



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERIA DE SISTEMAS – OPTIMACIÓN FINANCIERA

**ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN CON COBERTURA DE OPCIONES**

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
MARCO ANTONIO NÁJERA PRIETO

TUTOR PRINCIPAL  
DR. ORTIZ CALISTO EDGAR  
FAC. DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

MÉXICO, D. F. JUNIO 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Hernández Álvarez Federico  
Secretario: M. C. Sánchez Cerón Jorge Eliecér  
Vocal: Dr. Ortiz Calisto Edgar  
1<sup>er.</sup> Suplente: M. F. González Castañón Jorge Alberto  
2<sup>do.</sup> Suplente: M. I. Silva Haro Jorge Luis

Lugar donde se realizó la tesis:

Universidad Nacional Autónoma de México  
Posgrado de Ingeniería  
México, D.F.

**TUTOR DE TESIS:**

Ortiz Calisto Edgar

-----  
**FIRMA**

A mis padres por todo el apoyo no sólo durante estos años. Su ejemplo provoca que cada día me esfuerce más.

A mi hermana por su cariño y atención. Su imagen de perseverancia es invaluable.

Al Dr. Edgar Ortiz por compartir sus conocimientos y por el apoyo durante estos años, además de brindarme su grandiosa amistad.

Al Dr. Federico Hernández, al M.F. Jorge Alberto González, al M.I. Jorge Luis Silva y al M.C. Jorge Eliecer Sánchez por sus comentarios para enriquecer en este trabajo.

A los compañeros y amigos de vida que he tenido, me siento afortunado por tenerlos en mi vida. Ustedes saben la forma en la que me han marcado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por ayudarme a cumplir una meta más.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser mi gran hogar.

**CON EL AZUL Y ORO POR SIEMPRE EN EL CORAZÓN**

---

# Estrategias de inversión con cobertura de opciones

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>CAPITULO 1</b> .....	<b>3</b>
<b>OPCIONES FINANCIERAS</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Desarrollo histórico</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Principales mercados de derivados organizados internacionales</b> .....	<b>4</b>
a. Chicago Mercantile Exchange (CME Group) .....	<b>5</b>
b. Chicago Board Options Exchange (CBOE) .....	<b>6</b>
c. London International Financial Futures Exchange (LIFFE) .....	<b>6</b>
d. Euronext.....	<b>7</b>
e. NYSE Euronext .....	<b>7</b>
<b>3. Opciones negociadas en el extranjero</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Descripción y características de las opciones</b> .....	<b>9</b>
<b>5. Mercado organizado</b> .....	<b>15</b>
<b>6. Mercado Over-the-counter (OTC)</b> .....	<b>15</b>
<b>7. Mercado Mexicano de Derivados (MexDer)</b> .....	<b>16</b>
<b>8. Asigna, Compensación y Liquidación</b> .....	<b>16</b>
<b>9. Otros estudios</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPITULO 2</b> .....	<b>19</b>
<b>RIESGO EN LOS MERCADOS DE OPCIONES</b> .....	<b>19</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>19</b>
<b>2. Casos históricos de colapsos de opciones</b> .....	<b>20</b>
a. El caso de los hermanos Hunt y la plata (1979).....	<b>20</b>
b. Metallgesellschaft MGRM (1993).....	<b>21</b>
c. Orange County (1994).....	<b>22</b>
d. Banco Barings (1995).....	<b>23</b>
<b>3. Patrones de cambio de los índices bursátiles y las opciones</b> .....	<b>24</b>
<b>4. Tipos de cobertura</b> .....	<b>30</b>
a. <b>Opciones sintéticas</b> .....	<b>31</b>
Compra de Opción call sintética .....	<b>31</b>
Venta de una Opción call sintética.....	<b>31</b>

Compra de una Opción put sintética.....	32
Venta de una Opción put sintética.....	32
<b>b. Uso del activo y opción con el uso de diferenciales .....</b>	<b>33</b>
Método alcista (bull spread).....	33
Método bajista (bear spread) .....	34
Método compra de mariposa (Long butterfly) .....	34
Método venta de mariposa (Short butterfly) .....	35
<b>c. Cobertura con combinación de opciones .....</b>	<b>36</b>
Método compra de un cono (Long Straddle).....	36
Método de venta de un cono (Short Straddle).....	36
Método cuna comprada (Long strangle) .....	37
Método cuna vendida (Short Strangle) .....	37
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>40</b>
<b>ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>1. Parámetros requeridos para la cobertura .....</b>	<b>41</b>
<b>2. Medidas de sensibilidad de las Opciones .....</b>	<b>42</b>
Cobertura delta.....	42
Cobertura gamma .....	43
Cobertura delta en la serie del IPC.....	44
Cobertura gamma en la serie del IPC .....	48
<b>3. Coberturas en el Índice de Precios al Consumidor .....</b>	<b>50</b>
a. Cobertura bull .....	50
b. Cobertura bear .....	53
c. Cobertura long straddle .....	55
d. Cobertura short straddle .....	57
e. Cobertura long strangle .....	59
f. Cobertura short strangle.....	60
g. Cobertura long butterfly .....	61
h. Cobertura short butterfly.....	63
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>

---

# *INTRODUCCIÓN*

---

Históricamente las opciones han tenido un desarrollo que ha provocado problemas financieros debido a usos incorrectos o especulativos. A pesar de ello, estos productos derivados han adquirido un desarrollo muy rápido en últimas décadas. Para confirmar esta idea basta con observar el número de contratos negociados o con los tipos de opciones existentes en los distintos mercados.

Dichos productos financieros son altamente apalancados además, considerando que en muchas ocasiones sólo se limitan a ser consideradas como un método de inversión, genera que en los mercados financieros exista incertidumbre debido al comportamiento que puedan tener dichos productos.

Sin embargo, existen diferentes tipos de beneficios las opciones que otorgan a los inversionistas en caso de ser usadas de manera correcta, uno de ellos es proteger la inversión realizada en un activo de tal manera que no pierda valor con respecto al tiempo. Para ello, se deben considerar que las variables que afectan el precio del activo pueden cambiar de manera repentina.

Los precios de acciones o del Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV aumentan o disminuyen de valor dependiendo de diferentes motivos, como puede ser la oferta y la demanda de los inversionistas, la especulación, el movimiento de otros mercados, decisiones empresariales o bien motivos políticos e inclusive eventos naturales provocando en ocasiones que el desenlace de las inversiones sea una catástrofe en distintos niveles.

Todo ello provoca que las inversiones realizadas causen un beneficio o una deuda, además, ya que no se puede predecir el movimiento o las tendencias de los precios, la incertidumbre aumenta.

En décadas recientes, debido a la alta especulación sobre el movimiento de los precios en los mercados financieros, la necesidad de administrar el riesgo de una forma adecuada cada vez es mayor. El poder diferenciar la procedencia del riesgo, evitarlo o limitarlo así como monitorearlo ha causado diferentes tipos de análisis. Uno de los inconvenientes es que no se puede generalizar la respuesta ante ciertas circunstancias debido a que los escenarios no son iguales.

Una forma de evitar pérdidas en una inversión es proteger el valor del portafolio mediante el uso de coberturas generadas con opciones, esto para poder lograr una cobertura óptima, por lo que se debe tener en consideración que el uso de opciones de manera adecuada puede ser

un método de cobertura financiera, es decir, que tenga un funcionamiento similar al de un seguro.

El presente trabajo tiene como propósito conocer el nivel de sensibilidad del comportamiento de diferentes coberturas generadas con opciones ante cambios de la griega delta. Además realizar una comparación entre las diferentes coberturas para conocer si es conveniente, en ciertos casos, realizar coberturas dinámicas. Para ello, se realizan ajustes de manera periódica para mantener el nivel de cobertura del portafolio.

El portafolio de inversión que se plantea proteger replica el movimiento del IPC durante el periodo de diciembre de 2006 hasta diciembre de 2011. Las coberturas a estudiar tienen una vigencia de 3 meses además de que cada cobertura es analizada en distintos escenarios, donde variables como la volatilidad y el comportamiento del mercado son diferentes.

Para analizar cada cobertura se utilizan datos de cada contrato para realizar ajustes de manera mensual de tal manera que el portafolio no pierda su valor con respecto a las variaciones del índice en el mercado. Estos ajustes se realizan dependiendo de los valores de la griega delta y se realizan cada mes.

El trabajo se encuentra compuesto por tres capítulos. En el primero se abordan a las opciones financieras comenzando por el desarrollo y el impacto que han tenido a través de la historia. Posteriormente se muestran a principales mercados extranjeros así como el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer) y la Cámara de Compensación Asigna. Finalmente, se incluye una sección para conocer y mostrar las diferencias con otros tipos de estudios similares.

En el segundo capítulo se desarrolla el riesgo existente en los mercados de opciones. Se comienza con algunos de los casos históricos que han provocado grandes pérdidas económicas con diferentes tipos de derivados. Posteriormente analiza el comportamiento del cambio de los índices bursátiles con respecto a las opciones. Asimismo, se muestra de manera general los diferentes tipos de coberturas que se utilizan en este estudio, ello con el objetivo de conocer las características que presenta cada protección.

El último capítulo está compuesto por el estudio de la delta y gamma de las opciones del IPC. Se analizan las griegas para utilizarlas como cobertura de un portafolio y posteriormente se aplica a la serie del IPC. Finalmente, se contrastan las diferentes coberturas en los escenarios diferentes para analizar las ventajas y desventajas entre las coberturas así como con el comportamiento del IPC en caso de aventurarse sin una protección en la inversión.

Se considera el hecho de proteger un portafolio del IPC sobre cualquier otra acción debido a que este índice es el representativo para mostrar el movimiento de las principales empresas de la BMV, además que sólo existen opciones sobre algunas acciones. Además los contratos negociados mensuales de las opciones del IPC muestran mayor regularidad que el resto de las opciones.

---

# CAPITULO 1

---

## OPCIONES FINANCIERAS

### 1. Desarrollo histórico

Las opciones financieras como se les conoce hoy son resultado de los procesos de globalización económica y financiera de las últimas cuatro décadas. Sin embargo, cuentan con muchos antecedentes. Por ejemplo, en Grecia, durante el siglo VI a.C., Tales de Mileto previó una abundante cosecha de aceitunas<sup>1</sup>, a pesar de que era la época de invierno, realizó pequeños depósitos sobre los campos de olivos obteniendo un bajo precio dado que no existía indicio alguno de la recolección. Además, reservó con anticipación el uso exclusivo de las prensas locales. Este hecho es considerado como una de las primeras opciones realizadas.

También se tiene que los babilonios utilizaban un método similar al uso de una opción para tener la posibilidad de cancelar un préstamo<sup>2</sup>. El sistema de contratos funcionaba de tal manera que el inversionista aportaba capital, sin embargo si los comerciantes eran despojados de sus bienes se podía cancelar el préstamo, a cambio de esta protección los comerciantes pagaban una cantidad extra.

En muchas ocasiones se negocian opciones sin poseer el activo, algo que ocurría aproximadamente en el siglo XIII en las ferias medievales, debido a que en las lonjas<sup>3</sup>, se realizaban la compra y venta de diversas mercancías sólo que sin la presencia física de ellas, por lo que la mercancía se transportaba del lugar de origen al destino final.

Un par de siglos posteriores, el avance comercial se registra en los Países Bajos, ya que los holandeses se aventuraban viajando a las Indias Orientales en busca de diversas mercancías.

---

<sup>1</sup> Tales de Mileto fue un filósofo, matemático y astrónomo griego, sin embargo, también fue uno de los precursores de las opciones aunque la idea no tuvo auge durante la época. Para mayores detalles véase Nuño, (2005).

<sup>2</sup> En caso de ser necesario se puede consultar Jorion, (1995).

<sup>3</sup> De acuerdo con la Real Academia Española (RAE), una lonja es un edificio público donde se juntan mercaderes y comerciantes para tratos y comercios. Otro concepto ajeno a RAE una lonja se refiere a la bolsa de valores de un lugar.

Este proyecto tenía un alto costo mismo que era cubierto por un grupo de mercaderes. Una vez que regresaba la expedición, la mercancía era repartida de manera proporcional entre los inversionistas. En la ciudad de Amberes se llevarían a cabo negociaciones de esos productos en las lonjas, sin embargo, pronto se vería rebasada por el mercado en Ámsterdam.

La Bolsa de Ámsterdam oficialmente abriría en 1602 siendo considerada la bolsa más antigua del mundo<sup>4</sup>. La importancia del desarrollo del mercado accionario en los Países Bajos es importante para las negociaciones de opciones debido a que en la ciudad holandesa, se creó el primer mercado organizado donde se negociaron opciones.

Para asegurar que las variaciones del precio no afectaran, los negociantes compraban opciones call y put, donde se tiene el derecho de comprar y de vender respectivamente, sobre los bulbos de tulipán. Sin embargo, este mercado no tenía un mecanismo que reglamentara los pagos de las contrapartes, por lo que años después fracasaría por ser considerado un mercado fraudulento.

No solamente en Holanda se comerciaron opciones sino también en otros países como Inglaterra, donde las opciones sobre acciones de algunas compañías comerciales eran ofrecidas en el mercado inglés, sin embargo, una fuerte caída de precios de una compañía provocó que el mercado de opciones fuera declarado como ilegal.

En 1668 José de la Vega, en su libro *Confusión de Confusiones*<sup>5</sup>, relata varios los puntos en la negociación de opciones que en la actualidad son conocidos, como lo son los inversionistas optimistas o los pesimistas, de cómo las noticias sobre embarcaciones próximas a llegar alteran el precio de las acciones, provocando aumentos o desplomes, de la manera en la que la información es utilizada de manera privilegiada o manipulada. Además, también comienza por analizar el funcionamiento de las opciones sobre acciones, de los posibles resultados finales dependiendo de la situación en la que se encuentren. Siglos después, el mercado de opciones volvería a aparecer con mayor fuerza y con una mejor regulación.

## 2. Principales mercados de derivados organizados internacionales

Algunos de los principales mercados bursátiles a nivel internacional se encuentran los siguientes:

- Chicago Mercantile Exchange (CME Group) Estados Unidos
- Chicago Board Options Exchange (CBOE) Estados Unidos
- Bolsa de Mercaderías y Futuros (BM&F) Brasil
- Tokyo Grain Exchange (TGE) Japón

---

<sup>4</sup> La Bolsa de Ámsterdam abre operaciones al sacar a la venta acciones de Dutch East India Company, una compañía dedicada a la exploración y colonización, estas actividades las realizaba mediante navíos. Sin embargo, debido a los altos ingresos requeridos emite acciones para financiar sus actividades.

<sup>5</sup> José de la Vega fue un mercader y poeta sefardí. Su obra de mayor importancia "*Confusión de Confusiones*" se considera el primer libro sobre la bolsa de valores y ha sido objeto de estudio por diferentes profesionales como historiadores y economistas entre otros.

## Opciones Financieras

- London International Financial Futures Exchange (LIFFE) Inglaterra
- EUREX Unión de bolsas de Alemania y Suiza
- NYSE EURONEXT Unión de bolsas de Europa y Nueva York
- Mercado Español de Futuros y Opciones Financieros (MEFF) España

### a. Chicago Mercantile Exchange (CME Group) <sup>6</sup>

Este grupo se encuentra conformado por varias bolsas de derivados de Estados Unidos, principalmente por Chicago Board of Trade (CBOT) así como Chicago Mercantile Exchange (CME). Además, también se encuentra el New York Mercantile Exchange (NYMEX) y COMEX.

En 1848 se fundó el primer mercado de derivados fue el CBOT y por mucho tiempo fue considerado el mercado más antiguo del mundo. En un principio los productos que se negociaban fueron agrícolas como el maíz, la avena y el trigo.

Por otro lado, en 1898 inicia operaciones el mercado Chicago Butter and Egg Board que posteriormente se convertiría en el Chicago Mercantile Exchange en 1919. En la década de 1960's se comenzaron a negociar productos agrícolas además de carne congelada, tocino, ganado. Mientras tanto, el CBOT comercia futuros no agrícolas como el oro y la plata entre otros.

En los siguientes 40 años, ambos mercados introducen derivados de productos financieros. Mientras que CBOT negocia con activos como tasas de interés, tasas de Government National Mortgage Assosiation (GNMA) y opciones sobre futuros, el CME hace lo propio con acciones, futuros del Eurodólar, índices como S&P 500 y derivados climáticos.

En el 2002, CME se convirtió en el primer centro financiero en convertirse público al listar sus acciones en el mercado de Nueva York, tres años más tarde aparecerían acciones del CBOT en el mismo mercado.

Ambas instituciones firman un acuerdo en 2006 para realizar una fusión entre ambas instituciones esperando que sea aprobado por los accionistas. Un año más tarde, se oficialmente se fusionan dando origen al CME Group. Un año después dicho grupo adquiere al NYMEX provocando que cerca del 90% de los futuros negociados en Estados Unidos se realicen en este mercado.

---

<sup>6</sup> Apareció con la unión del Chicago Mercantile Exchange (CME) y Chicago Board of Trade (CBOT). A menos que se indique lo contrario esta sección se puede consultar en <http://www.cmegroup.com/> 15 de febrero de 2011

### b. Chicago Board Options Exchange (CBOE)<sup>7</sup>

El primer mercado en Chicago en negociar opciones estandarizadas fue el CBOE, fundado en 1973. El primer día de operaciones, el 26 de abril, se negociaron 911 contratos sobre 16 acciones. Dos años más tarde se comenzó a reportar el precio de las opciones de manera computarizada, asimismo, se adoptó el método de valuación propuesto por Black-Scholes. En 1977 se comenzaron a negociar opciones puts.

En los primeros años de 1980's aparece el índice CBOE-100 que posteriormente cambió a S&P 100, además se comienzan a negociar contratos sobre el índice S&P 500 y años después sobre el NASDAQ. Por otro lado, debido a la creciente demanda e importancia de negociaciones de opciones a nivel internacional crea *The Options Institute* encargado de educar a los inversionistas sobre el uso de opciones.

Posteriormente, en 1989 y en la siguiente década, se comienzan a negociar opciones de tasas de interés, opciones de largo plazo, opciones del promedio industrial Dow Jones, entre otras. También da a conocer el índice de volatilidad del CBOE (*CBOE volatility index VIX*).

En el nuevo siglo continúa a la vanguardia realizando diferentes expansiones en sistemas electrónicos de negociaciones. Además por varias ocasiones se alcanzan diferentes niveles de negociaciones de máximos históricos por varias ocasiones superando el record anterior. El índice VIX se convierte en la segunda opción con mayor número de negociaciones de una opción indexada.

### c. London International Financial Futures Exchange (LIFFE)<sup>8</sup>

El mercado inglés responsable de negociar derivados es el London International Financial Futures Exchange establecido en septiembre de 1982. En un principio, el mercado LIFFE fue creado para negociar opciones y futuros, en sus primeros 10 años ofreció contratos sobre tasas de interés en la mayoría de las monedas del mundo. En cuestión de años, el LIFFE aumentó los productos que ofrecía a sus inversionistas al fusionarse en 1992 con el London Traded Options Markets (LTOM) que se encargaba de negociar opciones sobre acciones y en 1996 con London Commodities Exchange que negociaba activos agrícolas.

A partir de 1999, debido a la aparición del euro, se comenzaron a negociar derivados de Euribor que es una tasa de referencia basada en el promedio de las tasas de préstamo entre bancos del mercado del euro.

---

<sup>7</sup> La historia de CBOE así otros datos sobre los tipos de derivados que se negocian en este mercado se puede consultar en: <http://www.cboe.com/AboutCBOE/History.aspx>

<sup>8</sup> La historia de LIFFE se puede consultar en el siguiente link, se encuentra incluida desde el inicio incluyendo la fusión con Euronext <http://corporate.nyx.com/en/who-we-are/history/london> 18 de febrero de 2011

## Opciones Financieras

En enero de 2002 se realiza la adquisición de LIFFE por parte de Euronext, uno de los objetivos fue complementar al mercado de derivados de Euronext creando a Euronext.liffe creando un mercado único de derivados comercializándose solamente en LIFFE Connect. Este avance tecnológico se vendió a bolsas como TIFFE, ahora Tokyo Futures Exchanges, (2001), Chicago Board of Trade (2003) y Tokyo Stock Exchange (2008). Primero comenzó en París y Bruselas en el 2003, para después extenderse a Lisboa y Ámsterdam. De esta manera, el comercio de derivados a nivel internacional comenzó a realizarse de manera más barata y sencilla.

### **d. Euronext**

El 22 de septiembre de 2000, las bolsas de Ámsterdam, París y Bruselas tomaron ventaja sobre el resto de los mercados europeos al realizar una unión de mercados. En diciembre de 2001 Euronext adquiere a LIFFE, el mercado inglés, que sigue operando de acuerdo a su reglamentación. En el 2002, se realiza la fusión junto con el mercado portugués creando a Euronext Lisboa filial situada en dicho país. El Euronext tiene sus oficinas centrales en Ámsterdam, sin embargo tiene oficinas filiales en Lisboa, Londres, París, Bruselas.

Este mercado ha introducido una gran variedad de contratos de futuros, en Euronext París son negociados algunos futuros, mientras que en Euronext.LIFFE es responsable del resto de futuros y opciones

El Euronext.LIFFE fue formado en enero de 2002 cuando el Euronext se hizo cargo de LIFFE mientras que la actividad en el mercado de derivados que existía en las ciudades de Ámsterdam, París, Bruselas y Lisboa fueron fusionadas al Euronext.LIFFE. Las negociaciones se realizan de manera electrónica en una plataforma del nuevo mercado, donde se ofrecen productos de futuros ya opciones de bonos, tasas de interés de corto plazo, swaps, acciones y commodities.

### **e. NYSE Euronext**

En mayo del 2006 el grupo NYSE realizó una oferta de compra que consistía en una cantidad en efectivo y otra parte en acciones al Euronext ambos grupos acordaron una fusión sujeto a la aprobación de accionistas y aprobación de las instituciones reguladoras. En un principio después de tener una respuesta afirmativa de la fusión, se acordó que se llamaría NYSE Euronext, las oficinas centrales se encontrarían en Nueva York mientras que la plataforma de operación se encontraría en París. Además se tuvo la intención de que fuera el primer mercado de acciones y derivados que se encontrara abierto durante 21 horas y que la bolsa italiana se uniera. Formalmente, el 4 de abril de 2007 comenzó operaciones el NYSE Euronext.

El 9 de febrero de 2011, en una noticia publicada en la página electrónica de NYSE Euronext, se reconoce que existe interés de fusión entre esta bolsa y su similar alemana provocando que se convirtiera en el líder en negociación en derivados y en administración de riesgos ofreciendo al público una variedad de productos de escala global.

La posible fusión se generaría una nueva entidad que tendría dos sedes, una en Nueva York y otra en Frankfurt. En caso de llevarse a cabo, aproximadamente entre el 59% y el 60% de las acciones pertenecería a Deutsche Börse y el 40% o 41% restante pertenecería a NYSE Euronext sobre el total de las acciones de la compañía combinada.

En Latinoamérica, la Bolsa de Mercaderías y Futuros de Sao Paulo (BMSP) comienza a operar opciones en futuros el 31 de enero de 1986 y 11 años más tarde se fusiona con la Bolsa de Derivados de Río de Janeiro (Verchik, 2000).

### 3. Opciones negociadas en el extranjero

Existen diferentes tipos de opciones negociadas en nuestro país. A continuación se enlistan los contratos de opciones negociados en nuestro país<sup>9</sup>:

- Opciones sobre divisas.
- Opciones sobre índices bursátiles.
- Opciones sobre acciones.
- Opciones sobre tasas de interés.

Además, en los últimos años han aparecido opciones que tienen distintos tipos de activos subyacentes que son negociados en mercados internacionales. Otros de los principales activos se muestran a continuación:

- Opciones Agrícolas. Generalmente, se consideran granos y semillas como el maíz, soya, trigo, frijol, avena. También se negocia madera, lácteos, artículos perecederos, café, azúcar y ganado.
- Energéticos. Se encuentra el petróleo, el gas natural, electricidad, productos refinados y carbón.
- Metales. Metales preciosos como el oro y la plata, cobre, uranio, metales ferrosos como el acero.
- Climáticos. Como la temperatura, huracanes, heladas, nevadas y lluvias.
- Inflación. Surgió en enero de 2008 en el mercado Eurex, se utiliza el *Harmonized Index of Consumer Products (HICP)*, exceptuando el tabaco, que mide la inflación en la zona europea.
- *Property Derivates*<sup>10</sup>. Fueron negociados a partir de 2009 en el mercado Eurex. Tiene como activo financiero el *IPD UK Annual All Property Index*<sup>11</sup>, que puede ser usado en

---

<sup>9</sup> En el siguiente link se puede tener mayor conocimiento sobre los contratos que se ofrecen en MexDer, así como las características de cada contrato en específico. [www.mexder.com.mx](http://www.mexder.com.mx) 8 de marzo de 2011

## Opciones Financieras

una gran cantidad de negociaciones de derivados, permitiendo a los inversionistas el aumentar o disminuir su exposición al riesgo de propiedad al comprar o vender contratos que se reflejan a partir del movimiento de los índices.

Cabe aclarar en el caso de las opciones sobre acciones, no se pagan dividendos al tenedor de dicha opción.

### 4. Descripción y características de las opciones.

Un producto financiero derivado es una “familia o conjunto de instrumentos financieros, cuya principal característica es que están vinculados a un valor subyacente o de referencia”<sup>12</sup>. Una opción es un contrato que le da al tenedor o comprador el derecho, más no la obligación, de comprar o vender un activo subyacente en una fecha predeterminada y a un precio establecido.

Analizando la definición, se presentan ciertos términos que se definen a continuación. El activo subyacente es el bien a negociar. Existen diferentes tipos de activos como divisas, acciones, índices accionarios, petróleo, minerales e incluso futuros, swaps y sobre el clima<sup>13</sup>. La fecha predeterminada es la fecha de vencimiento, es decir, es el último día en que la opción se puede ejercer. El precio establecido se conoce como precio de ejercicio. Dicho precio se establece al momento pactar el contrato. Una prima es el precio pagado por el titular para adquirir el derecho correspondiente.

A partir de la definición de opción, se pueden presentar dos tipos de opciones:

- i. Opción de compra (Call)
- ii. Opción de venta (Put)

La opción de compra le da al tenedor el derecho de comprar un activo en una fecha determinada a un precio establecido. Por otra parte, la opción de venta otorga el derecho de venta de un activo.

Otra forma de clasificar a las opciones es mediante su fecha de vencimiento. Existen opciones americanas y europeas. Las opciones americanas son aquellas que pueden ser

---

<sup>10</sup> Para mayor información sobre estos derivados negociado en el mercado *Eurex* se puede consultar: [http://www.eurexchange.com/trading/products/PRD\\_en.html](http://www.eurexchange.com/trading/products/PRD_en.html) 10 de marzo de 2011

<sup>11</sup> El índice IPD existen en varios países como Australia, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón entre otros. En el link se puede obtener mayor información sobre cada uno de ellos. <http://www.ipd.com/OurProducts/Indices/DerivativesInformation/tabid/485/Default.aspx> 25 de febrero de 2011

<sup>12</sup> La definición completa se puede consultar en el glosario de MexDer en: <http://www.mexder.com.mx> 8 de febrero de 2011

<sup>13</sup> A nivel mundial, existen diferentes mercados que son especializados en ciertos activos subyacentes, por ejemplo, en el Chicago Board options Exchange (CBOE) se negocian principalmente activos financieros, mientras que en el Chicago Mercantile Exchange (CME) diversos productos agroindustriales, por sólo mencionar dos casos.

ejercidas en cualquier momento durante la vida de la opción, mientras que las opciones europeas pueden ser ejercidas sólo en la fecha de vencimiento.

Debido a esta diferencia, las opciones europeas tienen un precio menor con respecto a las opciones americanas, esto se debe a que las opciones americanas tienen la posibilidad de ser ejercidas en cualquier momento, incluyendo el caso en que se presente una ganancia atractiva, algo que no puede ocurrir con las opciones europeas.

En una opción de compra, existen dos posiciones, la posición larga y la posición corta. El primer caso es cuando el inversionista adquiere el derecho de compra mientras que la posición corta tiene la obligación de vender el activo.

De manera similar, la posición larga de una opción de venta adquiere el derecho de vender el activo, por lo que la posición corta de la opción tiene la obligación de vender. En resumen se presenta la siguiente tabla:

	Opción de compra	Opción de venta
<b>Posición larga</b>	Derecho de comprar	Obligación de vender
<b>Posición corta</b>	Derecho de vender	Obligación de comprar

Una opción es un instrumento financiero que tiene objetivos tanto microeconómicos como macroeconómicos (Díaz Tinoco, 1996):

Objetivos microeconómicos	Objetivos macroeconómicos
Un inversionista lo utiliza para protección del riesgo.	Formación más eficiente de precios de los valores subyacentes.
Un inversionista lo utiliza para invertir o especulación	Mejora los niveles de liquidez en el mercado.
	Ampliar las oportunidades de arbitraje. Permite perfiles de riesgo y rendimientos controlables.

Los precios de las opciones se encuentran determinados por diferentes características como pueden ser el tipo de contrato, el estilo de la opción, el precio fijado así como la fecha futura y el precio del activo en el mercado. Realizando un análisis de las características antes mencionadas, una opción puede ser ejercida dependiendo de la posición en la que se encuentre. De manera sencilla, existen tres tipos de posiciones las cuales se muestran a continuación:

- **Fuera de dinero.** Se dice que una opción se encuentra fuera de dinero cuando el comprador no tiene el deseo de comprar el activo. En una opción de compra se presenta cuando el precio del activo es menor que el precio pactado en el contrato, motivo por el cual no tiene sentido ejercerla ya que se pagaría a un precio mayor del que se puede adquirir en el mercado.

## Opciones Financieras

De manera análoga, se presenta el caso en una opción de venta cuando el precio de mercado es mayor que el precio de ejercicio, en esta ocasión se tendría que vender el activo a un precio menor del que se puede negociar en el mercado.

En ambos casos la pérdida es el costo de la prima.

- En dinero. Una opción tanto de compra como de venta se dice que está en dinero cuando ambos precios, de ejercicio y de mercado, son iguales. En estos casos las opciones tampoco se ejercen debido a que el activo se puede comprar o vender, según sea el caso, al mismo precio.
- Dentro de dinero. Una opción se puede ejercer cuando se encuentra dentro de dinero, En una opción de compra el precio de mercado es mayor que el precio de ejercicio establecido en el contrato. La ganancia es el diferencial entre el precio de ejercicio y el precio de mercado descontando el monto de la prima.

En una opción de venta, la situación se presenta cuando el precio de mercado es menor que el precio de ejercicio. Análogamente, la ganancia se representa por la diferencia del precio de ejercicio y el precio de mercado descontando el monto de la prima.

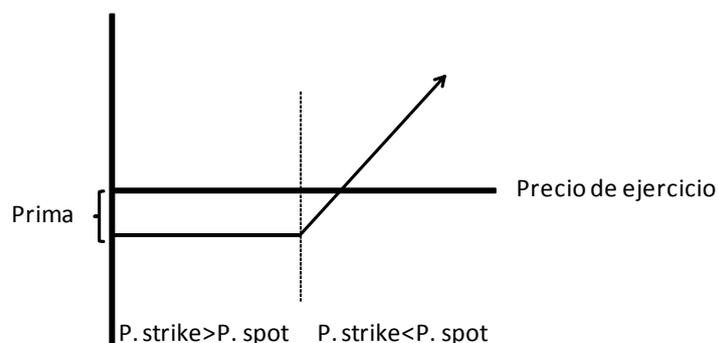
La ganancia o pérdida neta de los resultados anteriores se puede resumir en la siguiente tabla:

**Tabla 1 Estado de resultados neto en una posición larga**

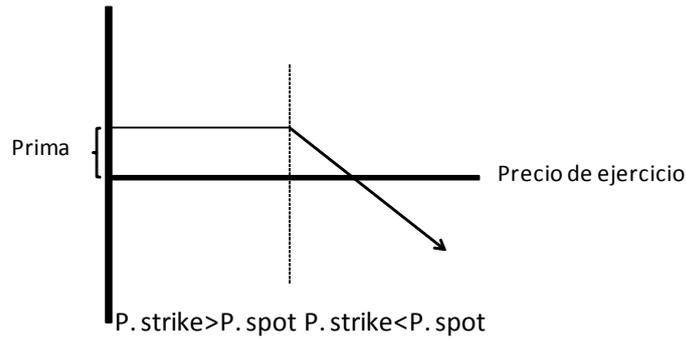
	<b>Opción de Compra</b>	<b>Opción de Venta</b>
Precio de mercado > Precio de ejercicio	Dentro de dinero $(M - S) - k$	Fuera de dinero $-k$
Precio de mercado = Precio de ejercicio	En dinero $-k$	En dinero $-k$
Precio de mercado < Precio de ejercicio	Fuera de dinero $-k$	Dentro de dinero $(S - M) - k$

donde  $M$  es el precio de mercado,  $S$  es el precio de ejercicio y  $k$  es el monto de la prima.

**Gráfica 1 Posición larga de una opción call**



Gráfica 2 Posición corta de una opción call

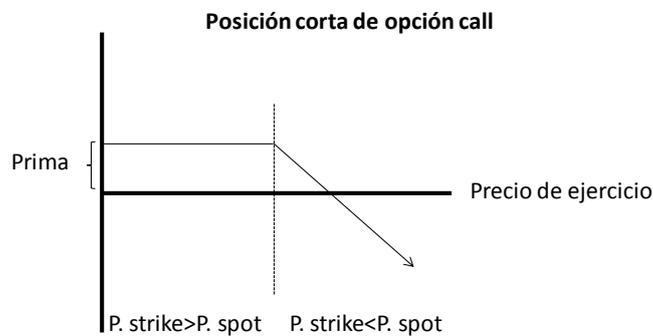


En el caso de las posiciones cortas en ambos contratos, tienen la obligación de vender, por lo que el estado de resultados de una opción de compra y de venta es opuesto a la tabla 1, esto se puede ver en la siguiente tabla.

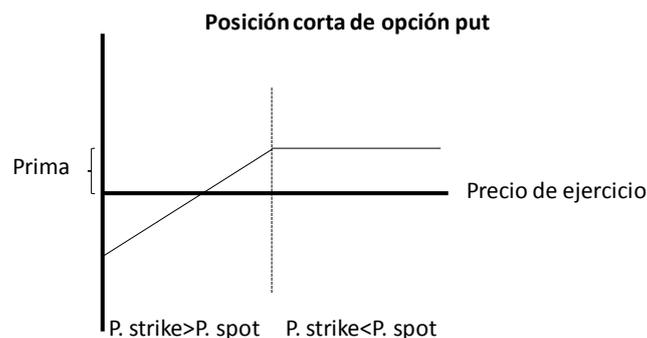
Tabla 2 Estado de resultados neto en una posición larga

	Opción de Compra	Opción de Venta
Precio de mercado > Precio de ejercicio	Dentro de dinero $(M - S) - k$	Fuera de dinero $-k$
Precio de mercado = Precio de ejercicio	En dinero $-k$	En dinero $-k$
Precio de mercado < Precio de ejercicio	Fuera de dinero $-k$	Dentro de dinero $(S - M) - k$

Gráfica 3 Posición larga de una opción put



Gráfica 4 Posición corta de una opción put



Las opciones tienen tres tipos de uso, cobertura, especulación y arbitraje.

- *Cobertura.*

El uso de opciones como una cobertura tiene un funcionamiento similar a un seguro. Por ejemplo, supóngase que una institución tiene deuda en dólares, por lo que para disminuir el riesgo de la volatilidad del tipo de cambio decide comprar opciones de dólares. Si la deuda se tiene que cubrir en un año y es de 5,000,000 USD, el tipo de cambio actual es de 12.2996 y la prima por comprar la opción call es de \$0.50 con un precio de ejercicio de \$14.50, se pueden presentar los siguientes escenarios:

- Se espera que un año el tipo de cambio suba a \$17 por dólar  
Si la institución se asegura mediante la compra de opciones, entonces tiene que comprar 500 opciones<sup>14</sup>, por lo que tiene una inversión de:

$$\text{Monto de la inversión} = 500 \text{ opciones} * \$5 = \$2,500$$

Al cabo de un año, dado que el tipo de cambio se tiene que el ahorro es:

$$\text{Ganancia} = (\$17 - \$14.50) * 5,000,000 = \$12,500,000$$

Si no se compraran dólares, la pérdida es el total de la compra de dicha divisa con un costo de \$17 pesos.

- El tipo de cambio baje a \$10 por dólar

Si compra opciones, se tiene que la pérdida total es el costo de la compra de las opciones.

En caso que no hubiera comprado las opciones su gasto es sólo la compra de los dólares.

- *Especulación.*

<sup>14</sup> Cada contrato de opciones es por 10,000 dólares. Opciones sobre el dólar. <http://www.mexder.com.mx>

Cuando las opciones se utilizan como especulación se puede decir que se tiene una fuente de financiamiento. Para clarificar la posición se presenta el siguiente ejemplo. Supóngase que un inversionista tiene \$10,000 el día de hoy. El precio de la acción A es de \$95 y el costo de una opción de compra con precio de ejercicio de \$100 con vencimiento en tres meses es de \$15. En este caso, el inversionista tiene dos elecciones, comprar 105 acciones o comprar 666 opciones.

Suponiendo que el inversionista decide esperar hasta la fecha de vencimiento, se presentan dos casos, que el precio de la acción A sea mayor o que el precio sea menor. Si el precio de la acción aumenta a \$110 o disminuya a \$85 y compró acciones, se tiene que:

- El precio de la acción es \$110.

Si compró acciones, entonces la ganancia que obtiene es la diferencia del precio de compra y venta por cada acción, es decir:

$$\text{Ganancia} = (\$110 - \$95) * 105 \text{ acciones} = \$1,575$$

Si compró opciones, ejerce las opciones debido a que el precio de ejercicio es menor que el precio de mercado, por lo que la ganancia es la diferencia entre ambos precios por el número de opciones:

$$\text{Ganancia} = (\$110 - \$95) * 666 \text{ opciones} = \$9,990$$

- El precio de la acción es \$85

Si compró acciones, entonces la pérdida es de \$15 por acción, en general se tiene que el resultado de la inversión es:

$$\text{Pérdida} = (\$95 - \$85) * 105 \text{ acciones} = \$1,050$$

Si compró opciones, no ejerce su derecho de compra debido a que pagaría un precio mayor al que puede cubrir en el mercado, por lo que su pérdida es:

$$\text{Pérdida} = (\$95 - \$85) * 666 \text{ opciones} = \$6,660$$

En ambos casos, las opciones hacen que la ganancia/pérdida sea mayor que el uso del activo, en resumen se tiene:

**Ilustración 1 Estado de resultados**

	El precio sube a \$110	El precio disminuye a \$85
Compra de 105 acciones	Ganancia de \$1,575	Pérdida de \$1,050
Compra de 666 opciones	Ganancia de \$9,990	Pérdida de \$6,660

- Arbitraje.

## Opciones Financieras

En este caso, las opciones se utilizan cuando existen imperfecciones en algunos mercados, es decir, se puede realizar varios movimientos para obtener alguna ventaja económica.

De acuerdo a las características de cada opción, se puede decir que en situaciones donde se tienen expectativas alcistas es conveniente comprar una opción call, mientras que uno de los casos en que se puede vender una opción put es cuando se ha decidido vender del activo, de esta forma, se aseguran ingresos adicionales.<sup>15</sup>

Algunas de las ventajas que ofrecen el uso de opciones se muestran a continuación<sup>16</sup>:

- Realiza ganancias ante una inversión pequeña debido al apalancamiento.
- Obtiene ingresos adicionales al decidir vender cierto activo.
- Se obtiene un seguro ante el movimiento de los precios.
- Se fija el precio de compra de un activo.
- Al vender opciones, se puede comprar más barato o vender más caro.

### 5. Mercado organizado

El mercado de derivados es un mercado financiero donde se negocian contratos estandarizados. Un contrato estandarizado se refiere al hecho de que tienen un tamaño estipulado, es decir, las opciones se venden por paquetes y no de manera individual. Las características de los contratos, como tamaño y el vencimiento, son fijados por la bolsa de valores. Algunas de las principales características de un mercado organizado son la liquidez y la seguridad.

### 6. Mercado Over-the-counter (OTC)

El mercado over the counter o en el mostrador es un mercado financiero donde se negocian opciones de manera directa entre el comprador y el vendedor, en este caso el riesgo de crédito es asumido por los compradores.

En el mercado OTC es donde se ofrecen contratos de opciones “hechos a la medida”. Esta característica se debe a que los contratos no son estandarizados por lo que las opciones son del tamaño, fecha de vencimiento y forma que el comprador desee.

En esta categoría se encuentran instituciones financieras como bancos, sociedades de inversión, casas de bolsa principalmente. Cualquier persona acude a este mercado para satisfacer sus demandas.

---

<sup>15</sup> Opciones para obtener lo mejor de la bolsa. <http://www.mexder.com.mx> 15 de mayo de 2011

<sup>16</sup> Las 30 preguntas más frecuentes sobre opciones. <http://www.mexder.com.mx> 15 de mayo de 2011

## 7. Mercado Mexicano de Derivados (MexDer)

En nuestro país el mercado bursátil de derivados es el Mercado Mexicano de Derivados S.A. de C.V. (MexDer). Este mercado empezó a operar el 15 de diciembre de 1998 y los primeros contratos listados fueron sobre futuros.

**MexDer** “es una sociedad anónima de capital variable, que cuenta con autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para proveer las instalaciones y servicios necesarios para cotizar y negociar contratos estandarizados de Futuros y Opciones”<sup>17</sup>. Las instituciones participantes son el MexDer, Asigna, los socios liquidadores y los miembros operadores.

La seguridad que brinda el MexDer se debe a la cámara de compensación. Dicha cámara funge como contraparte en las operaciones financieras que se realizan en el mercado de derivados organizado, en otras palabras, es un intermediario tanto para el comprador como para el vendedor de derivados. Esta figura permite que exista mayor seguridad en cualquier negociación asimismo es quien afronta el riesgo de crédito<sup>18</sup>.

## 8. Asigna, Compensación y Liquidación<sup>19</sup>

En nuestro país Asigna, Compensación y Liquidación es la cámara de compensación. Asigna es un fideicomiso de administración y de pago. La función fundamental es la protección de las operaciones realizadas en MexDer, por lo que se responsabiliza de cumplir con todas las obligaciones adquiridas al operar en el mercado de derivados.

Asimismo opera de tal manera que busca ofrecer servicios de compensación, liquidación y administración de riesgos para operaciones financieras derivadas brindando a sus participantes seguridad, transparencia y calidad crediticia en el mercado de derivados

Existen distintos tipos de riesgos relacionados con los derivados, los cuales Asigna trata de identificar y disminuir. Los principales riesgos son los siguientes:

- Riesgo principal. Es aquel ocasionado por la posibilidad de entregar sin recibir, es decir, cuando se realiza el pago y no se realiza la entrega del activo.
- Riesgo de liquidez. Se presenta cuando alguno de los participantes realiza algún tipo de el incumplimiento en sus pagos, lo que puede provocar que se retrase el flujo de efectivo en otros participantes.

---

<sup>17</sup> [www.mexder.com.mx/MEX/Participa\\_en\\_MexDer.html](http://www.mexder.com.mx/MEX/Participa_en_MexDer.html) 8 de marzo de 2011

<sup>18</sup> El riesgo de crédito es la posibilidad de pérdida que se produce en una operación financiera cuando una contraparte incumple una obligación pactada.

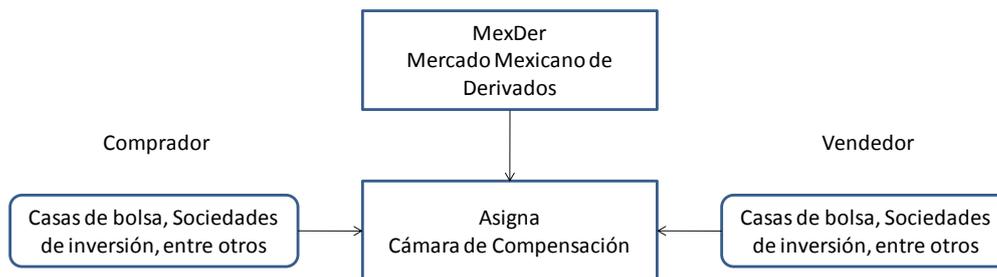
<sup>19</sup> [www.asigna.com.mx](http://www.asigna.com.mx) 9 de marzo de 2011

## Opciones Financieras

- Riesgo de crédito. Es un riesgo que se presenta cuando existe una posibilidad de incumplimiento por cualquiera contraparte debido a una mala administración financiera.
- Riesgo de mercado. Se origina por fluctuaciones en el precio de los activos en el mercado.

Existen diferentes medidas que la cámara de compensación utiliza para limitar estos riesgos, por ejemplo, en el riesgo de mercado se realiza diaria valuaciones en cada posición para evitar que se acumulen pérdidas.

La siguiente imagen muestra el proceso de negociación:



Fuente: Generación Propia

## 9. Otros estudios

En la actualidad el análisis de mercados derivados y su comportamiento se encuentra en diferentes partes de la literatura académica así como de diferentes tipos de estudios. En muchas ocasiones el enfoque se concentra en los métodos de valuación existentes así como en los inconvenientes que se tienen al utilizarlos.

Es conocido en el medio inversionista que las opciones son instrumentos financieros tanto de alto riesgo como útiles para realizar coberturas evitando grandes pérdidas por lo que son productos de alta demanda a nivel mundial, para corroborarlo basta con ver el número de contratos que son negociados de manera diaria en los principales mercados.

Una de las herramientas dentro de la administración de riesgos financieros se enfoca a analizar la posibilidad en que los derivados pueden ser benéficos, particularmente mediante el uso de dos o más opciones, que da origen a las coberturas con opciones.

Dichas coberturas tienen características que definen su uso así como la situación en las cuales se recomiendan poner en práctica. Estas características son el comportamiento de los precios de los activos así como de la tendencia de los mercados dependiendo de la volatilidad.

Existen diferentes tipos de documentos en los cuales se pueden encontrar las maneras de crear coberturas así como una explicación de los beneficios máximos y mínimos, en algunos casos existen ejemplos prácticos para mostrar dicha cobertura. Sin embargo, sólo se pueden encontrar las coberturas básicas.

## *CAPITULO 2*

---

### *RIESGO EN LOS MERCADOS DE OPCIONES*

#### **1. Introducción**

Los productos financieros derivados son instrumentos financieros que tienen una historia extensa, considerando que existen documentos que muestran las negociaciones de opciones en la época de los griegos con la cosecha de aceitunas o bien, con los babilonios que utilizaban un método similar al uso de una opción para tener la posibilidad de cancelar un préstamo<sup>20</sup>. Siglos después aparecieron en mercados europeos como en Ámsterdam cerca de 1630 donde se dejaron de ofrecer por ser considerados fraudulentos y años después en Londres donde se catalogaron como instrumentos basados en juegos de azar. En Estados Unidos se dejaron de negociar debido que la incertidumbre del mercado provocó grandes pérdidas.

Se puede considerar que el origen de las opciones es neutralizar el riesgo sin embargo debido ventajas que tienen las opciones han aumentado su uso. En un principio se puede decir que el objetivo ha sido protegerse ante cambios en los precios, aunque en la actualidad se puede ver como inversionistas y empresas se encargan de utilizar a las opciones tanto como método de financiamiento o arbitraje como especulativos.

Las opciones tienen diferentes características que las hacen atractivas en el mercado bursátil. Sin embargo, al no ser utilizadas de manera correcta se pueden tener resultados catastróficos. También se puede caer en un error al no considerar que los movimientos en los precios de los activos en el mercado tengan cambios que pueden provocar pérdidas no esperadas. Principalmente esto se debe a que el apalancamiento de las opciones aumenta el riesgo con respecto a otros activos.

Muchos de los riesgos que existen en las opciones son el incumplimiento aunque para tener un mercado “seguro” se ha creado la imagen de una cámara de compensación.

---

<sup>20</sup> Si se desea conocer más sobre la historia de los derivados se recomienda consultar la bibliografía del capítulo 1

Por otro lado, existen ciertos términos que se utilizan para medir el nivel de riesgo de las opciones ante cambios en diferentes variables y son conocidas como las griegas. A continuación se muestran las que principalmente se <sup>21</sup>utilizan:

- Delta. Mide el nivel de impacto del precio de las opciones ante cambios en el precio del activo subyacente, está definida por la primera derivada del precio de la opción. También se utiliza para saber la sensibilidad de la prima ante cambios del activo.
- Gamma. Mide la sensibilidad de la delta ante variaciones del activo, por lo que es la segunda derivada del precio de la opción
- Vega. Muestra el cambio del precio de la opción ante cambios en el precio de la volatilidad del activo subyacente
- Theta. Muestra el cambio del precio de la opción ante cambios en el tiempo del activo subyacente. El precio de la opción disminuye mientras más cercana sea la fecha de vencimiento de la opción.

A pesar de que en la historia moderna<sup>22</sup> de los derivados se tienen diferentes tipos de entidades dedicadas a la regulación de los productos, han existido casos que por errores o malos usos han provocado debacles financieras. A continuación se presentan algunos de los casos más representativos a nivel mundial.

## 2. Casos históricos de colapsos de opciones

### a. El caso de los hermanos Hunt y la plata (1979)

Dado que no es posible poder cuantificar cuál de todos los casos que se ha presentado es el de mayor importancia, se puede decir que el primer caso de una debacle debido al uso de derivados se presentó en 1979 en una compañía dedicada a la actividad minera, en específico, la plata. Dicha compañía era dirigida por los hermanos Hunt. Esta empresa apareció en el mercado de plata en 1973 y al principio negociaban futuros de dicho material, además en su afán por aumentar su poder intentaron adquirir la mina más grande de plata en los Estados Unidos. A inicios de 1979 era tal su inversión, tanto en plata como en derivados, que habían acumulado 37 millones de onzas troy y 25 millones en futuros que representaban cerca de 375 millones de acuerdo a los precios de esa época<sup>23</sup>.

Sin embargo, debido al poder que tenían en el mercado y a las relaciones que poseían, comenzaron a negociar productos de tal manera que los precios del activo en el mercado representaban actividades que eran ilegales debido a que eran manipulados. A partir de enero de 1979 los precios de la plata comenzaron a aumentar hasta el punto de caer en una burbuja

---

<sup>21</sup> Existen diferentes tipos de griegas, sin embargo no todas se utilizan de manera práctica.

<sup>22</sup> Por historia moderna entiéndase a partir de la década de 1970's, esto debido a que fue en la época en la que comenzó a tener mayor interés en el mercado inversionista.

<sup>23</sup> Para tener un mayor conocimiento sobre el caso se recomienda consultar Poitras (2002).

## Riesgos de los mercados de las opciones

financiera, que es el incremento de los precios de forma repentina debido principalmente a la especulación.

Debido a la posición en derivados que los hermanos Hunt poseían obtuvieron grandes ganancias de manera rápida, ellos poseían cerca del 32% de los derivados negociados en el CBOT y en el COMEX<sup>24</sup>. Debido a ello, en el mercado COMEX se empezaron a tomar medidas para evitar que ocurrieran este tipo de situaciones anómalas.

Los inversionistas no tuvieron inconvenientes para obtener los lingotes de plata para cubrir las obligaciones de los derivados, sino que comenzó a aparecer la falta de liquidez en el mercado. Para ello se recurrió a una transacción fuera de la bolsa para liquidar los futuros mediante la entrega de un producto que no tiene las características requeridas en el contrato.

Semanas después la situación empeoró cuando el precio de la plata aumentó de valor provocando que aumentara la falta de entregas de los pagos de manera que fue preocupante el nivel de incumplimiento alcanzado provocando que el mercado limitara el número de contratos negociados.

Sin embargo, la cantidad de contratos que poseían la empresa Hunt era tan grande que alcanzaba cerca de 13,055 contratos por cubrir. El final de la burbuja financiera se presentó en enero de 1980 cuando COMEX anunció que las negociaciones de futuros de plata se limitaban sólo a liquidación. Esto provocó que el precio de la plata se desplomara. Para cubrir sus obligaciones, el mercado fijó fechas límites de pago en cada caso.

Debido a la magnitud de los contratos y a las reglas de pago, los hermanos Hunt se vieron obligados a cubrir cantidades de varios millones de manera diaria, provocando que después de un tiempo no pudieran cubrir sus pagos. Con esto, se vieron obligados a hipotecar diversas propiedades que sumaron un total de 1.1 billón de dólares.

### **b. Metallgesellschaft MGRM (1993)**

Otro caso se presentó en 1993 con una compañía alemana, Metallgesellschaft AG o MG. Esta compañía pertenece a un conglomerado alemán y es una compañía tradicional de metal. MG tiene una empresa filial llamada MG Refining and Marketing (MGRM). En esa época, nunca se había presentado una crisis empresarial de esa magnitud como el caso de la compañía alemana que provocó una pérdida de 1.3 billones de dólares.

En un principio MGRM se comprometió a vender cierta cantidad de petróleo con precios fijados en 1992 de manera mensual durante 10 años. En un inicio se tenía la idea que fue una decisión correcta ya que garantizaba un precio fijo con respecto al precio spot.

En septiembre de 1993 MG había vendido contratos equivalentes a 160 millones de barriles, sin embargo, en dichos contratos había una cláusula donde existía una opción que permitía a

---

<sup>24</sup> Son las siglas de *Commodity Exchange, Inc.* 0020 es un mercado financiero que en la actualidad es parte del Grupo CME junto con otros mercados como son CME, CBOT y NYMEX.

la contraparte terminar el contrato si los precios del mercado de los futuros en NYMEX eran mayores que el precio fijado al cual MG estaba vendiendo el producto. Si el comprador ejercía dicha opción, MG se veía obligado a pagar la mitad de la diferencia del precio futuro y el precio fijado por el volumen restante del contrato<sup>25</sup>.

MGRM se encontraba expuesto a que el precio aumentara y se viera obligado a entregar los productos a un precio menor que en el mercado. La manera en que se planeó protegerse era utilizando derivados con posiciones equivalentes a 55 millones de barriles en el mercado NYMEX y con swaps que alcanzaron 110 millones de barriles.

El problema de esta decisión fue que los contratos utilizados eran a corto plazo y además no se realizó una diversificación del riesgo a lo largo del tiempo. Además se pactaron swaps, en el mercado OTC, para recibir el pago flotante del activo mientras que se hacía responsable por pagar el precio fijo del petróleo.

La debilidad de las decisiones tomadas con respecto al uso de derivados fue que no consideraron de manera adecuada en los márgenes requeridos por lo que esta estrategia afectó aún más la situación de la compañía alemana. La periodicidad de los pagos era próxima entre una y otra por lo que ante la falta de fondos para mantener su posición, debilitó la situación.

A finales de 1993 el precio del petróleo se desplomó causando que las posiciones largas de MGRM causaran grandes pérdidas para la empresa. Este cambio negativo provocó que comenzara a existir un aplazamiento en los pagos. Para mantener la solvencia de MG fue necesario que un grupo de bancos alemanes e internacionales formaran un paquete de rescate de 1.9 billones.

En un inicio se tuvo la idea de que MGRM estaba protegiéndose con el uso de los derivados ante cambios en el precio del petróleo, sin embargo, después de ver que las posiciones que poseía provocaron pérdidas fue evidente que se había hecho una apuesta a que los precios aumentarían de valor, sin considerar la ocurrencia del caso opuesto.

### **c. Orange County (1994)<sup>26</sup>**

Este caso se presentó en diciembre de 1994 cuando el condado de Orange en California, EU se declaró en banca rota después de haber sufrido pérdidas de 1.6 billones de dólares. Las inversiones que se realizaron provenían de un *pool* de inversionistas el cual estaba compuesto por los impuestos recaudados de varios gobiernos locales y otras entidades, algunas estaban obligadas a participar como escuelas y otras se unieron por voluntad propia debido a los atractivos rendimientos que otorgaba el fondo.

---

<sup>25</sup> Si se desea consultar el caso se puede revisar Dinegan, (2004) entre otros

<sup>26</sup> Existe una variedad de libros que documentan uno de las principales catástrofes financieras por uso de derivados, sin embargo se recomienda consultar Jorion (1995)

## Riesgos de los mercados de las opciones

A principios de 1994 las inversiones eran cerca de 7.6 billones de dólares en distintos tipos de valores como derivados y bonos a largo plazo, entre otros. Además también obtuvieron un préstamo el cual fue utilizado para aumentar las inversiones llegando a un total de 20.6 billones de dólares.

El portafolio de inversión proporcionaba grandes rendimientos en comparación a otros de características similares, sin embargo, el riesgo que se tenía también era mayor. Algunos de los derivados eran exóticos debido a que las tasas de estos productos eran inversamente proporcionales a las tasas de interés en el mercado.

La Reserva Federal de EU empezó a aumentar las tasas de interés mientras, el responsable del fondo Robert Citron continuaría comprando los mismos valores esperando que la tasa bajara y recuperar el monto perdido. A pesar de la postura tomada, las opiniones en contra de su política de inversión llegaron por parte de su opositor, convirtiéndose en una batalla política.

Sin embargo la baja de las tasas de interés no ocurrió, por lo que para noviembre de 1994 los auditores encontraron pérdidas de nivel alarmante. En diciembre Robert Citron admite que la pérdida es de 1.5 billones de dólares y unos días después renunciaría a su puesto. Mientras autoridades del condado de Orange buscaron llegar a un arreglo con sus contrapartes, sin embargo no fue posible por lo que se comenzó la venta de garantías que el condado había proporcionado, lo que provocó que se declarara en bancarrota el 6 de diciembre.

Años después del caso, Robert Citron diría que fue engañado por el riesgo de los instrumentos que había seleccionado. Por otro lado, la consultoría diría que ellos proporcionaban servicios a una persona confiable y experimentada, incluso en 1998 fue demandada por el condado de Orange.

La enseñanza de esta experiencia radica en el hecho de la falta de conocimiento de los productos derivados adquiridos así como la falta de comunicar el nivel de riesgo de mercado o de liquidez, tanto a los inversionistas como a la entidad supervisora.

### **d. Banco Barings (1995)**

El banco Barings era el banco más antiguo en Inglaterra e incluso podía decir que uno de sus clientes era la Reina de Inglaterra. Sin embargo la historia cambió cuando uno de sus empleados, Nicholas Leeson, comenzó a realizar actividades que cambiaron la historia del banco inglés.

En 1992 Leeson comenzó a trabajar para Barings Securites Singapore (BSS), donde era responsable de manejar las operaciones de liquidación y contabilidad, sin embargo, realizó los exámenes necesarios para poder realizar inversiones en el mercado de Singapur, entonces SIMEX. Una vez aprobados los exámenes, fue el principal responsable de las inversiones del banco.

La estrategia era buscar las posibilidades de arbitraje que utilizando derivados de dos activos, el índice Nikkei-225 y bonos japoneses de 10 años. Si las operaciones se realizan de manera

correcta, la operación está totalmente cubierta, a pesar de ello, involucraban mucha especulación.

En 1993, tuvo ganancias de 8.8 millones de libras, mientras que en la primera mitad del año siguiente se reportaron ganancias de 20 millones de libras. Esto llamó la atención y mediante auditorías se dijo que las actividades de Leeson era una violación al procedimiento de la gestión de operativa. A pesar de ello, los dirigentes de Barings en Londres decidieron continuar con los planes de Leeson. Además, existe una cuenta que fue utilizada para cubrir las pérdidas que se obtuvieron desde que Leeson adquirió sus responsabilidades en 1992<sup>27</sup>.

En 1995, ocurrió algo inesperado, el terremoto en Kobe, Japón provocó que el índice se desplomara de manera dramática, en un día llegó a caer más de 1,000 puntos, provocando que las posiciones de Barings provocaran una deuda de 68 millones de libras de manera inmediata. La manera de reacciona fue especular en un intento de recuperar las pérdidas. De acuerdo a datos “Leeson había adquirido contratos de futuros del índice Nikkei equivalentes al 49% del total de los contratos abiertos que vencían en marzo de 1995 y el 24% de los contratos que vencían en junio, mientras que los futuros sobre bonos japoneses representaban el 88% de los contratos abiertos que vencían en junio”<sup>28</sup>. Esta apuesta de Leeson fracasó debido a que el país nipón decidió que la reconstrucción del país sería financiada por el estado.

Además, al momento de realizar estas adquisiciones no se consideraron los márgenes, motivo por el cual se realizaron diversas preocupaciones en el mercado SIMEX, además, debido a la falta comunicación entre mercados, se creyó que el banco estaba protegido con otras posiciones en el mercado japonés, supuesto que fue erróneo. El nivel de pérdida llegó a ser de 827 millones de libras, un nivel de pérdida que era el doble del capital social del banco.

El desenlace de Barings fue dramático. Se declaró insolvente en febrero de 1995 y fue comprado por ING por una libra haciendo responsable de los pasivos. Posteriormente Baring Asset Management, nombre con el cual sobrevivió, fue dividida y vendida en 2005.

Por otro lado, Leeson trató de huir, sin embargo fue detenido en Alemania y extraditado a Singapur, donde fue acusado por diferentes cargos y fue condenado por fraude a 6 años en prisión.

### **3. Patrones de cambio de los índices bursátiles y las opciones**

Existen varios factores que afectan el movimiento de los precios de las opciones como pueden ser la volatilidad, cambios del precio del activo o el tiempo de duración del contrato. Es importante por tanto examinar las tendencias de los principales factores que afectan el precio de las opciones, en particular sobre índices bursátiles, objeto de estudio de la presente tesis en relación a estrategias de inversión con opciones.

---

<sup>27</sup> Esta situación también se puede revisar en Poitras (2002).

<sup>28</sup> En caso de ser necesario consultar Kuprianov (1995).

## Riesgos de los mercados de las opciones

Dos de los mercados con mayor importancia a nivel mundial en el mercado de opciones son CBOE y CME Group. Ambos mercados ofrecen una gran variedad de contratos sobre diferentes tipos de activos. A continuación se muestra el número de contratos negociados y una comparación con el MexDer.

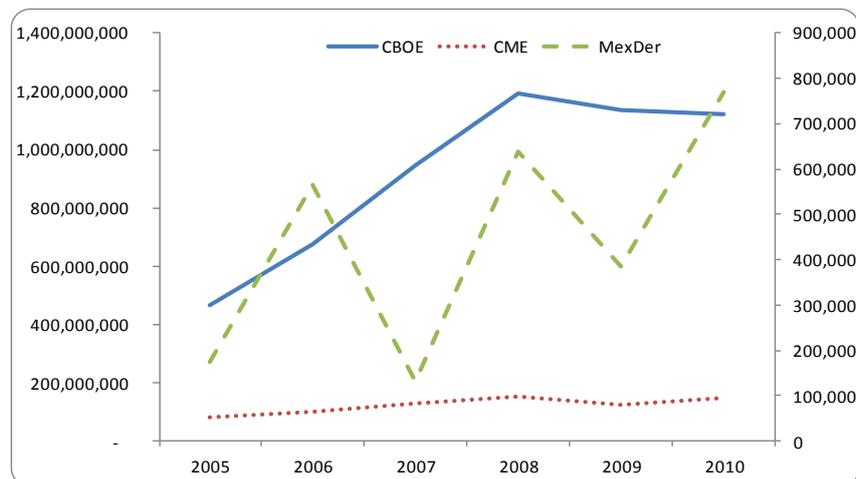
Tabla 3 Número de contratos de CBOE, CME MexDer desde 2005<sup>29</sup>

	CBOE	Crecimiento (%)	CME	Crecimiento (%)	MexDer	Crecimiento (%)
<b>2005</b>	468,249,301		81,972,673		173,277	
<b>2006</b>	674,735,348	44,1	102,509,114	25.1	565,994	226.6
<b>2007</b>	944,471,924	40,0	131,350,841	28.1	130,498	-76.9
<b>2008</b>	1,193,355,070	26,4	155,002,215	18.0	637,600	388.6
<b>2009</b>	1,134,764,209	-4,9	123,117,969	-20.6	386,586	-39.4
<b>2010</b>	1,119,102,392	-1.4	146,383,000	18.9	768,254	98.7
<b>2011</b>						

Fuente: Generación propia con datos de CBOE, CME y MexDer.

En la siguiente página se presenta de manera gráfica que los contratos negociados de manera anual. En el eje vertical izquierdo se representan contratos de CBOE y de CME mientras que el eje vertical derecho los contratos de MexDer.

Gráfica 5 Número de contratos de CBOE, CME Group y MexDer



Fuente: Generación propia con datos de CBOE, CME y MexDer.

<sup>29</sup> Los datos de cada mercado se pueden obtener en las respectivas páginas de internet

En el mercado CBOE el crecimiento ha sido constante durante cada año a partir del 2002 manteniéndose constante, incluso en el 2006, un año antes de la crisis tuvo su mayor crecimiento. Después de ello, sólo ha decrecido en el 2009, a pesar de la crisis financiera de 2007.

Sin embargo, el mercado mexicano no tiene un comportamiento similar. Por el contrario, muestra que se alternan tanto los incrementos como los decrementos del crecimiento anual de contratos. A pesar de ello, en este periodo de tiempo, el máximo de contratos es mayor con respecto al anterior, es decir, en el 2008 hubo mayor movimiento que en el 2006, pero ambos años son menores que el 2010.

Por otro lado, enfocándose en el mercado CBOE existen diferentes contratos entre los cuales se encuentra las opciones sobre los índices Dow Jones<sup>30</sup> y del Standard & Poor's 500<sup>31</sup>, ambos índices son utilizados a nivel mundial para medir el crecimiento de los mercados en Estados Unidos, por ello, una vez que las opciones comenzaron a aparecer en el mercado, fueron de los primeros índices en ser utilizados como activo. El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) refleja de manera similar el rendimiento del mercado mexicano.

En el CBOE se negocian opciones sobre el Dow Jones Industrial Average (DJIA), en donde los contratos son sobre un centésimo del valor del índice. Por ejemplo, el 18 de marzo de 2011 el índice tuvo un valor de cierre de 11,858.52 puntos mientras que el precio de cierre de la opción fue de 118.59. Las opciones del Dow Jones, las cuales se denotan por DJX, aparecieron en 1997. La cotización de las opciones están denotadas en decimales y un punto es equivalente a \$100. El precio de ejercicio puede tener un incremento mínimo de 1 punto. El estilo de la opción es europea.

De acuerdo al portal de CBOE las ventajas que ofrece esta opción son la simplicidad, el nivel de aseguramiento, el riesgo determinado y el nivel de apalancamiento ya que debido al nivel del precio de la opción con respecto al precio del índice el rendimiento puede ser mayor.

Como se aprecia en la gráfica 2 el DJIA presenta un comportamiento constante durante enero de 2005 y octubre de 2007, en ese periodo su crecimiento fue de 28%. Posteriormente a la crisis financiera que perjudicó a los mercados mundiales y causó grandes pérdidas en diferentes niveles, desde empresas hasta gobiernos y mercados bursátiles, el Dow Jones presentó una baja que se realizó de manera drástica. En este lapso el índice se desplomó de 14,164.53 unidades el 9 de octubre de 2007 a 6,547.05 el 9 de marzo de 2009 equivalente a 77.2%.

Durante los dos años posteriores se ha tenido una recuperación aunque esta se ha realizado de manera lenta, los niveles actuales aun no se encuentran a los alcanzados en 2007 antes de

---

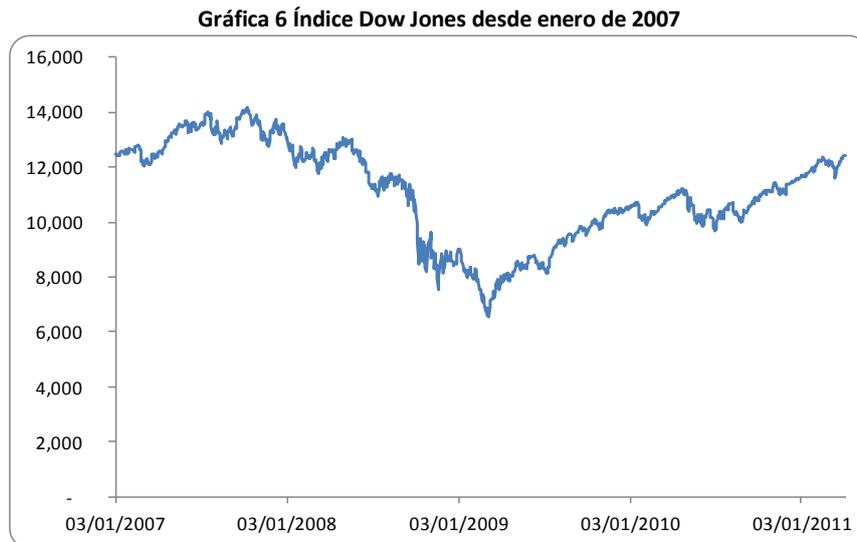
<sup>30</sup> Es uno de los índices más representativos a nivel mundial. Existen una familia de índices que donde Dow Jones está asociado y los cuales se pueden conocer en: <http://www.djindexes.com/>

<sup>31</sup> Es un índice ponderado publicado desde 1957 de los precios de 500 acciones de gran liquidez negociada en los Estados Unidos. Tanto la metodología como los criterios de elegibilidad de las acciones que conforman este índice se pueden consultar en: <http://www.standardandpoors.com/indices/sp-500/en/us/?indexId=spusa-500-usduf--p-us-l-->

## Riesgos de los mercados de las opciones

que se presentara la crisis. Este periodo es interesante debido a que se presentan periodos de alta volatilidad.

Por otro lado, se tiene que en el S&P 500 las acciones incluidas en el índice S&P 500 son empresas que cotizan en la Bolsa de Nueva York y el NASDAQ. El índice se enfoca en empresas estadounidenses aunque puedan tener sus oficinas centrales fuera del país. El S&P 500 es uno de los índices más seguidos ya que se considera un referente para la economía estadounidense.



Fuente: Generación propia con datos de Yahoo Finance

Por otro lado, se tiene que en el S&P 500 las acciones incluidas en el índice S&P 500 son empresas que cotizan en la Bolsa de Nueva York y el NASDAQ. El índice se enfoca en empresas estadounidenses aunque puedan tener sus oficinas centrales fuera del país. El S&P 500 es uno de los índices más seguidos ya que se considera un referente para la economía estadounidense.

En el mercado CME se negocian futuros y opciones sobre el índice, existen contratos en los cuales el tamaño del contrato puede ser de \$50 o de \$250 dólares, asimismo existe un contrato de futuros en el cual el tamaño es de 50 euros.

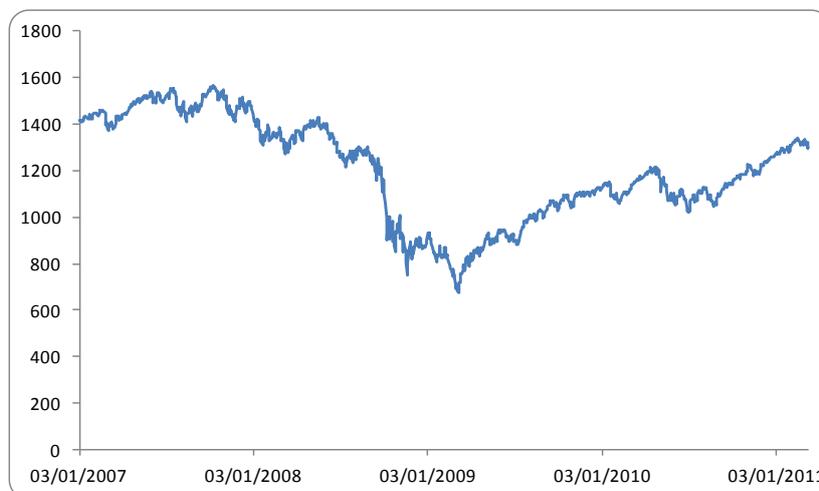
Las opciones que se negocian en el CBOE tienen un multiplicador de \$100 dólares. La cotización es similar a las opciones del Dow Jones ya que se muestra en decimales y un punto es equivalente a \$100. El movimiento del precio mínimo para las opciones por debajo de 3.00 es de 0.05 puntos (\$5) mientras que para las demás series es de 0.1 puntos.

Los intervalos de los precios de ejercicio son de 5 puntos mientras que para fechas lejanas es de 25 puntos. La fecha de expiración es de 12 meses. La fecha de la liquidación del ejercicio dará lugar a la entrega de dinero en efectivo en el día hábil siguiente al vencimiento. El

importe de la liquidación del ejercicio es igual a la diferencia entre el valor de la liquidación del ejercicio y el precio de ejercicio de la opción multiplicado por \$ 100.

En la gráfica 3 se muestra el comportamiento del índice S&P 500, el precio se mantiene constante con tendencia alcista desde enero de 2005 (en ese momento en 1,202.08 puntos) hasta octubre de 2007 (al 9 de dicho mes en 1,656.15 puntos). Al momento de iniciar la crisis, el precio se desploma hasta marzo de 2009, alcanzando un valor de 676.53 puntos el 9 de marzo. Posteriormente comienza una recuperación lenta aunque no ha alcanzado los valores anteriores a la crisis, el 9 de marzo de 2011 se registraron 1,320.02 puntos en el cierre. Este mismo comportamiento se observó en el índice DJIA.

Gráfica 7 Índice Standard & Poor's 500 desde enero de 2007



Fuente: Generación propia con datos de CBOE

Asimismo, el IPC es un índice que es utilizado desde 1978 para mostrar los rendimientos y el funcionamiento del mercado accionario mexicano, el objetivo es convertirse en un indicador representativo del mercado mexicano. Dicho indicador que considera la representatividad y la invertibilidad en la selección de la muestra<sup>32</sup>, la muestra consta de 35 acciones aunque puede existir alguna variación en ciertos casos.

El MexDer negocia futuros y opciones sobre futuros del IPC, el tamaño del contrato de los futuros es de 10 pesos multiplicados por el valor del IPC mientras que cada opción del IPC ampara a un contrato de futuro, sólo existen contratos de tipo europeo y la vigencia máxima es de un año.

Observando los rendimientos del DJIA, S&P 500 y el IPC de manera anual son los siguientes:

<sup>32</sup> Para mayor información consultar:

<http://www.bmv.com.mx/wb3/work/sites/BMV/resources/LocalContent/1476/10/NotaMetdIPCene2012.pdf>

## Riesgos de los mercados de las opciones

**Tabla 4 Rendimientos del Dow Jones, S&P 500 y del IPC**

	<b>Dow Jones</b>	<b>S&amp;P 500</b>
<b>2005</b>	-0.11%	3.77%
<b>2006</b>	13.88%	11.14%
<b>2007</b>	6.14%	3.59%
<b>2008</b>	-39.63%	-47.14%
<b>2009</b>	14.34%	17.96%
<b>2010</b>	8.97%	10.44%
<b>2011</b>	3.15%	2.52%

Fuente: Generación propia con datos de Yahoo Finance

Este periodo se puede dividir en tres intervalos, la propuesta es considerar como primer periodo de enero del 2005 hasta el 9 de octubre de 2007, el segundo periodo se puede considerar del 10 de octubre al 9 de marzo de 2009 mientras que el último periodo comprende el lapso entre 10 de marzo de 2009 y el 11 de marzo de 2011 (fecha de realización de la presente tesis) por lo que el rendimiento de estos periodos son:

**Tabla 5 Rendimientos de Dow Jones, S&P 500 y IPC en periodos diferentes**

	<b>Dow Jones</b>	<b>S&amp;P 500</b>	<b>Tendencia</b>
<b>enero 2005-octubre 2007</b>	27.78%	26,39%	
<b>octubre 2007-marzo 2009</b>	-76.56%	-83,70%	Bajista
<b>marzo 2009-marzo 2011</b>	55.32%	59,47%	Recuperación lenta

Para conocer un poco más el comportamiento de las opciones antes mencionadas, se muestra una estimación sobre la volatilidad de estos subyacentes, los índices DJIA y S&P 500. Dicha estimación se realiza con datos diarios de ambas series desde enero de 2006, utilizando la teoría de volatilidad histórica se tiene que la varianza es:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2$$

donde  $n$  es el número de datos<sup>33</sup>,  $r_i$  es el rendimiento en el momento  $i$  y  $\bar{r}$  es la media definido por:

$$\bar{r} = \sum_{i=1}^n \frac{r_i}{n}$$

En este caso, realizando los cálculos se tiene que la volatilidad en cada año es la siguiente:

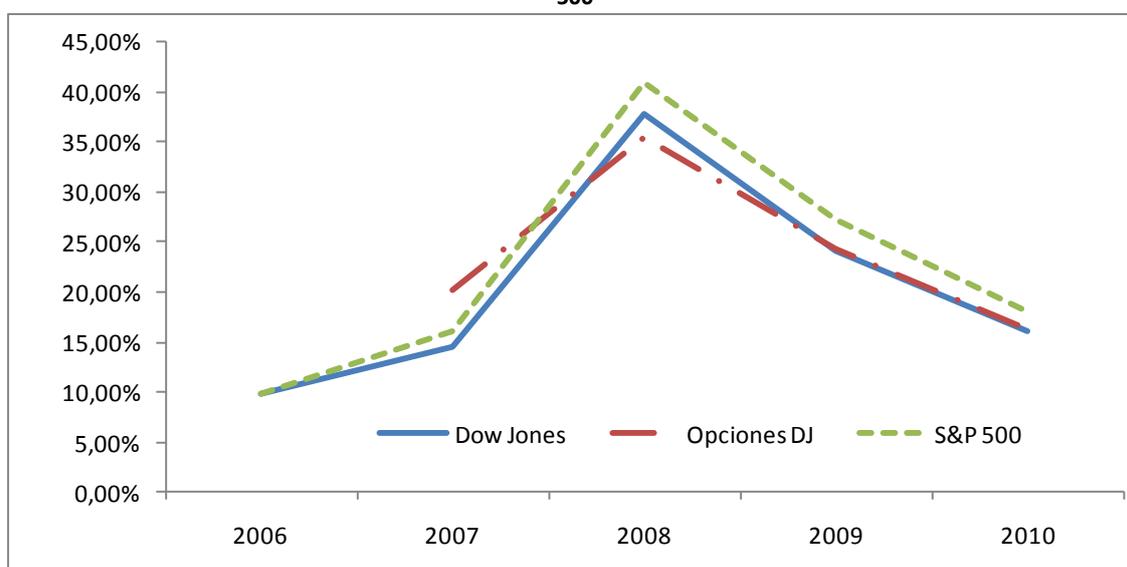
<sup>33</sup> Cabe recordar que en el cálculo de la varianza se realiza la división con  $n - 1$  debido a la estimación por el número de grados de libertad.

Tabla 6 Volatilidad histórica de Dow Jones, Opciones del Dow Jones, S&P 500 y opciones de S&P 500

Año	Dow Jones	Opciones Dow Jones	S&P 500
2006	9,80%		9,89%
2007	14,57%	20,13%	16,02%
2008	37,81%	35,49%	41,02%
2009	24,19%	24,36%	27,27%
2010	16,13%	16,21%	18,03%

Fuente: Generación propia con datos de [www.markets.financialcontent.com](http://www.markets.financialcontent.com) y CBOE

Gráfica 8 Volatilidad histórica de Dow Jones, Opciones del Dow Jones, S&P 500 y opciones de S&P 500



Fuente: Generación propia con datos de [www.markets.financialcontent.com](http://www.markets.financialcontent.com) y CBOE

#### 4. Tipos de cobertura

El objetivo de esta sección es mostrar diferentes tipos de coberturas usando opciones de tal manera que las operaciones se encuentren cubiertas, buscando obtener ganancias dependiendo de la tendencia de los mercados financieros.

El estudio sólo se limita con el uso de opciones europeas, en el caso de opciones americanas se dificulta por el hecho de su posibilidad de pronto ejercicio. Además no se consideran los costos de transacción así como las comisiones debido a que son montos variables.

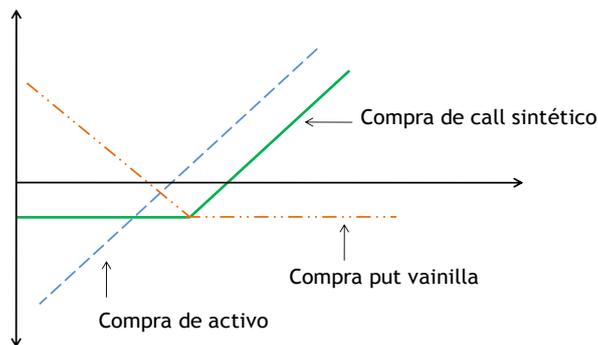
### a. Opciones sintéticas<sup>34</sup>

#### Compra de Opción call sintética

Una opción call vainilla consiste en que el comprador tiene el derecho de comprar un activo a un precio predeterminado en una fecha fijada. Esta definición también se cumple con la opción call sintética sólo que se forma de manera distinta. Para obtener una opción call sintética, se debe considerar la compra del activo así como la compra de un put.

Hay que recordar que la compra de un put tiene ganancias mientras el precio de mercado sea menor al precio de ejercicio, además en caso de que no se cumpla esta relación la pérdida máxima es el valor de la prima. Por otro lado, la compra del activo aumenta el valor de la cartera mientras mayor sea el precio en el mercado.

Gráfica 9 Compra de opción call sintética

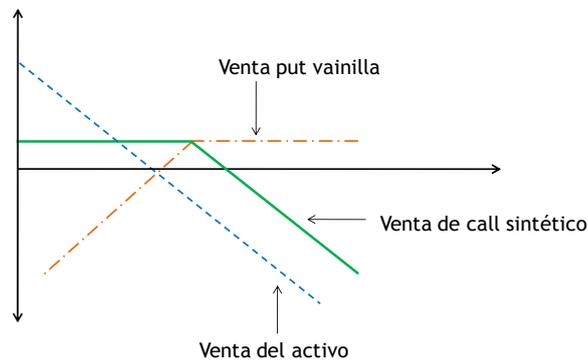


#### Venta de una Opción call sintética

Como la posición corta de una opción call es la obligación de vender, esta cobertura se crea a partir de la venta de un activo y la venta de un put. Con la venta del put se obtiene una prima que es la ganancia máxima de la opción sintética, esto se deriva de la diferencia de las ventas del activo y de la opción. El riesgo que tiene esta cobertura se presenta cuando el precio spot es mayor al precio strike ya que la diferencia de los precios aumenta el nivel de pérdida y ésta es de manera ilimitada.

<sup>34</sup> Una opción sintética es la combinación de diferentes tipos de contrato que dan como resultado el comportamiento similar a una opción.

Gráfica 10 Venta de opción call sintética

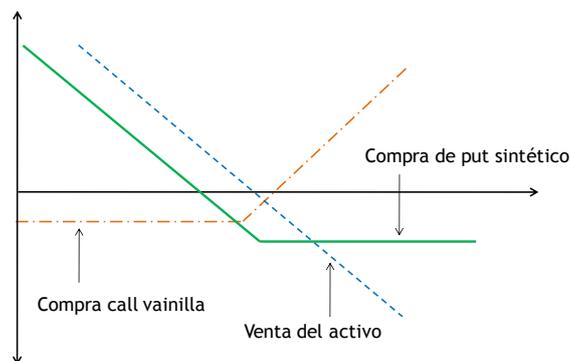


### Compra de una Opción put sintética

Para poder recrear la compra de una opción put de manera sintética se necesita vender el activo y comprar un call. El precio de ejercicio de la opción sintética es igual a la opción put. En este caso la ganancia que tiene la venta de la acción es mayor cuando más disminuye de valor, en ese momento la opción tiene una pérdida constante igual a la prima.

Cuando el precio del activo aumenta, siendo mayor que el precio strike de la opción, la venta del activo genera pérdidas mientras que la opción aumenta de valor. De esta manera los dos instrumentos se neutralizan.

Gráfica 11 Compra de opción put sintética



### Venta de una Opción put sintética

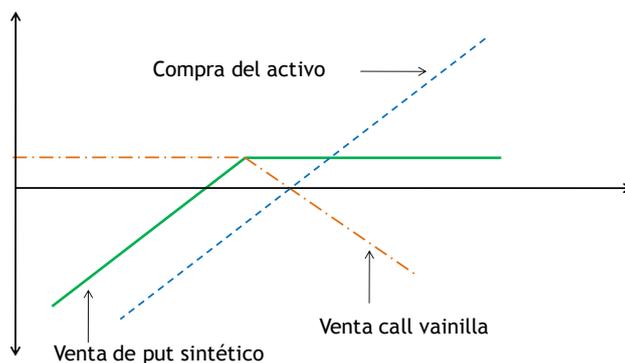
En el caso de una venta de una opción put sintética se requiere de la compra de un activo y la venta de un call. Se sabe que la ganancia de la opción put es la prima mientras el precio de mercado sea menor al precio strike. Por otro lado, el comportamiento del activo es creciente, es decir, si el precio del activo aumenta las ganancias lo hacen en la misma proporción.

## Riesgos de los mercados de las opciones

El objetivo de tener los dos instrumentos es disminuir las pérdidas por lo que una vez que se tienen los dos instrumentos, se presentan diferentes casos. En esta cobertura, se forma a partir de la venta de un call por lo que se requiere cubrir los márgenes diarios.

En caso de que esta opción sea americana se debe tomar en cuenta que el activo debe ser vendido al momento en que la opción sea ejercida. El precio de ejercicio de la opción sintética es el mismo que el de la opción call.

Gráfica 12 Venta de opción put sintética



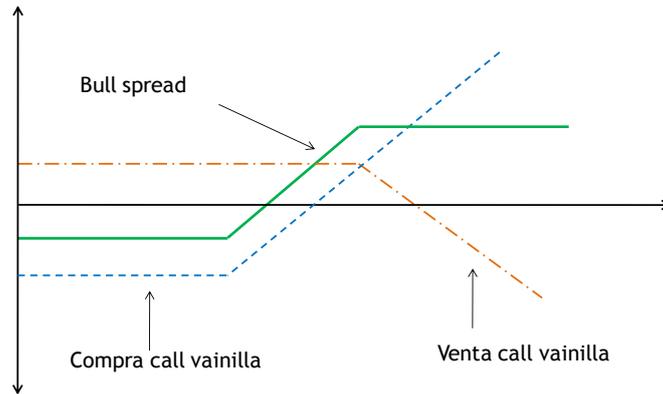
### b. Uso del activo y opción con el uso de diferenciales

#### Método alcista (bull spread)

El método bull recibe este nombre debido al movimiento que realiza un toro al momento de atacar, realizando un movimiento desde abajo hacia arriba, debido a un comportamiento similar es evidente que esta cobertura es recomendable utilizar al momento de esperar un alza en los precios.

Este método se puede generar de dos maneras, uno de ellos consiste en utilizar la compra y la venta de dos opciones call, la primera un precio de ejercicio menor que la segunda. De esta manera se privilegia de que al momento de aumentar el precio del activo en el mercado, la cobertura llega a un nivel equivalente a la diferencia entre la variación de los precios de ejercicios y el monto de la prima. Otro método de realizar esta protección consiste en comprar y vender dos opciones put con distinto precio de ejercicio.

Gráfica 13 Bull spread a partir de la compra y venta de call

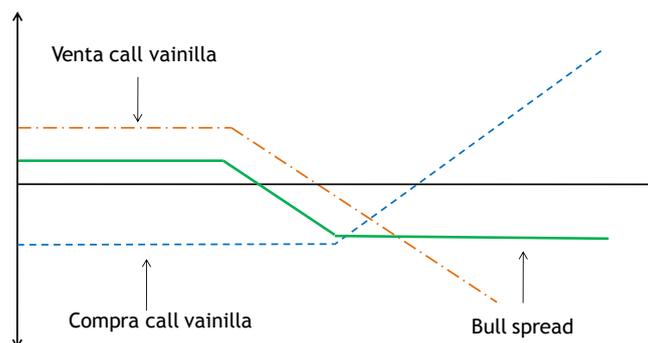


### Método bajista (bear spread)

En el caso del método bear funciona de manera oportuna cuando se espera que los precios del activo en el mercado disminuyan. Su nombre proviene de la forma en que ataca un oso, poniéndose de pie y realizando un movimiento hacia abajo. Esta cobertura, de manera similar al método alcista, se puede generar la cobertura de dos formas.

Una de ellas es mediante la compra y la venta de dos opciones call, el precio de ejercicio de la compra debe ser mayor que la venta. Cuando aumenta el precio del activo en el mercado, la cobertura llega a un nivel equivalente a la diferencia entre la variación de los precios de ejercicios y el monto de la prima alcanzando un mínimo. La segunda forma de realizar esta protección consiste en comprar y vender dos opciones put con un precio de ejercicio menor en la compra.

Gráfica 14 Bear spread a partir de la compra y venta de call



### Método compra de mariposa (Long butterfly)

Esta cobertura también se conoce como long butterfly y requiere del uso de más opciones. Existen dos maneras de crear esta cobertura. Primero, se necesita comprar a un call con precio

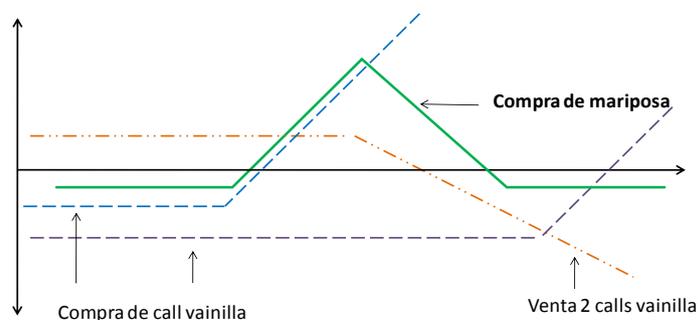
## Riesgos de los mercados de las opciones

de ejercicio A y otro con precio de ejercicio C y vender 2 opciones calls con precio de ejercicio B. se debe cumplir que  $A-B=B-C$ .

En este caso el inversionista espera que los precios se mantengan alrededor del precio de ejercicio B, debido a que existe una volatilidad baja. Esta posición es menos riesgosa que los conos y las cunas debido a que las pérdidas son limitadas.

La otra forma de poder obtener esta cobertura es mediante la compra de un put con precio de ejercicio A y otra con precio de ejercicio C además de la venta de 2 opciones put con precio de ejercicio B, donde se debe cumplir  $A < B < C$  y el punto medio entre A y C es B. Como se puede ver en las respectivas gráficas, en ambos casos, la ganancia máxima se tiene en B por lo que este debe ser seleccionado de tal manera que este punto represente el mayor beneficio, según el inversionista.

Gráfica 15 Long butterfly



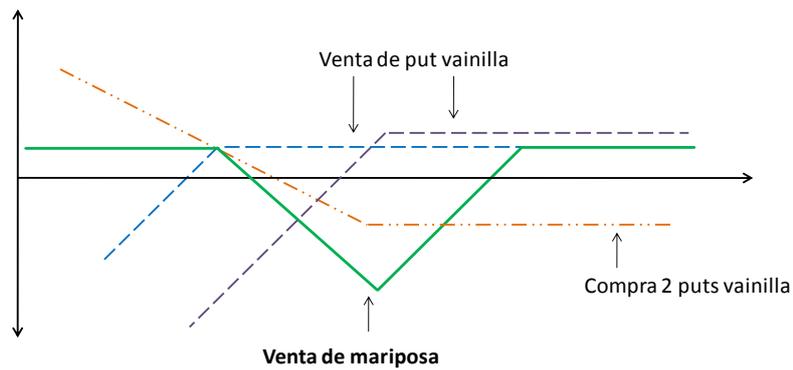
### Método venta de mariposa (Short butterfly)

De manera análoga al caso anterior, existen dos maneras de formar esta cobertura, una a partir de puts y la segunda utilizando calls. Primero se muestra la manera de protegerse a través de puts, donde se requiere vender una opción put con precio de ejercicio A y otra con C y comprar 2 opciones puts con precio de ejercicio B. De la misma manera,  $B-A=C-B$  además de que  $A < B < C$ .

Esta cobertura desconoce el movimiento de los precios, sin embargo es importante tener la certeza de que la volatilidad en el mercado es alta debido a que los precios mientras más se muevan alrededor de B. las mayores ganancias se obtienen cuando el precio de mercado es menor a A o cuando el precio es mayor a B. Esta posición se ve afectada por la volatilidad.

Ahora, utilizando calls se debe realizar la venta de dos opciones una con precio de ejercicio A y otra con C, además de la compra de dos opciones B, respetando la relación entre los tres puntos de ejercicio.

Gráfica 16 Short butterfly

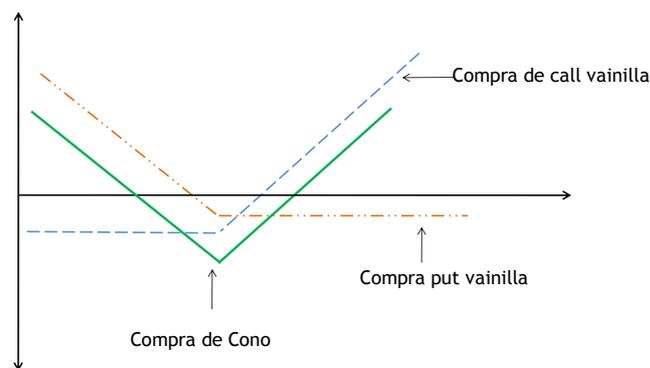


c. Cobertura con combinación de opciones

**Método compra de un cono (Long Straddle)**

El método long straddle tiene un funcionamiento que proporciona beneficios cuando el mercado no presenta movimientos alcistas o bajistas sin embargo existe una volatilidad alta. La cobertura se puede crear mediante la compra del mismo número de opciones call como put, ambos tipos de opciones deben tener el mismo precio de ejercicio.

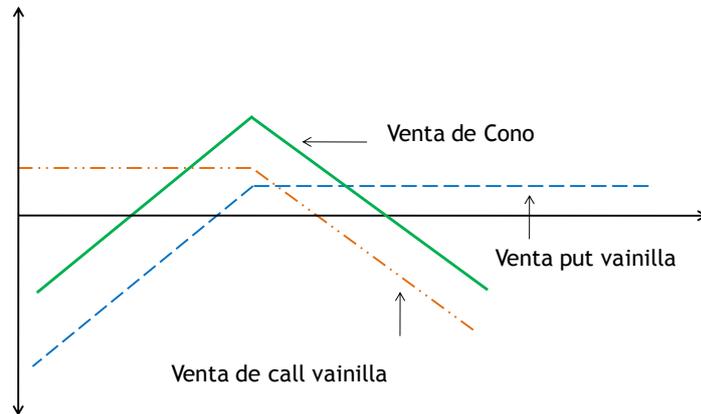
Gráfica 17 Long Straddle



**Método de venta de un cono (Short Straddle)**

La venta de un cono consiste en vender el mismo número de opciones call que opciones put, ambas opciones con el mismo precio de ejercicio. Esta cobertura es recomendable de usar cuando existe una tendencia de volatilidad baja. Al igual que la compra de un cono no se sabe en qué dirección se mueven los precios.

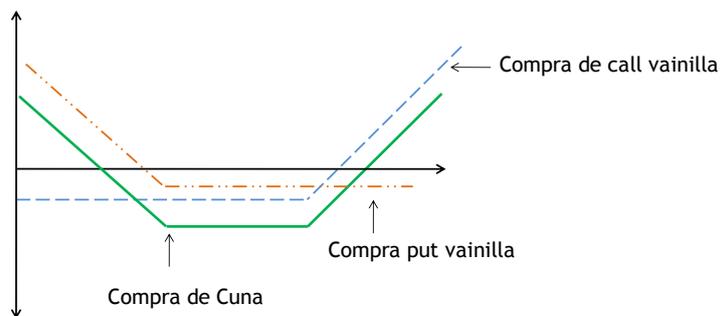
Gráfica 18 Short Straddle



### Método cuna comprada (Long strangle)

En esta cobertura se cree que las opciones están baratas debido a una baja volatilidad, por lo que se puede creer que el mercado va a tener un movimiento muy violento, aunque no se tiene la seguridad del sentido que tomará este movimiento. Por esta razón se decide comprar Call y Put “out-of-the-money”. Sin embargo, para decidirse por esta estrategia, el movimiento que se debe esperar ha de ser mucho mayor que el esperado para un Cono comprado.

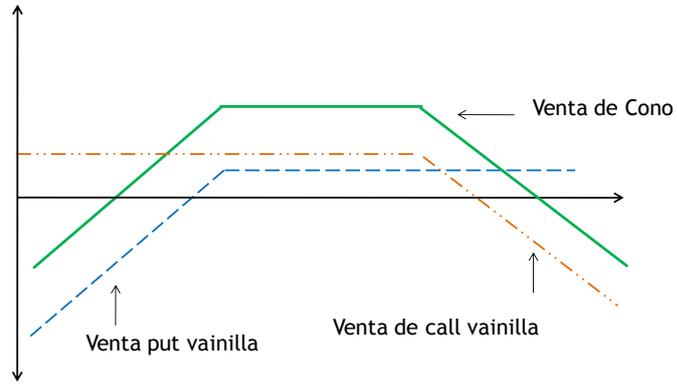
Gráfica 19 Long Strangle



### Método cuna vendida (Short Strangle)

Esta cobertura se utiliza cuando se encuentra un mercado con una volatilidad relativamente alta y las expectativas son de un mercado tranquilo con una volatilidad relativamente baja. Usted podría vender un cono pero se siente más cómodo con un rango de beneficios mucho más amplio que le proporciona la cuna vendida.

Gráfica 20 Short Strangle





## *CAPITULO 3*

---

### *ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN*

Alrededor del medio financiero existe una diversidad de inversionistas interesados en construir un portafolio el cual se encuentre diversificado de manera que los cambios del mercado beneficien el valor de la cartera además de que en caso de un derrumbe del precio de un activo no afecte de manera entera al portafolio. Sin embargo, la incertidumbre de que existan pérdidas considerables mediante cambios en el mercado se encuentra presente en cualquier momento ya sea mediante crisis financieras que afecten al mercado en su totalidad o ante cambios particulares de los precios de acciones.

Debido a ello es que se recurren a diferentes métodos de inversión buscando evitar que el riesgo del mercado afecte el valor de las carteras protegiendo dicho portafolio al limitar el riesgo al cual se encuentra expuesto. Esto se puede realizar de varias maneras con el uso de opciones mediante diferentes estrategias de inversión.

El objetivo de utilizar opciones es buscar obtener ganancias en el valor de la cartera al momento que esta se encuentre afectada por movimientos en el mercado, para ello la idea es que la opción proporcione un resultado opuesto al del portafolio, es decir, buscar neutralizar las pérdidas aunque esto implique disminuir las ganancias.

Este tipo de inversiones se puede ver como un seguro financiero realizado con opciones debido a que se realiza el pago de una prima a cambio de protegerse ante pérdidas no esperadas provocada por alteraciones en el valor de la cartera.

Como todo activo negociado en mercados financieros, las opciones también son sensibles a los cambios del mercado. Existen varias medidas de sensibilidad como son la delta, gamma, teta, rho y vega, sin embargo, debido al significado y a la manera de aplicar en la práctica, en la presente tesis sólo se utilizan la delta y la gamma, ello con el fin de determinar estrategias de cobertura de portafolio. A continuación se muestran las griegas mencionadas.

## 1. Parámetros requeridos para la cobertura

Para realizar el estudio de cada cobertura con opciones es necesario utilizar el precio de cada opción. El cálculo del costo de adquirir las primas se calcula en base al trabajo realizado por Robert Merton sobre la ecuación diferencial de Fisher Black y Myron Scholes.

Si se supone que el precio de un activo sigue un proceso de Wiener, entonces el precio es el siguiente:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad \text{ec. 3.1}$$

donde  $S$  es el precio del activo al momento  $t$ ,  $\mu$  es la tasa esperada de retorno del activo expresada de manera decimal y  $z$  es una variable que tiene un proceso de Wiener. Expresado de manera discreta, la ecuación 3.1 se expresa como se muestra a continuación:

$$\Delta S = \mu S \Delta t + \sigma S \Delta z \quad 3.2$$

Utilizando el lema de Itô en la ecuación anterior, se tiene:

$$\Delta f = \left( \frac{df}{dS} \mu S + \frac{df}{dt} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2f}{dS^2} \right) \Delta t + \frac{df}{dS} \sigma S \Delta z \quad 3.3$$

Siendo  $f$  el precio de una opción call. Si se genera un portafolio donde se encuentra en una posición corta de un derivado y se tienen  $\frac{df}{dS}$  acciones, entonces el portafolio  $\Pi$  es igual a:

$$\Pi = -f + \frac{df}{dS} S \quad 3.4$$

Por lo que el cambio del valor del portafolio ( $\Delta \Pi$ ) en un intervalo de tiempo ( $\Delta t$ ) es:

$$\Delta \Pi = -\Delta f + \frac{df}{dS} \Delta S \quad 3.5$$

Sustituyendo las ecuaciones 3.2 y 3.3 en la anterior se tiene que:

$$\Delta \Pi = \left( -\frac{df}{dt} - \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2f}{dS^2} \right) \Delta t \quad 3.6$$

Por otro lado, se tiene que no se presenta arbitraje en este caso, por lo que se puede decir que la inversión en el portafolio es igual a invertir a una tasa libre de riesgo  $r$ . De esta manera, se tiene que la variación registrada en el portafolio ( $\Delta \Pi$ ) después de un periodo de tiempo es igual a los intereses obtenidos en la inversión con dicha tasa mencionada, es decir,

$$\Delta \Pi = r \Pi \Delta t \quad 3.7$$

Sustituyendo 3.4 y 3.6 se tiene la ecuación diferencial conocida como Black-Scholes-Merton:

$$\frac{df}{dt} + rS \frac{df}{dS} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2f}{dS^2} = rf \quad 3.8$$

Al momento de resolver la ecuación diferencial 3.8, se tiene que el precio de las opciones europeas call y put son las siguientes:

$$c = S_0N(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2) \quad 3.9$$

$$p = Ke^{-rt}N(-d_2) - S_0N(-d_1) \quad 3.10$$

donde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad 3.11$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad 3.12$$

De esta manera, se puede calcular el precio de las respectivas opciones<sup>35</sup>.

Aplicando este método de valuación de opciones para los escenarios de diciembre de 2006 a diciembre de 2011<sup>36</sup>. Para ello, se toma en considera que la tasa libre de riesgo es TIE a 28 días.

## 2. Medidas de sensibilidad de las Opciones

### Cobertura delta

Normalmente dentro de las griegas<sup>37</sup>, la delta se define como un cambio proporcional en el valor de las opciones respecto al cambio en el precio del bien subyacente. Su importancia radica en identificar la probabilidad de ejercicio de la opción. Otra aplicación importante de la delta es como una tasa de cobertura. Dicha tasa, también conocida como hedge ratio, es una cobertura dinámica que se utiliza para neutralizar el impacto de posibles pérdidas en un portafolio. Esta equivalencia dinámica es válida sólo si el modelo y los supuestos utilizados para obtener la tasa de cobertura son correctos<sup>38</sup>. También existe una equivalencia que es

<sup>35</sup> Si se desea conocer con mayor profundidad el desarrollo de la solución de la ecuación para obtener el precio de las opciones, se puede consultar F. Black y M. Scholes, *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, Journal of Political Economy, 1973 y R. Merton, *Theory of Rational Option Pricing*, Bell Journal of Economics and Management Science, 1973 entre otros.

<sup>36</sup> Los datos de la volatilidad se obtuvieron de los reportes mensuales de MexDer, la tasa libre de riesgo en este caso es TIE a 28 días obtenida de la página de Banco de México y los precios del IPC se coniguieron de manera mensual en el portal de Yahoo Finance.

<sup>37</sup> El concepto de griegas en el mercado de opciones contempla la delta, gamma, theta, vega y rho principalmente, aunque no son las únicas.

<sup>38</sup> JORION, Phillipe. *Valor en Riesgo*. Ed. Limusa, México, 2010, pág. 149.

## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC

estática donde no se realizan ajustes en el portafolio, sin embargo este estudio no se enfoca en este caso.

Así la delta se utiliza para mostrar si una opción se encuentra fuera, dentro o en dinero, dependiendo de los valores y del tipo de opción. Por ejemplo, una opción call se encuentra en dinero cuando la delta es exactamente igual a 0.5, mientras mayor sea delta, más dentro de dinero se encuentra la opción. De manera opuesta, mientras menor sea delta, la opción se aleja de poder ser ejercida. Cabe recordar que la delta de una opción call se encuentra entre 0 y 1. La expresión correspondiente de delta es la siguiente:

$$\Delta = \frac{dC}{dS} = \frac{c_t - c_0}{S_t - S_0} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde  $S_i$  es el precio del activo en el momento  $i$

$c_i$  es el precio de la opción en el momento  $i$

En cuanto a cobertura, la delta es importante para realizar protecciones con opciones sobre un activo ya que muestra la manera en que debe de realizarse la inversión. Visto desde esta manera, implica equilibrar los cambios del precio de la opción para cancelar los cambios del precio del activo<sup>39</sup>.

En cobertura delta se protege al portafolio ante cambios de los precios; para ello esta medida de sensibilidad debe mostrar el nivel de compra, o venta de opciones, para poder tener el portafolio cubierto ante diferentes tipos de cambios.

Utilizando la ecuación (1) y a partir de la relación anterior, se puede decir que una acción se encuentra cubierta de la siguiente manera:

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{1}{N(d_1)}$$

Cabe recalcar que la cobertura delta es útil cuando se realiza en cortos periodos de tiempo, ya que como los precios cambian de manera constante, la delta se comporta de la misma manera, por lo que el portafolio queda cubierto por un periodo pequeño de tiempo, en caso contrario, la cobertura debe realizarse de manera periódica.

## Cobertura gamma

La gamma es una medida de sensibilidad que muestra la tasa de cambio de la delta con respecto a cambios del precio del activo. Se encuentra definida como la segunda derivada parcial del precio de la opción con respecto al precio del subyacente:

---

<sup>39</sup> STAMPFLI, Joseph y Victor Goodman. Las matemáticas para las finanzas. Thomson, México, 2001, pág. 123.

$$\Gamma = \frac{d^2C}{dS^2} = \frac{N'(d_1)}{S_0\sigma\sqrt{T}}$$

$$\text{Donde } N'(d_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-x^2/2}$$

La importancia de conocer a gamma radica en el hecho que muestra que tan volátil es la opción y cuando esta se ocupa a manera de cobertura, saber la frecuencia de ajuste del portafolio.

Es decir si la gamma es pequeña entonces los cambios en la delta son lentos y los ajustes en el portafolio pueden ser realizados de manera poco frecuente. Por otro lado, si los cambios de gamma son grandes, la cobertura debe realizarse con alta periodicidad para mantener un portafolio equilibrado, los cambios constantes pueden provocar que la cobertura, en algún momento dado, se convierta ineficiente debido a los costos de transacción.

El uso de gamma y delta benefician al portafolio debido a que se enfocan de diferentes maneras. Mientras que delta se encarga de mantener un portafolio neutral en corto plazo, gamma hace lo propio en un largo plazo.

En las siguientes secciones se desarrollan estrategias selectas de cobertura. En todos los casos se parte suponiendo que el portafolio que se trata de cubrir es una inversión en tracs del IPC. En general, un trac es un activo financiero que depende del comportamiento u otorga el rendimiento financiero de una acción o de otro activo, por ejemplo un índice financiero, de tal manera que si la acción tiene un incremento de valor, ese movimiento se refleja en el comportamiento del trac<sup>40</sup>.

Esta inversión tiene un valor de \$270,000<sup>41</sup> se trata de cubrir con el IPC.

### Cobertura delta en la serie del IPC

La importancia de delta radica en el hecho de que es un factor que indica con claridad el nivel de exposición al riesgo que tiene el portafolio.

La gráfica 1 resume, como ejemplo, de manera mensual de enero de 2007 a junio de 2007 la evolución del IPC, en el eje vertical derecho los precios de ejercicio de la opción call sobre el IPC y en el eje vertical izquierdo el precio de las deltas. El eje horizontal representa el tiempo.

En el caso de la delta se puede observar que existen algunas alteraciones de manera mensual, los saltos siempre son acercándose a 1 debido a que se trata de una opción call y cada salto representa una tipo de cobertura que se debe ajustar de manera importante debido a que

<sup>40</sup> <http://www.sec.gov/answers/track.htm>

<sup>41</sup> Se consideran 27,000 puntos del IPC sin embargo, en los contratos en MexDer se considera que 1 punto del IPC tiene un valor de 10 pesos por lo que 27,000 puntos son equivalentes a 270,000 pesos.

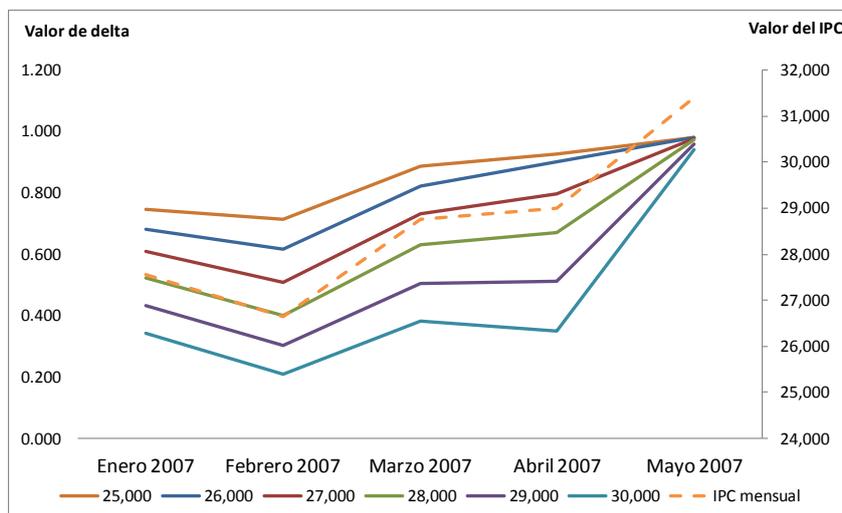
## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC

representa cambios en bruscos en el precio de la opción, aunque el activo no tenga el mismo nivel de cambio.

En el resto de deltas, el cambio no es mayor, sin embargo considerando el nivel de delta con respecto a la fecha inicial de la muestra (gráfica 2), se tienen resultados diferentes. En un principio no tiene grandes movimientos. Sin embargo, una vez que el índice comienza a tener variaciones diarias mayores a las fechas anteriores, el ajuste de la delta es prácticamente difícil de lograr en largos plazos.

Además, recordando que los mercados comenzaron a tener grandes variaciones en los últimos meses del 2007 debido a la crisis causada por los bonos hipotecarios, la delta comienza a mostrar que la opción debe realizar movimientos de manera diaria para poder ajustar la cobertura, esta cantidad de ajustes muestra que puede no ser recomendable utilizar la cobertura de deltas en momentos donde los precios se mueven de manera rápida, así como para plazos de largo tiempo.

Gráfica 21 Movimientos mensuales de delta del IPC

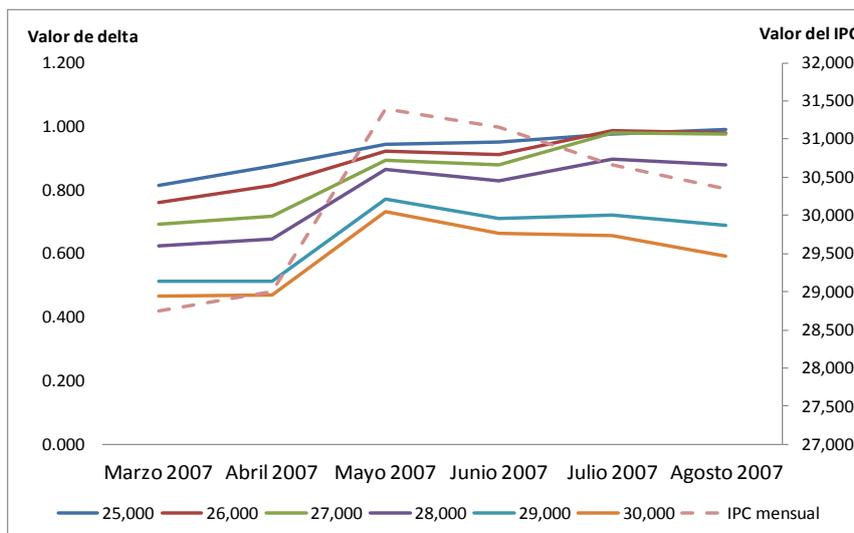


Por otro lado, observando la información disponible en los Informes mensuales de MexDer, las opciones que muestra son con vencimiento a 3 meses, por lo cual se decide tomar este periodo como vigencia de las opciones. Comparando con opciones del mismo vencimiento pero en diferentes periodos se pueden ver que el comportamiento es diferente.

El comportamiento de delta mensual con opciones que vencen en septiembre de 2007 (gráfica 2), es diferente con respecto al caso anterior, ya que en los últimos tres meses de vigencia las deltas no siempre se acercan a uno, sino por el contrario algunas difieren. De hecho, en algunos casos existen saltos mayores entre las deltas de una opción con respecto a otra en el mismo periodo. Se debe recordar que los ajustes son mensuales, lo que provoca que exista un ingreso mayor debido a la compra o venta de opciones para mantener la cobertura.

Estos mismos resultados no son iguales comparando la misma opción con la misma duración pero un año después (gráfica 3), cuando comienza la crisis de 2007 provoca que el comportamiento de la delta sea diferente, provocando que ese periodo de tiempo se requiera de cambios constantes para poder mantener una cobertura. En este caso las opciones tienen una duración de medio año. Para evitar coberturas que utilicen cambios grandes basando en la delta se propone utilizar coberturas de 3 meses de duración. Las diferencias en cada periodo son menores, esto ayuda a que los costos de transacción sean menores a pesar de tener una cobertura con los mismos efectos.

**Gráfica 22 Movimientos de delta de opciones del IPC con vencimiento en Septiembre de 2007**

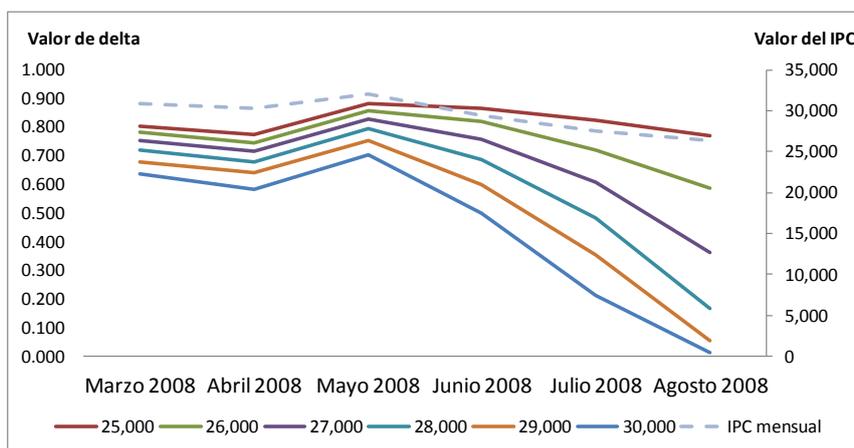


Estos mismos resultados no son iguales comparando la misma opción con la misma duración pero un año después (gráfica 3), cuando comienza la crisis de 2007 provoca que el comportamiento de la delta sea diferente, provocando que ese periodo de tiempo se requiera de cambios constantes para poder mantener una cobertura. En este caso las opciones tienen una duración de medio año. Para evitar coberturas que utilicen cambios grandes basando en la delta se propone utilizar coberturas de 3 meses de duración. Las diferencias en cada periodo son menores, esto ayuda a que los costos de transacción sean menores a pesar de tener una cobertura con los mismos efectos.

Cabe recordar que la delta es un indicador de ajuste a corto plazo, por lo que los ajustes que se requieren se debe a los cambios de los precios de las opciones en plazos grandes, esto se puede corroborar analizando la primera mitad del año de 2008 donde sabemos que hubo una incertidumbre sobre los niveles de los precios de los activos.

**Gráfica 23 Movimientos de delta de opciones del IPC con vencimiento en Septiembre de 2008**

## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC



Se sabe que una opción se puede cubrir con  $\Delta$  acciones. De manera inversa, una acción se puede cubrir con  $1/\Delta$  opciones, esta relación es importante al momento de seleccionar un portafolio ya que indica una manera posible se pueden evitar pérdidas realizando una operación contraria, es decir, al adquirir un portafolio con acciones, la delta indica el nivel de opciones que se deben tener, mientras el precio del activo cambie, la delta se debe calcular y mantenerse en ese nivel.

Por ejemplo, si un inversionista decide vender opciones call, el valor de delta indica el número de acciones que se deben comprar para realizar la protección del portafolio. Para clarificar este caso, supongamos que se tiene valores del IPC en junio de 2009 cuando tenían un nivel de 24,368.38 unidades. En ese mes, las opciones call con precio de ejercicio de 25,000 puntos con vencimiento en septiembre de ese mismo año mostraron una delta de 0.474.

Un mes después el valor de la delta es 0.776 es decir, se encuentra dentro de dinero y a comparación del mes anterior aumentó en 0.302 unidades. Se pueden analizar varios puntos, el primero es que debido al aumento de delta, se sabe que el valor del IPC también registró un aumento. El valor del IPC en julio de 2009 fue de 27,043.50 puntos.

En efectos de cobertura, si al principio de la vigencia se tiene un portafolio con un valor de 25,000,000 millones, se puede utilizar la venta de un put para proteger el portafolio ante una posible caída. Para ello se decide vender  $\Delta$  opciones put con un precio de ejercicio de 25,000 puntos, en este caso  $0.474 * 250,000 = 118,500$  pesos.

Al siguiente mes se decide realizar un ajuste en la cobertura, observando la delta se tiene que es de 0.776, por lo que faltan por vender 75,500 ( $0.776 - 0.474 * 250,000$ ). La tabla 1 muestra en resumen lo que ocurre en el caso planteado desde junio de 2009 a septiembre de 2009.

**Tabla 7. Cobertura con  $\Delta$  opciones de junio a septiembre de 2009**

Fecha	Valor del IPC	Valor de delta	Ajuste de delta (compra)
Junio 2009	24,368	0.474	118,500
Julio 2009	27,044	0.776	75,500
Agosto 2009	28,130	0.919	35,750
Septiembre 2009	29,232	1.000	20,250

En la tabla anterior el valor del IPC se encuentra actualizado con respecto a la fecha, por lo que es variable con respecto al tiempo. Sin embargo, realizando este tipo de cobertura suponiendo que el valor del IPC se mantiene constante por cada mes en el que se encuentra vigente el contrato se tiene que el valor de delta cambia de valor. Si al momento de emisión de la opción, ésta se encuentra fuera de dinero entonces delta disminuye hasta la expiración.

En cambio, si la opción se encuentra en dinero, delta crece gradualmente hasta el vencimiento de la opción mientras que si se encuentra dentro de dinero, delta aumenta con mayor rapidez.

### **Cobertura gamma en la serie del IPC**

Como se presentó anteriormente la gamma es una medida de sensibilidad que se utiliza en el mercado de opciones para conocer la variación de la delta; si la delta varía constantemente, estos cambios se ven reflejados en la gamma al tener un valor mayor si se compara con escenarios donde la delta no tiene grandes cambios. Hay que recordar que la gamma es la derivada de la delta con respecto a cambios en el precio del subyacente.

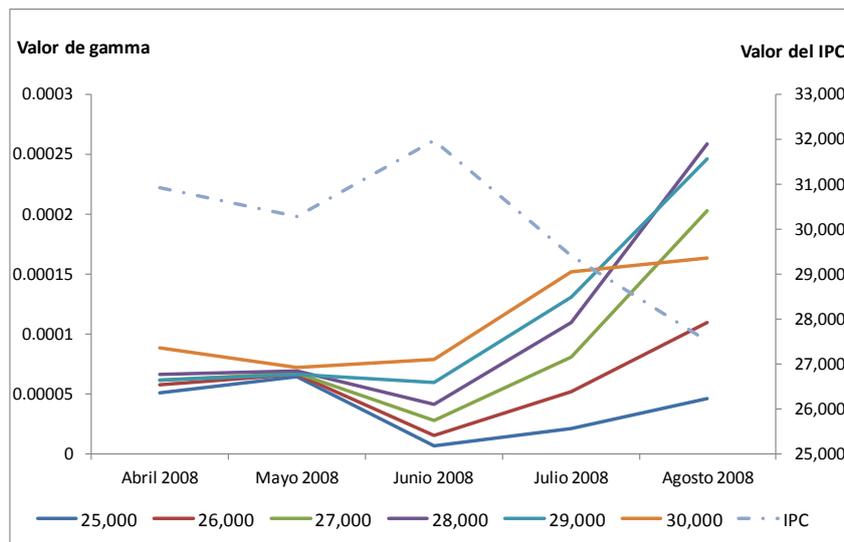
Así cuando este indicador tiene un valor pequeño implica que delta cambia de manera lenta por lo que los ajustes del portafolio son menores, o bien, se realizan de manera poco frecuente. En cambio, cuando ocurre lo opuesto significa que los ajustes deben realizarse de manera periódica, en caso contrario el portafolio se encuentra expuesto a que los cambios de los precios en el mercado afecten con mayor magnitud a la opción.

En la gráfica 4 se muestra a manera de ejemplificar de forma mensual de abril de 2008 a agosto de 2008 la evolución del IPC en términos de gamma, en el eje vertical derecho los precios de ejercicio de la opción call sobre el IPC y en el eje vertical izquierdo el término de gamma. El eje horizontal representa el tiempo para una opción call europea.

En el caso de la gamma se puede observar que existen algunas alteraciones de manera mensual cuando se acerca la fecha de vencimiento, los cambios aumentan de valor debido a que los cambios de delta son mayores. El ajuste en la opción es mayor y realizando una comparación con respecto a los valores de delta en ese periodo (que se muestra en la gráfica 3) se tiene que se acerca a uno, debido a que son opciones que se encuentran dentro de dinero.

**Gráfica 24 Movimientos mensuales de gamma del IPC**

## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC



En la gráfica anterior se puede notar que el mayor cambio de gamma se presenta cuando se acerca el vencimiento. En la mayoría de los casos las opciones que se muestran se encuentran dentro de dinero.

Sin embargo, el comportamiento de gamma en caso de opciones que se encuentran fuera de dinero de manera más pronunciada es muy diferente, por ejemplo, en el caso que se muestra entre febrero a mayo de 2007 en la gráfica 5.

Un mes antes de la fecha de vencimiento la diferencia entre el subyacente y precio de ejercicio de la opción es tan marcado que el cambio en la delta tiene que disminuir de valor como se puede ver en la tabla 2 en el mes de marzo a abril en la opción con el precio de ejercicio de 30,000 unidades. Esto provoca que la gamma con respecto al mes anterior sea negativa, conllevando a un ajuste mayor. Esto se puede verificar en la tabla 3 donde se muestran los valores de la gamma para cada opción desde la fecha de inicio hasta su vencimiento.

Tabla 8. Valores  $\Delta$  para opciones de febrero a mayo de 2007

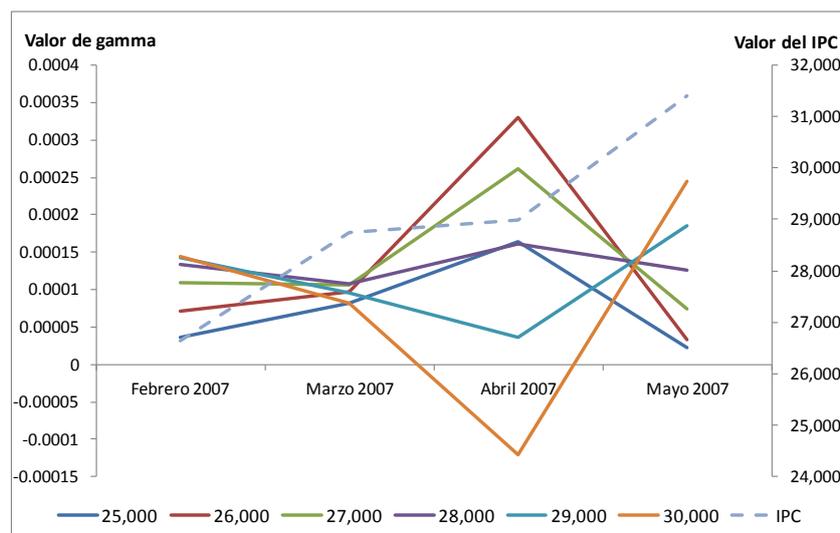
Fecha	25,000	26,000	27,000	28,000	29,000	30,000	Valor IPC
<b>Enero 2007</b>	0.746	0.682	0.609	0.524	0.433	0.342	27,561
<b>Febrero 2007</b>	0.712	0.616	0.508	0.401	0.301	0.209	26,639
<b>Marzo 2007</b>	0.886	0.820	0.733	0.629	0.504	0.381	28,748
<b>Abril 2007</b>	0.927	0.902	0.798	0.669	0.513	0.351	28,997
<b>Mayo 2007</b>	0.982	0.980	0.978	0.972	0.958	0.940	31,399

Tabla 9. Valores  $\Gamma$  para opciones de febrero a mayo de 2007

Fecha	25,000	26,000	27,000	28,000	29,000	30,000
<b>Febrero 2007</b>	0.0000369	0.0000715	0.0001095	0.0001333	0.0001431	0.0001442
<b>Marzo 2007</b>	0.0000825	0.0000967	0.0001067	0.0001081	0.0000963	0.0000816
<b>Abril 2007</b>	0.0001646	0.0003293	0.0002610	0.0001606	0.0000361	-0.0001205
<b>Mayo 2007</b>	0.0000229	0.0000325	0.0000749	0.0001261	0.0001852	0.0002452

En este periodo se tiene que el cambio más notable se presenta en la opción con precio de ejercicio de 30,000 unidades, sin embargo, en las demás series también existe una diferencia importante. Al analizarse los datos se puede ver que existen cambios en los valores de la delta cercanos a 1, esto se debe a la cercanía del vencimiento, sin embargo, el cambio del valor del subyacente de marzo a abril es de 249 unidades que comparado con otras variaciones mensuales es un cambio pequeño. Esto provoca que la variación en gamma presente valores poco confiables. La manera de usar tanto delta como gamma son complementarias, ya que existen situaciones que los valores de manera individual pueden provocar toma de decisiones erróneas.

**Gráfica 25 Movimientos de delta de opciones del IPC con vencimiento en Septiembre de 2007**



### 3. Coberturas en el Índice de Precios al Consumidor

#### a. Cobertura bull

La cobertura bull se puede formar de dos maneras, utilizando opciones call u opciones put. Esta cobertura ofrece ganancias cuando se presenta un aumento de los precios. Si se tiene un portafolio donde se presenta esta cobertura sobre el índice del IPC así como una serie de

## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC

activos que reflejen el comportamiento de dicho índice, se deben realizar ajustes de manera periódica en las opciones para tener una posición cubierta.

La cobertura ofrece una ganancia conocida al momento de pactar la operación, sin embargo al momento de realizar los ajustes necesarios, se presentan en ocasiones movimientos que alteran el resultado neto de la cobertura.

Por ejemplo, considérese una cobertura bull generada por opciones call para el periodo de junio a agosto de 2007, donde la compra del call tiene un precio de ejercicio de 26,000 mientras que la venta tiene un precio de ejercicio de 29,000. Además, el IPC registró en junio 31,151.02 puntos por lo que la cobertura seleccionada es conservadora<sup>42</sup>, considerando ajustes a partir de las respectivas deltas de cada contrato negociado, se tiene que en un principio se debe realizar un ajuste mediante la compra equivalente a 1,820 puntos para tener una cobertura dinámica<sup>43</sup> al principio.

Este resultado se obtiene al comprar 23,686 puntos por la compra de la opción call y por la vender 21,866 unidades de la posición corta del call. Es importante saber que para el ajuste de un portafolio de opciones se debe realizar mediante cada opción y no en un conjunto, ya que cada opción tiene un valor delta diferente así como cada valor que ampara cada contrato.

En este caso se supone la negociación de un contrato de compra y otro de venta. Por definición se tiene que:

$$\Delta_{\text{portafolio}} = \sum_{i=1}^n \Delta_i * N_i$$

donde  $\Delta_i$  es la delta de la opción  $i$ ,  $N_i$  es el número de contratos de la opción  $i$  y  $n$  es el número de opciones total del portafolio<sup>44</sup>. De esta manera, debido a que sólo se compra y se vende un contrato de cada opción, la delta del portafolio en el primer mes es de  $0.911 - 0.754 = 0.157$ . La tabla 4 muestra un resumen de lo que sucede en cada mes.

Tabla 10. Resumen de ajuste de la cobertura bull de junio a agosto de 2007

2007	$\Delta$ Compra Call 26,000	$\Delta$ Venta Call 29,000	$\Delta$ Portafolio	Valor IPC	Ajuste de opción de 26,000 (\$)	Ajuste de opción de 26,000 (\$)	G/P (\$)
Junio	0.911	0.754	0.157	31,151	-236,860	218,660	-18,200
Julio	0.987	0.789	0.198	30,660	-19,760	10,150	-9,610
Agosto	0.980	0.768	0.212	30,348	1,820	-6,090	-4,270
						<b>Total</b>	<b>-32,080</b>

<sup>42</sup> Se dice que es conservadora debido a que ambas opciones se encuentran dentro de dinero.

<sup>43</sup> Cabe recordar que una cobertura dinámica es aquella que se realiza de manera constante durante la vigencia de los contratos de opciones.

<sup>44</sup> SINHA, Pankaj Akshay Gupta y Hemant Mudgal. *Active hedging greeks of an options portfolio integrating churning and minimization of cost of hedging using quadratic & linear programming*. The Journal of Prediction Markets. 2010

Continuando con esta metodología para cada uno de los meses posteriores se tiene que la pérdida en este periodo fue de 32,080 pesos. Considerando el costo de las primas se tiene que el resultado neto es una pérdida de 34,564 pesos. Hay que recordar que el costo de adquirir la opción call con precio de ejercicio de 26,000 es de 5,247 pesos y el beneficio de la venta de una opción call de 29,000 puntos tiene una prima de 2,763 pesos, por lo que el gasto neto de las primas es de 2,484 pesos. Los resultados de comparar diferentes periodos utilizando esta cobertura se puede ver en la siguiente tabla:

**Tabla 11. Estado de resultados de la cobertura bull con opciones call entre diciembre de 2006 y diciembre de 2011**

Periodo	G/P (\$)	Periodo	G/P (\$)
Diciembre 2006-Marzo 2007	#¡DIV/0!	Junio 2009-Septiembre 2009	-133,294
Marzo 2007-Junio 2007	21,098	Septiembre 2009-Diciembre 2009	3,110
Junio 2007-Septiembre 2007	-34,564	Diciembre 2009-Marzo 2010	7,930
Septiembre 2007-Diciembre 2007	#¡DIV/0!	Marzo 2010-Junio 2010	9,323
Diciembre 2007-Marzo 2008	#¡DIV/0!	Julio 2010-Septiembre 2010	4,098
Marzo 2010-Junio 2008	11,078	Septiembre 2010-Diciembre 2010	27,114
Junio 2008-Septiembre 2008	-138,699	Diciembre 2010-Marzo 2011	26,749
Septiembre 2008-Diciembre 2008	-12,180	Marzo 2011-Junio 2011	N/A
Diciembre 2008-Marzo 2009	-600	Julio 2011-Septiembre 2011	25,302
Marzo 2009-Junio 2009	-48,880	Septiembre 2011-Diciembre 2011	26,234

A manera de comparar la cobertura en distintos escenarios se puede ver que en el periodo de septiembre a diciembre de 2010 es cuando mejores resultados se tienen. La ganancia del periodo es de 27,114 pesos. En cambio el peor resultado se registró entre junio y septiembre de 2008 con una pérdida de 138,699 pesos.

Ahora, si se genera la cobertura bull a partir de opciones puts con precio de ejercicio de 26,000 y 29,000 unidades<sup>45</sup> se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 12. Estado de resultados de la cobertura bull con opciones put entre diciembre de 2006 y diciembre de 2011**

Periodo	G/P (\$)	Periodo	G/P (\$)
Diciembre 2006-Marzo 2007	#¡DIV/0!	Junio 2009-Septiembre 2009	-164,676
Marzo 2007-Junio 2007	-6,767	Septiembre 2009-Diciembre 2009	-44,030
Junio 2007-Septiembre 2007	-61,494	Diciembre 2009-Marzo 2010	-22,696
Septiembre 2007-Diciembre 2007	#¡DIV/0!	Marzo 2010-Junio 2010	-11,450
Diciembre 2007-Marzo 2008	#¡DIV/0!	Julio 2010-Septiembre 2010	-20,841
Marzo 2010-Junio 2008	-17,607	Septiembre 2010-Diciembre 2010	-158
Junio 2008-Septiembre 2008	-167,288	Diciembre 2010-Marzo 2011	46
Septiembre 2008-Diciembre 2008	-40,644	Marzo 2011-Junio 2011	N/A
Diciembre 2008-Marzo 2009	-27,990	Julio 2011-Septiembre 2011	-3,187
Marzo 2009-Junio 2009	-69,919	Septiembre 2011-Diciembre 2011	-132

En este caso la cobertura realizada con opciones put no es conveniente ya que en todos los escenarios existe una pérdida debido a los ajustes que se deben realizar, esto debido a los precios de ejercicio que existen en las opciones y al precio del activo en el mercado ya que en

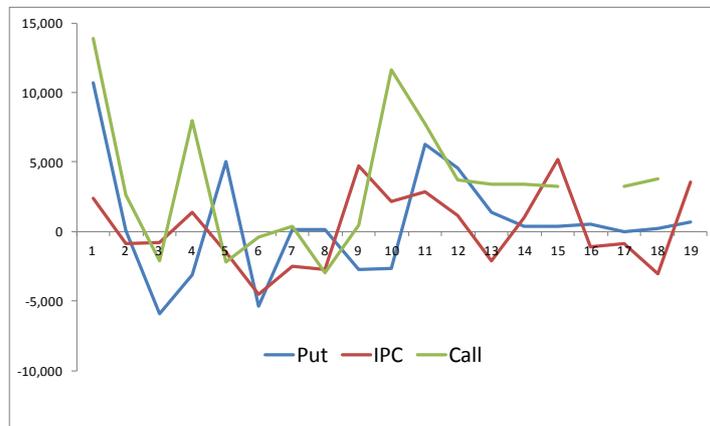
<sup>45</sup> Se decide escoger el mismo precio de ejercicio de las opciones para todas las coberturas para realizar comparativos de cada cobertura sin que dicho precio influya en el resultado.

## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC

todos los escenarios las opciones seleccionadas las opciones son ejercidas ofreciendo a la contraparte una ganancia.

En la siguiente gráfica se muestra la ganancia y pérdida de cada cobertura comparada con el IPC.

**Gráfica 26 Comparación de ganancias y pérdidas entre el IPC y la cobertura bull con opciones call y put**



### b. Cobertura bear

La cobertura bear, a diferencia del método anterior, es atractiva cuando se presenta un decremento de los precios. La manera de obtener ésta cobertura es utilizando opciones call u opciones put. De manera análoga a la cobertura bull se deben realizar ajustes de manera periódica en las opciones para tener una posición cubierta.

Por ejemplo, utilizando una cobertura bear generada por opciones put para el periodo de marzo a mayo de 2007, donde la compra de la opción tiene un precio de ejercicio de 29,000 mientras que la venta tiene un precio de ejercicio de 26,000. Además, el IPC registró en marzo 28,747.69 puntos, considerando ajustes a partir de las respectivas deltas de cada contrato negociado, se tiene que en un principio se debe realizar un ajuste mediante la venta de 9,916 puntos.

Este resultado se obtiene al comprar 4,004 puntos por la compra de la opción call y por la vender 13,920 unidades de la posición corta del call. La tabla 4 muestra un resumen de lo que sucede en cada mes.

**Tabla 13. Resumen de ajuste de la cobertura bear de enero a junio de 2007**

2007	$\Delta$ Venta Put 26,000	$\Delta$ Compra Put 29,000	Valor IPC	Ajuste $\Delta$ 26,000 (puntos)	Ajuste $\Delta$ 29,000 (puntos)	G/P mensual (puntos)	G/P Neto (pesos)	G/P Acumulado (pesos)
Marzo	-0.154	-0.480	28,748	-4,004.00	13,920.00	9,916.00	99,160.00	99,160.00
Abril	-0.093	-0.479	28,997	1,586.00	-29.00	1,557.00	15,570.00	114,730.00
Mayo	0.000	-0.027	31,399	2,418.00	-13,108.00	-10,690.00	-106,900.00	7,830.00

Continuando con esta metodología para cada uno de los meses posteriores se tiene que la ganancia neta en este periodo fue de 6,766 puntos del IPC derivado de los 7,380 puntos de la cobertura y descontando el pago de la prima que es de 1,063 puntos. Ahora los resultados de comparar diferentes periodos utilizando esta cobertura se puede ver en la siguiente tabla:

**Tabla 14. Estado de resultados de la cobertura bear con opciones put entre diciembre de 2006 y diciembre de 2011**

Periodo	G/P Neto	Periodo	G/P Neto
Diciembre 2006-Febrero 2007	173,772.96	Junio 2009-Agosto 2009	164,675.92
Marzo 2007-Mayo 2007	6,766.56	Septiembre 2009-Noviembre 2009	44,029.80
Junio 2007-Agosto 2007	61,493.63	Diciembre 2009-Febrero 2010	22,695.92
Septiembre 2007-Noviembre 2007	#¡DIV/0!	Marzo 2010-Mayo 2010	11,449.92
Diciembre 2007-Febrero 2008	#¡DIV/0!	Junio 2010-Agosto 2010	20,841.16
Marzo 2008-Mayo 2008	17,607.27	Septiembre 2010-Noviembre 2010	157.52
Junio 2008-Agosto 2008	167,287.75	Diciembre 2010-Febrero 2011	-46.15
Septiembre 2008-Noviembre 2008	40,643.54	Marzo 2011-Mayo 2011	N/A
Diciembre 2008-Febrero 2009	27,989.85	Junio 2011-Agosto 2011	3,186.64
Marzo 2009-Mayo 2009	69,919.49	Septiembre 2011-Noviembre 2011	132.06

A manera de comparar la cobertura en distintos escenarios se puede ver que en el periodo de diciembre de 2006 a febrero de 2007 es cuando mejores resultados se tienen. El promedio mensual del IPC en dicho periodo es de 173,772.96 pesos. En este caso es importante aclarar que existen pocas pérdidas debido a los precios de ejercicio que se ocuparon en este caso. Ya que debido al comportamiento del IPC es mayor a dichos precios seleccionados.

Ahora, si se genera la cobertura bull a partir de opciones calls con precio de ejercicio de 26,000 y 29,000 unidades<sup>46</sup> se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 15. Estado de resultados de la cobertura bear con opciones put entre diciembre de 2006 y diciembre de 2011**

Periodo	G/P Neto	Periodo	G/P Neto
Diciembre 2006-Marzo 2007	0	Junio 2009-Septiembre 2009	-2,638
Marzo 2007-Junio 2007	10,690	Septiembre 2009-Diciembre 2009	6,287
Junio 2007-Septiembre 2007	41	Diciembre 2009-Marzo 2010	4,536
Septiembre 2007-Diciembre 2007	-5,916	Marzo 2010-Junio 2010	1,352
Diciembre 2007-Marzo 2008	-3,082	Julio 2010-Septiembre 2010	389
Marzo 2010-Junio 2008	5,024	Septiembre 2010-Diciembre 2010	415
Junio 2008-Septiembre 2008	-5,335	Diciembre 2010-Marzo 2011	520
Septiembre 2008-Diciembre 2008	133	Marzo 2011-Junio 2011	0
Diciembre 2008-Marzo 2009	149	Julio 2011-Septiembre 2011	198
Marzo 2009-Junio 2009	-2,714	Septiembre 2011-Diciembre 2011	712

En este caso el periodo donde mejor comportamiento se tuvo fue entre marzo y junio de 2007. Mientras que el peor escenario es entre septiembre y diciembre del mismo año. Es importante recalcar que los últimos meses de 2007 fue cuando la crisis comienza a causar variaciones en los precios de los activos.

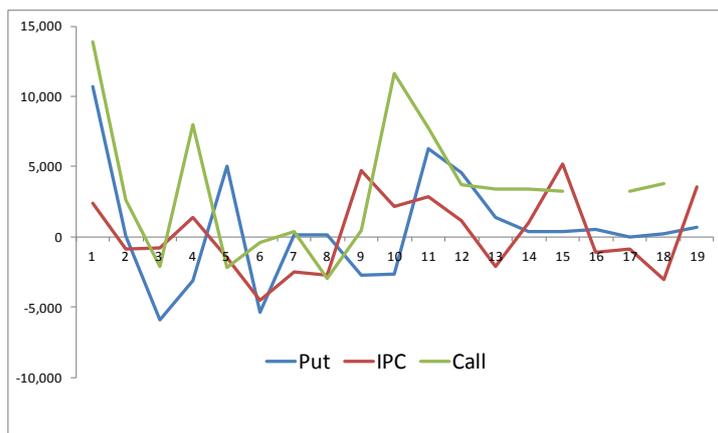
<sup>46</sup> Se decide escoger el mismo precio de ejercicio de las opciones para todas las coberturas para realizar comparativos de cada cobertura sin que dicho precio influya en el resultado.

## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC

En cambio, el portafolio que tiene un comportamiento similar al IPC en el mismo periodo tiene un comportamiento diferente. En la mayoría de los casos las ganancias más atractivas se presentan en los casos donde se tiene un portafolio cubierto con opciones call. Asimismo, la cobertura put muestra una mayor cantidad de pérdidas que el IPC en 8 de 20 escenarios mientras que la cobertura con call sólo registra inconvenientes en 3 de los mismos escenarios.

En la siguiente gráfica se muestra la ganancia y pérdida de cada cobertura comparada con el IPC.

**Gráfica 27 Comparación de ganancias y pérdidas entre el IPC y la cobertura bear con opciones call y put**



### c. Cobertura long straddle

Esta cobertura se puede generar mediante la compra de una opción call y una opción put, ambas con el mismo precio de ejercicio. La cobertura es atractiva en el mercado cuando se presenta una volatilidad alta.

Por la manera en que la cobertura está compuesta, el punto donde mayores pérdidas se registran es en el precio de ejercicio. Por ejemplo, considérese esta cobertura con un precio de ejercicio de 29,000 puntos del IPC. Para este caso, supóngase que las opciones tienen una vigencia de marzo a mayo de 2007. Al momento de realizar la cobertura el IPC registró 28,478 puntos.

De acuerdo a la delta registrada por MexDer para la posición larga del call se tiene que es de 0.820, lo que significa que se tiene que realizar una venta de 21,320 puntos para realizar el ajuste inicial de la cobertura de esa opción. Simultáneamente, se debe hacer el contrato de comprar 4,004 puntos. La diferencia neta de la cobertura para este mes es la venta de 17,316 puntos del IPC<sup>47</sup>.

<sup>47</sup> Es importante recordar que dentro de los contratos del IPC cada punto tiene un valor de 10 pesos, por lo que la venta de la opción call es por un monto de 213,200 pesos, el monto de la compra de la opción put es de 40,040 pesos, por lo que el resultado neto es equivalente a vender un monto de 173,160 pesos.

Para el siguiente mes, se tiene que las deltas de los contratos sufren variaciones. En el caso del call aumenta a 0.902 mientras que en el put disminuye a 0.093. Estas variaciones implican la venta de 2,132 puntos por parte del call y de 1,586 puntos del put. Continuando de esta forma se tiene que, en este caso, se registra una pérdida de 25,829 puntos del IPC equivalentes a 285,297.90 pesos. Los resultados se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 16 Resumen de ajuste de la cobertura long straddle de marzo a mayo de 2007**

2007	Δ Call 26,000	Δ Put 26,000	Valor IPC	(Cifras en pesos)			
				Ajuste Δ Call 26,000	Ajuste Δ Put 26,000	Ajuste Neto	Ajuste Acumulado
Marzo	0.820	-0.154	28,748	-213,200	40,040	-173,160	-173,160
Abril	0.902	-0.093	28,997	-21,320	-15,860	-37,180	-210,340
Mayo	0.980	0	31,399	-20,280	-24,180	-44,460	-254,800

Analizando esta cobertura en diferentes escenarios se tiene que, generalmente, las pérdidas que se tiene son mayores a otras coberturas. En este caso la cobertura es muy sensible a los niveles y movimientos de delta de la opción call. Cuando delta fue muy grande en dicha posición, los ajustes necesarios requirieron de inversiones en grandes cantidades. Además, si consideramos que de los escenarios analizados pocos fueron de alta volatilidad, la ganancia que se esperaba en un principio no fue mayor al nivel de los ajustes. En otras palabras, esta cobertura muestra resultados positivos cuando el nivel del IPC tiene una volatilidad alta.

La tabla 11 presenta los resultados netos de la cobertura con un precio de ejercicio de 26,000 unidades, mientras que en la tabla 12 los resultados se refieren a una cobertura valuada con 29,000 puntos. En ambos casos los periodos analizados son entre diciembre de 2006 y diciembre de 2011.

**Tabla 17. Estado de resultados de la cobertura long straddle con precio de ejercicio de 26,000 puntos del IPC**

Periodo	G/P Neto	Periodo	G/P Neto
Diciembre 2006-Febrero 2007	-105,140	Junio 2009-Agosto 2009	-186,009
Marzo 2007-Mayo 2007	-258,297	Septiembre 2009-Noviembre 2009	-260,848
Junio 2007-Agosto 2007	-258,329	Diciembre 2009-Febrero 2010	-262,497
Septiembre 2007-Noviembre 2007		Marzo 2010-Mayo 2010	-258,146
Diciembre 2007-Febrero 2008		Junio 2010-Agosto 2010	-256,165
Marzo 2008-Mayo 2008	-262,025	Septiembre 2010-Noviembre 2010	-266,828
Junio 2008-Agosto 2008	-50,550	Diciembre 2010-Febrero 2011	-272,051
Septiembre 2008-Noviembre 2008	232,742	Marzo 2011-Mayo 2011	N/A
Diciembre 2008-Febrero 2009	261,822	Junio 2011-Agosto 2011	-269,661
Marzo 2009-Mayo 2009	161,009	Septiembre 2011-Noviembre 2011	-266,634

Comparando la cobertura en distintos escenarios se puede ver que en los periodos entre septiembre de 2008 y mayo de 2009 es cuando existen resultados positivos. Las deltas de las

## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC

opciones call en dicho periodo son menores a 0.5, mientras que en el resto de los casos la delta registra valores mayores a 0.5.

Ahora, si se genera una cobertura con precio de ejercicio de 29,000 puntos en el mismo periodo se tienen los resultados mostrados en la tabla 18.

El comportamiento en este caso, donde el precio de ejercicio es de 29,000 puntos, es similar al caso previamente visto en el sentido de que cuando las deltas del call tienen valores menores a 0.5, se tienen números positivos. De la misma forma, cuando la delta es mayor, la cobertura no funciona de manera adecuada esperando ganancias.

**Tabla 18. Estado de resultados de la cobertura long straddle con precio de ejercicio de 29,000 puntos del IPC**

<b>Periodo</b>	<b>G/P Neto</b>	<b>Periodo</b>	<b>G/P Neto</b>
Diciembre 2006-Febrero 2007	N/A	Junio 2009-Agosto 2009	104,668
Marzo 2007-Mayo 2007	-244,699	Septiembre 2009-Noviembre 2009	-195,748
Junio 2007-Agosto 2007	-145,831	Diciembre 2009-Febrero 2010	-221,742
Septiembre 2007-Noviembre 2007	-76,749	Marzo 2010-Mayo 2010	-229,688
Diciembre 2007-Febrero 2008	-5,701	Junio 2010-Agosto 2010	-213,934
Marzo 2008-Mayo 2008	-227,890	Septiembre 2010-Noviembre 2010	-263,609
Junio 2008-Agosto 2008	230,560	Diciembre 2010-Febrero 2011	-268,844
Septiembre 2008-Noviembre 2008	260,068	Marzo 2011-Mayo 2011	N/A
Diciembre 2008-Febrero 2009	265,322	Junio 2011-Agosto 2011	-262,310
Marzo 2009-Mayo 2009	257,020	Septiembre 2011-Noviembre 2011	-262,109

### d. Cobertura short straddle

La posición corta de la cobertura straddle tiene ganancias cuando el precio de los activos tiene poca volatilidad. En este caso, la cobertura se crea con la venta de un put y de un call, ambas opciones con el mismo precio de ejercicio. Para este caso se analiza el caso donde el precio de ejercicio es de 26,000 unidades del IPC. En dicho punto es donde se puede obtener la mayor ganancia, que es equivalente a la suma de los montos de la prima.

Realizando una cobertura dinámica como se han efectuado en los casos anteriores se puede notar que en los diferentes escenarios se han generado, se registraron pocas pérdidas. Sin embargo, aunque sea obvio, es importante recalcar que dependiendo del precio de ejercicio que se seleccione los resultados pueden ser diferentes. Por ejemplo, cambiando el precio de ejercicio a 29,000 unidades, los resultados no sólo aumentan en la frecuencia sino también aumenta el monto de pérdidas.

A diferencia de la cobertura anterior, la delta que muestra mayor influencia en los resultados netos de los contratos es la venta de put, ya que cuando dicha medida de sensibilidad tiene valores similares a -0.800 es cuando se tienen pérdidas. Esto es lógico debido a que cuando la delta alcanza dicho valor es altamente probable que sea ejercido el contrato por lo que el ajuste que se debe realizar es mayor, o bien, aumenta de frecuencia.

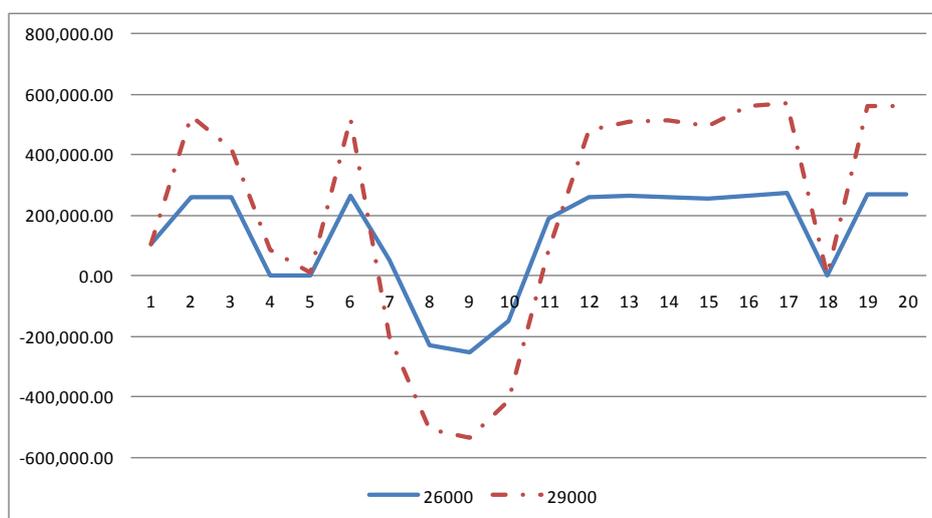
A continuación se muestra el comportamiento de las coberturas con precio de ejercicio de 26,000 y 29,000 unidades. Además la comparación de manera gráfica se puede ver en la tabla 19.

El comportamiento de ambas coberturas es similar en este periodo de tiempo, sin embargo se puede decir que para el caso de 29,000 puntos como precio de ejercicio tanto las ganancias como las pérdidas son mayores con respecto a la cobertura de 26,000 puntos como precio de ejercicio.

**Tabla 19. Estado de resultados de la cobertura short straddle con precios de ejercicios de 26,000 y 29,000 puntos**

Periodo	G/P Neto 26,000	G/P Neto 29,000	Periodo	G/P Neto 26,000	G/P Neto 29,000
Diciembre 2006-Febrero 2007	105,140.98	#¡DIV/0!	Junio 2009-Agosto 2009	191,173.30	-106,796.73
Marzo 2007-Mayo 2007	258,297.90	272,629.12	Septiembre 2009-Noviembre 2009	261,581.17	220,661.04
Junio 2007-Agosto 2007	258,329.04	162,271.38	Diciembre 2009-Febrero 2010	262,921.82	248,155.51
Septiembre 2007-Noviembre 2007	#¡DIV/0!	85,269.12	Marzo 2010-Mayo 2010	258,377.98	256,250.76
Diciembre 2007-Febrero 2008	#¡DIV/0!	8,634.86	Junio 2010-Agosto 2010	256,804.88	240,061.53
Marzo 2008-Mayo 2008	263,159.42	256,629.68	Septiembre 2010-Noviembre 2010	266,925.33	293,882.03
Junio 2008-Agosto 2008	51,716.24	-254,270.53	Diciembre 2010-Febrero 2011	272,091.27	298,886.56
Septiembre 2008-Noviembre 2008	-227,928.26	-280,752.05	Marzo 2011-Mayo 2011	N/A	N/A
Diciembre 2008-Febrero 2009	-252,902.02	-281,492.37	Junio 2011-Agosto 2011	269,753.50	291,868.81
Marzo 2009-Mayo 2009	-148,322.03	-267,121.36	Septiembre 2011-Noviembre 2011	267,443.04	293,544.54

**Gráfica 28 Comparación de short straddle con precio de ejercicio de 26,000 y 29,000**



## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC

### e. Cobertura long strangle

La cobertura strangle tiene la ventaja de que proporciona un margen de ganancias mayor con respecto al straddle. Para poder crear la posición larga de un strangle se puede realizar de dos formas. La primera mediante la compra de un put con un precio de ejercicio menor que la compra de un call, mientras que la segunda posibilidad es con la compra de un put cuyo precio de ejercicio sea mayor al de la compra de un call.

En este primer escenario se analiza una cobertura con la compra de un put con 26,000 y la compra de un call con 29,000 puntos de precio de ejercicio respectivamente. De esta manera, se tiene que a través de coberturas dinámicas pierden efectividad en la protección cuando la compra de la opción call es muy probable que sea ejercida.

Por otro lado, el nivel de relación de la delta del put es mucho menor, por lo que no provoca mayores cambios en los ajustes del portafolio.

En la tabla 14 se encuentran los resultados de las coberturas de acuerdo a los escenarios<sup>48</sup> con precio de ejercicio de 26,000 y 29,000 unidades.

**Tabla 20. Estado de resultados de la cobertura long strangle con precios de ejercicios de 26,000 y 29,000 puntos**

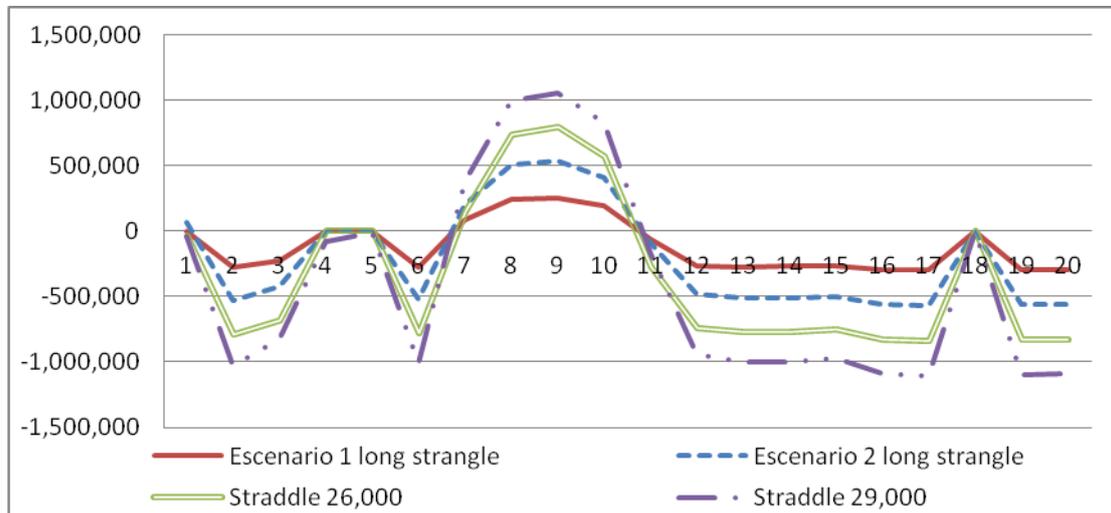
Periodo	Escenario 1	Escenario 2	Periodo	Escenario 1	Escenario 2
Diciembre 2006-Febrero 2007	#iDIV/0!	68,631.99	Junio 2009-Agosto 2009	-57,879.19	-26,497.38
Marzo 2007-Mayo 2007	-279,395.67	-251,531.34	Septiembre 2009-Noviembre 2009	-264,690.84	-217,551.37
Junio 2007-Agosto 2007	-223,765.01	-196,835.41	Diciembre 2009-Febrero 2010	-270,851.43	-240,225.90
Septiembre 2007-Noviembre 2007	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Marzo 2010-Mayo 2010	-267,700.68	-246,928.06
Diciembre 2007-Febrero 2008	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Junio 2010-Agosto 2010	-260,902.69	-235,963.72
Marzo 2008-Mayo 2008	-274,236.96	-245,552.15	Septiembre 2010-Noviembre 2010	-294,039.54	-266,767.82
Junio 2008-Agosto 2008	86,982.78	115,571.51	Diciembre 2010-Febrero 2011	-298,840.41	-272,137.43
Septiembre 2008-Noviembre 2008	240,108.51	268,571.80	Marzo 2011-Mayo 2011	N/A	N/A
Diciembre 2008-Febrero 2009	253,502.52	280,891.87	Junio 2011-Agosto 2011	-295,055.46	-266,566.86
Marzo 2009-Mayo 2009	197,201.87	218,241.52	Septiembre 2011-Noviembre 2011	-293,676.61	-267,310.97

Haciendo una comparación entre los resultados<sup>49</sup> del straddle y las dos coberturas recientes se puede notar que los resultados son similares. Los montos de pérdidas tienen una diferencia pequeña, efecto que ocurre con las ganancias.

<sup>48</sup> El escenario 1 se encuentra compuesto por una compra de un put con 26,000 puntos de precio de ejercicio y la compra de un call con 29,000. Además, el escenario 2 contempla la compra de un call con 26,000 y una compra de put con 29,000 unidades del IPC.

Si se realiza una comparación de manera gráfica se puede observar que la posición larga del straddle con 29,000 puntos de precio de ejercicio es la cobertura más arriesgada debido a que tiene las mayores pérdidas asimismo muestra los rendimientos más atractivos. Por otro lado, la cobertura más conservadora entre esta comparación es el escenario 2 de la cobertura larga del strangle.

Gráfica 29 Comparación de Straddle 26,000, straddle 29,000, escenario 1 y 2 de un strangle largo



**f. Cobertura short strangle**

La cobertura corta de un strangle ofrece la ventaja de ser redituable ante altos niveles de volatilidad. De manera análoga al caso anterior, el short strangle se puede realizar de dos maneras. Para este caso, el escenario 1 se encuentra compuesto por la venta de un put con 26,000 y la venta de un call con 29,000 puntos, mientras que el escenario 2 está generado por la venta de un call con 26,000 y la venta de un put de 29,000.

Algo que ocurre en ambos escenarios es que el valor de la delta de cada opción se encuentra altamente relacionado con el resultado final de la cobertura. Cuando la probabilidad de que un contrato call sea ejercido es mayor a la de un put entonces el resultado de la cobertura es atractivo. En cambio, el escenario opuesto, es decir, cuando una opción put se encuentra muy dentro de dinero entonces la cobertura muestra pérdidas.

A continuación se muestran los resultados de la cobertura corta del strangle.

<sup>49</sup> Las ganancias y pérdidas netas del straddle con 26,000 se encuentra en la tabla 11, mientras que el straddle con 29,000 puntos en la tabla 12.

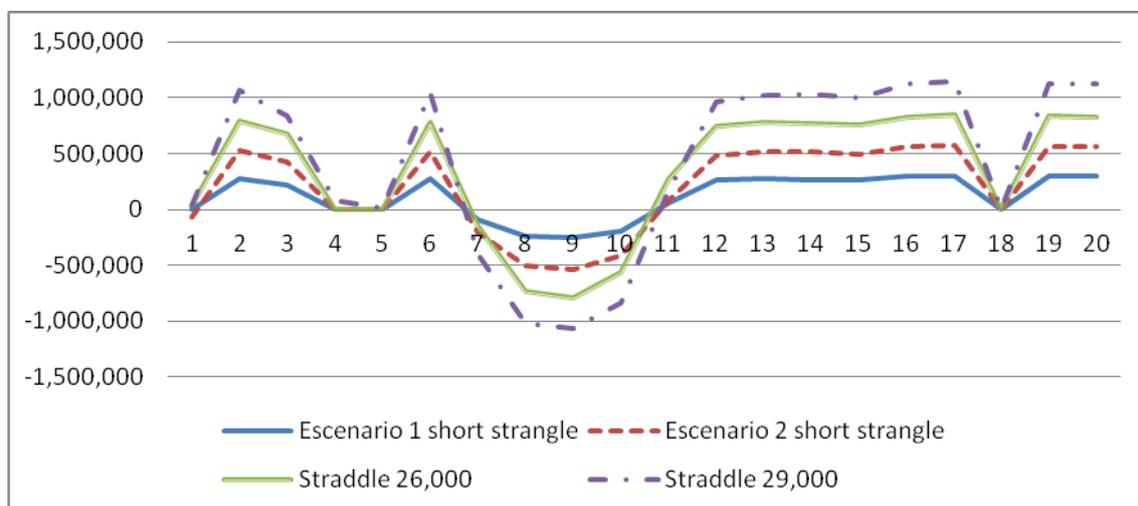
## Cobertura delta y gamma y comportamiento del IPC

**Tabla 21. Estado de resultados de la cobertura short strangle con precios de ejercicios de 26,000 y 29,000 puntos**

Periodo	Escenario 1	Escenario 2	Periodo	Escenario 1	Escenario 2
Diciembre 2006- Febrero 2007	#¡DIV/0!	-68,631.99	Junio 2009-Agosto 2009	57,879.19	26,497.38
Marzo 2007-Mayo 2007	279,395.67	251,531.34	Septiembre 2009- Noviembre 2009	264,690.84	217,551.37
Junio 2007-Agosto 2007	223,765.01	196,835.41	Diciembre 2009- Febrero 2010	270,851.43	240,225.90
Septiembre 2007- Noviembre 2007	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	Marzo 2010-Mayo 2010	267,700.68	246,928.06
Diciembre 2007- Febrero 2008	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	Junio 2010-Agosto 2010	260,902.69	235,963.72
Marzo 2008-Mayo 2008	274,236.96	245,552.15	Septiembre 2010- Noviembre 2010	294,039.54	266,767.82
Junio 2008-Agosto 2008	-86,982.78	-115,571.51	Diciembre 2010- Febrero 2011	298,840.41	272,137.43
Septiembre 2008- Noviembre 2008	-240,108.51	-268,571.80	Marzo 2011-Mayo 2011	N/A	N/A
Diciembre 2008- Febrero 2009	-253,502.52	-280,891.87	Junio 2011-Agosto 2011	295,055.46	266,566.86
Marzo 2009-Mayo 2009	-197,201.87	-218,241.52	Septiembre 2011- Noviembre 2011	293,676.61	267,310.97

Realizando una comparación entre straddles y stangles cortos se puede ver en la ilustración 3 que las posiciones más arriesgadas son ambos straddles, siendo el de 29,000 puntos como precio de ejercicio más riesgoso. Mientras que el más conservador es el escenario 1 del straddle. Estos resultados son similares a la cobertura anterior.

**Gráfica 30 Comparación de Straddle 26,000, straddle 29,000, escenario 1 y 2 de un strangle largo**



### g. Cobertura long butterfly

La cobertura butterfly tiene la característica de requerir el uso de cuatro opciones para generarla. En el caso de una posición larga se puede obtener a través de dos formas diferentes. En el primer caso se analiza la compra de una opción call con precio de ejercicio de 26,000 puntos así como la compra de un call con precio de ejercicio de 29,000 puntos además de tener la venta de dos opciones call con precio de ejercicio de 27,500 puntos<sup>50</sup>.

La segunda posibilidad se realiza mediante la compra de un put con precio de ejercicio de 26,000 puntos, la compra de un put con precio de ejercicio de 29,000 y la venta de dos put son precio de ejercicio en 27,500 puntos.

Utilizando las opciones call se tiene que la ganancia máxima es de 38,174 pesos en el periodo entre junio y agosto de 2007 mientras que la pérdida máxima se presenta entre marzo y mayo de 2009. Algo que se puede observar en el estado de resultados, es que las ganancias y pérdidas no son tan grandes como en otras coberturas. Esto se debe al hecho del número de opciones utilizadas, ya que se neutralizan en los cambios del precio en el mercado, algo que no sucedía en otros casos. Lo cual provoca que las pérdidas puedan ser limitadas de una manera más clara sin embargo, el inversionista debe sacrificar una parte de las ganancias.

Estos resultados se pueden observar en la tabla 16 donde se muestran las ganancias y las pérdidas de cada periodo utilizando tanto opciones call como opciones put para generar la cobertura larga del butterfly.

**Tabla 22 Resultados de la cobertura larga butterfly generada con opciones call y con opciones put**

Periodo	Opciones call	Opciones put	Periodo	Opciones call	Opciones put
Diciembre 2006-Febrero 2007	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	Junio 2009-Agosto 2009	47,060.31	48,221.74
Marzo 2007-Mayo 2007	7,195.98	5,702.70	Septiembre 2009-Noviembre 2009	20,584.96	18,941.95
Junio 2007-Agosto 2007	38,174.45	42,203.18	Diciembre 2009-Febrero 2010	10,785.57	15,564.84
Septiembre 2007-Noviembre 2007	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	Marzo 2010-Mayo 2010	7,167.70	6,796.13
Diciembre 2007-Febrero 2008	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	Junio 2010-Agosto 2010	10,691.23	9,635.31
Marzo 2008-Mayo 2008	9,788.20	9,211.99	Septiembre 2010-Noviembre 2010	-17.49	197.22
Junio 2008-Agosto 2008	-25,210.42	-37,945.84	Diciembre 2010-Febrero 2011	283.33	-30.25
Septiembre 2008-Noviembre 2008	-4,984.82	-5,064.42	Marzo 2011-Mayo 2011	N/A	N/A
Diciembre 2008-Febrero 2009	-105.34	-727.82	Junio 2011-Agosto 2011	630.90	1,502.68
Marzo 2009-Mayo 2009	-30,745.08	-29,960.58	Septiembre 2011-Noviembre 2011	534.33	408.82

Por último, el comportamiento de los resultados en cada periodo es similar. La principal diferencia es que la cobertura generada con opciones put tiende a ser un poco más volátil ante los cambios de las deltas.

<sup>50</sup> Se decide escoger el precio de 27,000 puntos del IPC debido a que es el punto medio entre los precios de ejercicio de las otras dos opciones.

### h. Cobertura short butterfly

La posición corta del butterfly se puede generar mediante la venta de un call con precio de ejercicio de 26,000, la venta de otro call con precio de ejercicio de 29,000 y la compra de dos opciones con precio de ejercicio de 27,500. Asimismo, con la venta de un put con precio de ejercicio de 26,000, otro con 29,000 y la compra de dos opciones con precio de ejercicio de 27,500.

La ventaja de utilizar esta cobertura se presenta cuando existe alta volatilidad del mercado pero se desconoce la tendencia de los precios<sup>51</sup>. Al momento de realizar la cobertura se tiene que las opciones call los ajustes mensuales que se deben realizar no son de la misma magnitud con respecto al de las opciones put, donde se requiere mayor inversión.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos entre diciembre de 2006 y diciembre de 2011.

**Tabla 23 Resultados de la cobertura corta butterfly generada con opciones call y con opciones put**

Periodo	Opciones call	Opciones put	Periodo	Opciones call	Opciones put
Diciembre 2006- Febrero 2007	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	Junio 2009-Agosto 2009	-47,060.31	-48,221.74
Marzo 2007-Mayo 2007	-7,195.98	-5,702.70	Septiembre 2009- Noviembre 2009	-20,584.96	-18,941.95
Junio 2007-Agosto 2007	-38,174.45	-42,203.18	Diciembre 2009- Febrero 2010	-10,785.57	-15,564.84
Septiembre 2007- Noviembre 2007	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	Marzo 2010-Mayo 2010	-7,167.70	-6,796.13
Diciembre 2007- Febrero 2008	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	Junio 2010-Agosto 2010	-10,691.23	-9,635.31
Marzo 2008-Mayo 2008	-9,788.20	-9,211.99	Septiembre 2010- Noviembre 2010	17.49	-197.22
Junio 2008-Agosto 2008	25,210.42	37,945.84	Diciembre 2010- Febrero 2011	-283.33	30.25
Septiembre 2008- Noviembre 2008	4,984.82	5,064.42	Marzo 2011-Mayo 2011	N/A	N/A
Diciembre 2008- Febrero 2009	105.34	727.82	Junio 2011-Agosto 2011	-630.90	-1,502.68
Marzo 2009-Mayo 2009	30,745.08	29,960.58	Septiembre 2011- Noviembre 2011	-534.33	-408.82

Al momento de analizar las deltas se tiene que cuando dos opciones put tienen una probabilidad alta de ser ejercidas provoca que las ganancias aumenten de cantidad. Esto se puede ver en el periodo de junio a agosto de 2008, por ejemplo.

El caso opuesto se presenta con las opciones call, ya que mientras más grande es la probabilidad de ser ejercida provoca que el ajuste sea mayor, por lo que las ganancias disminuyen de valor, e inclusive, provocando pérdidas en los escenarios. Esto ocurre desde

<sup>51</sup> No se tiene la seguridad de que los precios aumenten de valor o en todo caso que disminuyan.

septiembre de 2009 hasta diciembre de 2011 donde el único escenario que no registra pérdidas es por una cantidad mínima.

## CONCLUSIONES

---

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer el nivel de sensibilidad de diferentes coberturas en el mercado mediante el uso de la griega delta, además de comparar los resultados de cada cobertura y poder decidir que cobertura representa un mejor comportamiento.

Para lograr el objetivo se utilizaron coberturas que se ajustaran de manera periódica en base a los datos que MexDer muestra en los reportes mensuales. Además, dentro de los reportes se pudieron encontrar las variables para poder realizar el cálculo de la prima de cada opción utilizada. Estos ajustes se realizaron de manera mensual y se usaron coberturas que tuvieran una duración de 3 meses.

Los supuestos importantes para realizar este proyecto fueron:

- Se utilizan sólo opciones europeas
- El activo subyacente es el Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV
- El cálculo de la prima se realiza mediante Black & Scholes
- Los precios de ejercicio en cada cobertura son constantes
- Existe disponibilidad de compra/venta de opciones
- Es posible la adquisición del activo subyacente
- En todas las coberturas se realizan ajustes mensuales

Los datos necesarios para el cálculo de la prima y para realizar ajustes se encuentran en el mercado, no fue necesario realizar un supuesto sobre ellos. Las coberturas que se utilizaron fueron bull, bear, straddle, strangle y butterfly. Es importante recordar que son de las coberturas más conocidas aunque no son las únicas.

El método utilizado para ajustar las coberturas es *delta hedging* (o cobertura delta) el cual se basa, como su nombre lo indica, en la griega delta. Este método realiza los movimientos pertinentes de acuerdo al valor de la griega delta, que a su vez se comporta depende del movimiento de los precios del activo subyacente y de la opción.

El proceso se realizó calculando el precio de cada opción, posteriormente se calculó la variación neta de cada posición en la generación de cada cobertura. Hay que recordar que las coberturas es un conjunto de opciones, sin embargo, el ajuste se debe realizar por cada opción

ya que cada opción tiene un valor delta diferente así como cada valor que ampara distinto contrato. De manera análoga se calcularon en los siguientes periodos.

Posteriormente, se analizaron los posibles motivos del comportamiento de las coberturas. En general, se puede decir que para el periodo utilizado, la delta de la opción call tuvo mayor influencia en los resultados que la delta de la opción put, especialmente cuando el call se encontraba dentro de dinero.

Sin embargo, debido a que las características de cada periodo fueron diferentes, los resultados de cada cobertura se tienen que analizar de manera particular ya que los resultados fueron diversos. Hay que recordar que la crisis que afectó a diversas economías fue entre 2008 y 2009. En el mercado mexicano, el IPC tuvo su peor nivel en febrero de 2009. Posteriormente tuvo una recuperación lenta hasta alcanzar su máximo en diciembre de 2010.

También se puede recalcar que en el caso de las coberturas bull a partir de calls y ambos casos de la cobertura bear generan ganancias debido a que las opciones que se utilizan para generar dichas coberturas se encuentran dentro de dinero. No así con el bull generado con opciones puts ya que siempre registró pérdidas, debido a que las opciones generaban ganancias para la contraparte.

La cobertura larga de straddle con precio de ejercicio de 26,000 y 29,000 unidades del IPC tuvo ganancias siempre que la compra del call se encontró fuera de dinero. Sin embargo cuando la delta mostró que estas opciones estaban dentro de dinero, se requirió de realizar ajustes lo suficientemente grandes para que se tuvieran pérdidas netas en el periodo. Esto refleja la alta sensibilidad a la delta de la compra del call.

En cambio, la cobertura corta de straddle con precio de ejercicio de 26,000 y 29,000 unidades del IPC tuvo ganancias siempre la venta de la opción put se encontró fuera de dinero. Los escenarios donde se generaron pérdidas ocurrieron cuando era altamente probable que dicha opción pudiese ser ejercida. En este caso, la sensibilidad queda marcada en la venta del put.

Otro caso donde existe una sensibilidad a la delta de la compra del call es en la posición larga de un strangle. En todos los casos en que esta opción pudo haber sido ejercida se generaron pérdidas en la cobertura debido al alto ajuste que era necesario para tener el portafolio cubierto.

En la cobertura corta del strangle existe una relación entre la delta de la venta del put, ya que la probabilidad de ser ejercida provoca mayor pérdida en la cobertura, es decir, mientras dicha opción se encuentre fuera de dinero mayor efectividad tiene la cobertura.

La cobertura butterfly presenta mayor dificultad para poder encontrar motivos suficientes para mostrar en que escenarios es conveniente ya que se genera a partir del uso de cuatro opciones, mientras que en los escenarios anteriores sólo se requerían de dos opciones. Sin embargo, la posición larga tiene como factor común el hecho de que cuando al menos tres opciones se encontraron dentro de dinero provocaron un mayor monto a invertir provocando que el resultado final fuera desfavorable. De manera opuesta, la posición corta mostró pérdidas cuando al menos tres opciones se encontraron fuera de dinero.

En general en algunos casos era evidente que no era necesario realizar de ajustes en la cobertura ya que provocarían mayores gastos lo que generaría que se perdiera eficacia en la cobertura. Sin embargo, debido a que se quería probar la conveniencia de las coberturas dinámicas, se continuó con el ajuste mensual en vez de buscar obtener mayores ganancias. Hay que recordar que dentro de la administración de riesgos se puede evitar, transferir o afrontar un riesgo, por lo que la elección corresponde al inversionista aunque debe estar consciente que por afrontar riesgos se han tenido debacles históricas.

De la hipótesis inicial se puede decir que efectivamente las coberturas dinámicas dependen del valor de delta manteniendo su efectividad, es decir, obteniendo ganancias, sólo que se debe reconocer que cobertura se va a utilizar para decidir que delta repercute con mayor intensidad en el comportamiento de los resultados.

Por otro lado, también es importante recordar que no en todos los casos es conveniente realizar coberturas dinámicas ya que en varios casos el monto de la inversión requerida provoca que sea muy complicado de obtener ganancias en el periodo.

Para trabajos posteriores existen ciertos puntos que pueden ser considerados como el cálculo de la prima, en este proyecto se utilizó el trabajo realizado por Fisher Black y Myron Scholes para el cálculo del precio de opciones, sin embargo se pueden utilizar otros métodos como el modelo binomial que es un modelo discreto desarrollado por Cox, Ross y Rubinstein, o el método Heston que es un proceso estocástico.

Otro punto importante es tener precios de ejercicios que se encuentren relacionados con el comportamiento al precio de mercado del activo subyacente y no sean fijos a lo largo del tiempo.

Las dificultades que se tuvieron en la elaboración de la tesis fue la adquisición de los datos, ya que en el mercado mexicano no existen bases de datos gratuitas en las cuales se pueda conseguir ciertos datos como el precio de las opciones. Otro problema fue en la periodicidad, ya que MexDer publica de manera diaria el resumen del mercado del día anterior por lo que no es posible obtener los resultados de días previos. En este caso los reportes a los cuales se tuvieron acceso fueron mensuales motivo por el cual los ajustes se realizan con esa periodicidad.

Finalmente, aunque existen diferentes vencimientos en las opciones MexDer sólo muestra los datos de las opciones con los vencimientos de periodos más próximos, es decir, el periodo máximo de vigencia de las opciones son de tres meses. Sería interesante saber si utilizando otro tipo de vencimientos los resultados se mantienen constantes.

Durante la realización del trabajo se puede sugerir que un tema de investigación relacionado es el realizar coberturas con otros modelos ya sea estocásticos o bien con programación lineal para comparar los resultados y analizar que método representa mayor ventaja.



## BIBLIOGRAFÍA

---

\_\_\_\_\_, *Mercado Mexicano de Derivados. Una Introducción*, México, 2005.

\_\_\_\_\_, *Opciones para obtener lo mejor de la Bolsa*, México, 2004.

\_\_\_\_\_, *Opciones para obtener lo mejor de la Bolsa*, México, 2004.

Black, Fisher y Myron Scholes. *The pricing of options of corporate liabilities*, Journal of Political Economy, 81, May-June 1973, 637-654.

Broll, Udo, Wing-Keung Wong Mojia Wu. *Banking firm, risk of investment and derivatives*, Technology and Investment, 2, August 2011, 222-227.

Chan, Ngai Hang. *Simulation techniques in financial risk management*, Wiley-Interscience, United States of America, 2006.

Chicago Board Options Exchange. *Options on the Dow Jones Industrial Average*, United States of America, 2001.

Chicago Mercantile Exchange Group, *Hedging the Equal Weight () S&P 500 Index*, United States of America, 2008

DAS, Satyajit. *Products, Pricing, Applications and Risk Management*, Wiley, 3ª ed., Singapore, 2006.

DUBOFSKY, David. *Derivatives: valuation and risk management*, Oxford University, United States of America, 2003.

Fleming, Jeff, Barbara Ost diek y Robert Whaley. *Trading costs and the relative Rates of prices discovery in stock, futures and options markets*, The Journal of Futures Markets, 16, 1996, 353-387.

Gitman, Lawrence. *Fundamentos de inversión*, Oxford University, México, 1993.

Glick, Reuven, Ramón Moreno y Mark Spiegel. *Financial crisis in emerging markets: an introductory overview*, Cambridge University Press, New York, 2001

Hull, John. *Introducción a los mercados de futuros y opciones*, Prentice Hall, España, 2001

Hull, John. *Options, futures and other derivatives*, Prentice Hall, 7ª ed., United States of America, 2009.

Ingersol, Jonathan. *Theory of financial decision making*, Rowman & Littlefield Publishers, United States of America, 1987

Jorion, Philippe. *Financial risk manager handbook*, Wiley, United States of America, 2007.

Jorion, Philippe. *Value at risk: the new benchmark for managing financial risk*, McGraw Hill, United States of America, 2001.

Kester, Carl. *Today's options for tomorrow's growth*, Harvard Business Review, March 1984.

Lara Haro, Alfonso. *Medición y control de riesgos financieros*, Limusa, México, 2003.

Majd, Saman y Robert Pindyck, *Time to build, option value and investment decisions*, Journal of Financial Economics, August 1987.

Nuño, Rodrigo. *La bolsa contada con sencillez*, Maeva, España, 2005.

Poitras, Geoffrey. *Risk, management, speculation and derivatives securities*, Academic, Holanda, 2002.

Poitras, Geoffrey. *Securities analysis and investment strategy*, Blackwell, United States of America, 2005.

Asigna. <http://www.asigna.com.mx/>

BM&F BOVESPA. <http://www.bmfbovespa.com.br/home.aspx?idioma=pt-br>

BMV. <http://www.bmv.com.mx/>

Chicago Board Options Exchange. [www.cboe.com](http://www.cboe.com)

Chicago Mercantile Exchange. [www.cmegroup.com](http://www.cmegroup.com)

Dow Jones. <http://www.djindexes.com/>

Eurex. <http://www.eurexchange.com/exchange-en/>

IPD. <http://www1.ipd.com/>

MEFF. <http://www.meff.es/>

MexDer . <http://www.mexder.com.mx/>

NYSE EURONEXT. <https://globalderivatives.nyx.com/>

Standard and Poor's. <http://www.standardandpoors.com/home/en/us>