien subyacente, a un precio de ejercicio dado, durante un periodo definido y hasta la fecha de vencimiento de éste. (Dependiendo de si es americana o europea).

**PARIDAD PUT-CALL:** Relación que existe entre el precio de un *put* y

un call sobre el mismo bien subyacente, con el mismo precio de ejercicio e igual fecha de vencimiento.

**PRECIO DE EJERCICIO:** El precio establecido sobre el bien subyacente al cual será comprado (en el caso de un call) o vendido (en el caso de un put) por el adquiriente de la opción en el caso de que sea ejercida. Se denota con una K.

**POSICION CORTA:** Cuando se emite un call, se tiene la posición corta y el valor de la posición disminuye cuando aumenta el precio del bien subyacente. Cuando se emite un put, se tiene la posición corta y la posición aumenta cuando existen incrementos en el precio del bien subyacente. En ambos casos al inicio de la emisión se recibe la prima respectiva.

**POSICION LARGA:** Cuando se adquiere un call, se tiene la posición larga y la posición aumenta de valor con incrementos en el precio del bien subyacente. Cuando se adquiere un put, se tiene la posición larga y la posición disminuye al aumentar el precio del bien subyacente. En ambos casos se desembolsa el pago de la prima respectiva al momento de adquirirlo, sea en el momento de emisión o al adquirirlos en el mercado secundario.

**PUT:** Es una opción que otorga el derecho de vender una cantidad determinada de un bien subyacente, a un precio de ejercicio dado, antes y hasta la fecha de vencimiento de éste.

**TIPO DE OPCION:** Clasificación de las opciones por el derecho que dan al adquirente: compra o venta, es decir *call* o *put*.

**TRADER:** En el medio bursátil, es la persona que funge como operador, es decir comprador y vendedor de valores en una mesa de capitales, opciones, o instrumentos de deuda y renta fija.

**VALOR INTRINSECO:** Valor que se obtendría con el ejercicio inmediato de cualquier opción por parte del comprador. En el caso de un *call*, es la diferencia absoluta entre el precio de ejercicio y el precio del bien subyacente cuando éste es mayor. En el caso de un *put*, la diferencia absoluta entre el precio de ejercicio y el precio del bien subyacente cuando éste es menor.

**VENTA EN CORTO:** Vender un activo que no se posee, con el objeto de beneficiarse de una disminución en su precio al comprarlo posteriormente.

**VOLATILIDAD:** Propensión al cambio en el precio de mercado del bien subyacente, sea cual fuere la dirección del cambio. Es normalmente calculada estadísticamente con la desviación estándar y/o varianza.

**VOLATILIDAD IMPLICITA:** Es la volatilidad esperada de la acción por un comprador de un *warrant* en una fecha determinada dado el precio del *warrant* o prima pagada, la tasa de interés, el precio de ejercicio, la fecha de vencimiento y el precio de la acción.

**WARRANT:** Es un título que da al adquirente el derecho de comprar o vender una cierta cantidad de acciones, canasta de acciones o índices accionarios a un precio de ejercicio (K) en una fecha futura. La diferencia con las opciones es que el emisor del instrumento sólo puede ser la empresa o una institución financiera, que lo lleva a cabo sobre sus propias acciones

## VI-BIBLIOGRAFIA

ALLEN. R.G.D. ANALISIS MATEMATICO PARA ECONOMISTAS; Ed AGUILAR; OCTAVA EDICION; MADRID 1978.

CLARK FRANCIS JACK. (1988) MANAGEMENT OF INVESTMENTS, MC GRAW HILL CO, U.S.A. 1988.

CHEN.A. (1975) "A MODEL OF WARRANT PRICING IN A DYNAMIC MARKET", JOURNAL OF FINANCE 25, 1041-1060.

CHEN NAI-FU. (1984) "HEDGING OPTIONS", JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS 14 (1985) 317-321, NORTH HOLLAND.

"CHARACTERISTICS AND RISKS OF STANDARDIZED OPTIONS", THE OPTIONS CLEARING CORPORATION (1987).

EMANUEL DAVID C. (1982) "WARRANT VALUATION AND EXERCISE STRATEGY", JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS 12 (1983) 211-235, NORTH HOLLAND.

FISCHER BLACK AND MYRON SCHOLES. (1973) "THE PRICING OF OPTIONS AND CORPORATE LIABILITIES", JOURNAL OF POLITICAL ECONOMY 81, 637-659.

FRENCH KENETH R. (1983) "A COMPARISON OF FUTURES AND FORWARD PRICES", JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS 12 (1983) 311-342, NORTH HOLLAND.

KAUFMAN PERRY J. (1984) HANDBOOK OF FUTURES MARKETS , GROWTH AND ORGANIZATION OF COMMODITY MARKETS, A.WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION, NEW YORK 1984.

KUWAHARA, HIROTO, AND TERRY A. MARSH, 1994. "WHY DOESNT BLACK-SCHOLES MODEL FIT JAPANESE WARRANTS AND CONVERTIBLE BONDS", JAPANESE JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, VOL 1 No 1.

LAUTERBACH BENI, SCHULTZ PAUL. (1990) "PRICING WARRANTS": AN EMPIRICAL STUDY OF THE BLACK AND SCHOLES MODEL AND ITS ALTERNATIVES, JOURNAL OF FINANCE, VOL XLV, No 4, 1990.

MERTON R. (1973) "THEORY OF RATIONAL OPTION PRICING", BELL JOURNAL OF ECONOMICS AND MANAGEMENT SCIENCE 3, 141-183.

NOREEN, E. AND M. WOLFSON. (1981) "EQUILIBRIUM WARRANT PRICING MODELS AND ACCOUNTING FOR EXECUTIVE STOCK OPTIONS", JOURNAL OF ACCOUNTING RESEARCH 19, 384-398.

NEW YORK STOCK EXCHANGE. (1989). "OPTIONS FOR TRADERS AND INVESTORS": A GUIDE TO OPTIONS STRATEGIES.

SHARPE ALEXANDER, ALEXANDER GORDON J. (1990) INVESTMENTS, PRENTICE HALL, ENGLEWOOD CLIFFS, NEW JERSEY 1990.

VILLASEÑOR Z: JAIME. (Feb 93) "INTRODUCCION A OPCIONES Y FUTUROS". Mimeo.