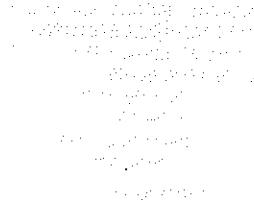


Productos derivados financieros

Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos

Alfonso de Lara



MÉXICO • España • Venezuela • Colombia

Prefacio

De Lara Haro, Alfonso
Productos financieros derivados : Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos / Alfonso de Lara Haro. — México : Limusa, 2005.

186 p. : il. ; 15.5 cm.

ISBN: 968-18-6633-9

Rústica

1. Valores derivados 2. Finanzas

Dewey: 332.632'2 - dc21

LA PRESENTACIÓN Y DISPOSICIÓN EN CONJUNTO DE
PRODUCTOS DERIVADOS FINANCIEROS
INSTRUMENTOS, VALUACIÓN Y COBERTURA DE RIESGOS
SON PROPIEDAD DEL EDITOR, NINGUNA PARTE DE ESTA
OBRA PUEDE SER REPRODUCIDA O TRANSMITIDA, MEDIANTE
NINGÚN SISTEMA O MÉTODO, ELECTRÓNICO O MECÁNICO
(INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, LA GRABACIÓN O
CUALQUIER SISTEMA DE RECUPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN), SIN CONSENTIMIENTO POR ESCRITO
DEL EDITOR.

DERECHOS RESERVADOS

© 2005 EDITORIAL LIMUSA, S.A. de C.V.
GRUPO NORIEGA EDITORES
BALDERAS 95, México, D.F. C.P. 06040
(5) 8503-80-50
01(800) 7-06-91-00
(5) 512-29-03
limusa@noriega.com.mx
www.noriega.com.mx
CANIEM Núm. 121
PRIMERA EDICIÓN
HECHO EN México
ISBN 968-18-6633-9



Durante los últimos 25 años hemos sido testigos de lo que se ha denominado una revolución financiera. Los cambios en instituciones financieras, en los mercados de capitales y en la innovación de instrumentos financieros han sido notables en el ámbito internacional y en nuestro país.

Una lista parcial de cambios en el sector financiero en México durante los últimos años son:

- La creación de instituciones financieras como los grupos financieros formados por bancos, casas de bolsa, fondos de inversión y casas de cambio, las Sofoles, las Sociedades de Ahorro y Préstamo, así como los fondos de pensión denominados Afores y Siefores.
- En el mercado de dinero: los bonos de tasa flotante (Bonos IPAB, Bondes y Brems), los bonos M de tasa fija y de largo plazo emitidos por el gobierno federal, la negociación de bonos UMS, además de bonos cupón cero emitidos por el gobierno federal, bancos o empresas privadas.
- En el mercado de capitales: la negociación electrónica que sustituyó al sistema de "viva voz" en el piso de remates, y la cotización de acciones de emisoras extranjeras en el Sistema Internacional de Cotizaciones (SIC) de la Bolsa Mexicana de Valores.
- En el mercado de derivados: los títulos optionales o *warrants* que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, la creación del Mercado Mexicano de Derivados (MexDer) y de su cámara de compensación (Asigna). La negociación de futuros, *forwards*, opciones y *swaps* con estándares internacionales.
- En el mercado de cambios: los denominados "swaps cambiarios" y una mayor diversidad de monedas en el mercado *spot* o de contado.

- En el mercado extrabursátil la emisión de notas estructuradas que incluyen un instrumento de deuda y un derivado.

En lo personal tuve la suerte de haber trabajado en la Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles (AMIB) que, conjuntamente con la Bolsa Mexicana de Valores y más tarde con la Asociación Mexicana de Bancos, promovieron y lograron acuerdos con las autoridades regulatorias para diseñar e implementar lo que hoy se conoce como el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer) y su Cámara de Compensación (Asigna).

Ambas instituciones, MexDer y Asigna, han realizado un esfuerzo considerable para ser competitivas en el ámbito internacional. El crecimiento del volumen de transacciones de futuros y opciones en este mercado ha sido notable.

El objetivo de *Productos derivados financieros* es contar con un instrumento didáctico para que un mayor número de personas conozcan estos instrumentos, sus características, su valor razonable y la mecánica de cobertura de riesgos, con un enfoque básico.

El estilo del libro es pragmático. El lector no requiere de conocimientos sólidos de matemáticas para comprender los conceptos y manejarlos intuitivamente. Se contemplan ejemplos numéricos para reafirmar los conceptos aprendidos.

Los lectores objetivo de este libro son:

- Estudiantes de finanzas a nivel de licenciatura y de maestría.
- Ejecutivos que se encuentren en el sector financiero, ya sea bancos, casas de bolsa, casas de cambio, afores o en fondos de inversión.
- Ejecutivos que se encuentren en áreas de finanzas en empresas no financieras.
- Reguladores del sector financiero.
- Personas que desean la certificación de MexDer.

El primer capítulo consiste fundamentalmente en una introducción a los instrumentos derivados financieros básicos: *forwards*, futuros, opciones y *swaps*. Se mencionan los antecedentes de estos productos y se explican de manera general.

En el segundo capítulo se explica la arquitectura del mercado mexicano MexDer y su relación con la Cámara de Compensación Asigna. Se detalla la red de seguridad del mercado y se mencionan los productos derivados extrabursátiles.

En el tercer capítulo se explica con detalle el contrato de futuros de divisas conocido como DEUA listado en el MexDer, es decir, sus características, su valuación, la mecánica de arbitraje y de cobertura.

El cuarto capítulo se refiere a los futuros de capitales, principalmente relacionados con el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores y de acciones individuales.

El capítulo quinto se refiere a los futuros de tasas de interés. En él se explica la utilidad de las tasas *forward*, la valuación de bonos, el reporto, las medidas de

duración y convexidad, así como la valuación de futuros de bonos cupón cero y de los bonos M3 y M10 emitidos por el gobierno federal y listados en MexDer.

El capítulo sexto explica con detalle el concepto de opciones financieras. También se incluyen los modelos de valuación reconocidos en los mercados financieros: Black & Scholes, Garman-Kohlhagen, Black 76 y Cox-Rubinstein. Asimismo, se explican las medidas de sensibilidad de las opciones: Delta, Gamma, Theta, Vega y Rho. También se incluye el modelo Montecarlo para valuar opciones. Las estrategias de combinación de opciones para formar distintos perfiles riesgo-rendimiento, se tratan en el capítulo séptimo.

El capítulo octavo contempla una explicación de la metodología TIMs que utiliza la Cámara de Compensación Asigna para el cálculo de márgenes. Se incluyen ejercicios en excel para cada caso.

El capítulo noveno está relacionado con los *swaps* de tasas de interés y de divisas. Se considera su mecánica de operación y valuación con algunos ejemplos en excel.

Finalmente, el capítulo décimo se refiere a algunas consideraciones contables y fiscales de los instrumentos derivados en México. Incluye una explicación de los boletines C-2 y C-10 del Instituto Mexicano de Contadores Públicos y los principios internacionales de US GAAP. También se refiere al régimen fiscal aplicable a los productos derivados en México.

Cabe destacar una especial mención a las contadoras Paula Morales y Mitzuko Endo, ambas profesoras del Instituto Tecnológico Autónomo de México ITAM, quienes contribuyeron de manera muy importante a la elaboración del capítulo décimo. Mi agradecimiento a estas destacadas especialistas.

Este libro está diseñado para ser leído desde el principio hasta el final, o bien, para ser utilizado como referencia en secciones específicas.

Agradecimientos

Adicionalmente, quisiera agradecer a las personas que contribuyeron al enriquecimiento de este trabajo. En especial, agradezco a Jaime Díaz Tinoco, Jorge Alegría, Francisco Hiquingari Ortega, Antonio Olivera, Rodolfo Sánchez Areola, Arturo Fernández, Polux Díaz, Rodolfo Liriano, Germán Báez, Felipe de Yturbe, Roberto del Cueto, Guillermo Prieto, Donna Groskorth y Anatol Von Hahn. También agradezco a algunos profesores de finanzas del Instituto Tecnológico Autónomo de México, en particular reitero mi agradecimiento a Paula Morales y Mitzuko Endo.

Especialmente, quiero agradecer a mi familia toda, a mi esposa Gabriela y a mis hijas Ilse y Jessica por ser mi manantial.

Espero que este libro sirva a quienes hemos tenido el privilegio de participar en la docencia, en el gozo socrático de enseñar y de aprender enseñando.

Alfonso de Lara

Contenido

PREFACIO, 5	
1. INTRODUCCIÓN A LOS PRODUCTOS DERIVADOS, 11	
1.1. Antecedentes, 11	
1.2. Contratos adelantados o <i>forwards</i> , 14	
1.3. Valuación de <i>forwards/futuros</i> , 16	
1.4. Creación de <i>forwards</i> sintéticos, 18	
1.5. Contratos de futuros, 21	
1.6. Contratos de opciones, 23	
1.7. Contratos de <i>swaps</i> , 24	
2. LOS PRODUCTOS DERIVADOS EN MÉXICO, 27	
2.1. Instrumentos listados en los mercados organizados, 27	
2.2. La Cámara de Compensación ASIGNA, 29	
2.3. Márgenes y red de seguridad, 30	
2.4. El mercado extrabursátil de productos derivados, 34	
3. CONTRATOS DE FUTUROS DEL DÓLAR DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, 37	
3.1. El contrato de futuros del dólar, 37	
3.2. Características generales del contrato de futuros en MexDer, 38	
3.3. Precio de valuación de un contrato de futuros del dólar (USD), 40	
3.4. Arbitraje con futuros del dólar estadounidense (USD), 41	
3.5. Mecánica de cobertura (<i>hedging</i>) con futuros, 44	
3.6. Riesgo de la base e índice de cobertura óptima, 46	
3.7. Engrapados de divisas, 47	
4. FUTUROS DEL IPC Y ACCIONES, 49	
4.1. Definición, 49	
4.2. Características del contrato de futuros del IPC y de títulos accionarios, 49	
4.3. Valuación de los contratos de futuros del IPC y de títulos accionarios, 50	
4.4. Mecánica de cobertura con futuros de IPC y acciones, 52	
4.5. Arbitraje con futuros de capitales, 53	
5. FUTUROS DE TASAS DE INTERÉS, 55	
5.1. Tasas de interés, 55	
5.2. Tasas discretas vs tasas continuas, 57	
5.3. Estructura de tasas de interés, 58	
5.4. Tasas de interés futuras o <i>forwards</i> , 60	
5.5. Valuación de bonos, 62	
5.6. El reporto, 65	

5.7. Medidas de riesgo de tasas de interés, 67	8.4. Margen por riesgo, 124
5.8. Futuros de tasas de interés, 71	8.5. Margen de entrega para opciones ejercidas/asignadas al vencimiento, 125
6. OPCIONES FINANCIERAS, 81	8.6. Opciones ejercidas/asignadas anticipadamente, 130
6.1. Definiciones, 81	
6.2. Opciones que cotizan en MexDer, 84	
6.3. Liquidación del mercado de opciones, 85	9. SWAPS, 131
6.4. Estrategias de cobertura con opciones, 86	9.1. Swaps de tasas de interés, 132
6.5. Valuación de una opción, 87	9.2. Swaps de divisas, 139
6.6. Paridad <i>put-call</i> , 97	9.3. Swaptions, 143
6.7. Medidas de sensibilidad al precio de una opción, 97	
6.8. Modelo Montecarlo para valuar opciones, 106	10. CONSIDERACIONES CONTABLES Y FISCALES DE LOS DERIVADOS EN MÉXICO, 147
7. ESTRATEGIAS CON OPCIONES, 109	10.1. Tratamiento contable según boletines C-2 y C-10 del IMCP, 147
7.1. Arbitraje con instrumentos sintéticos, 109	10.2. Contabilización para instituciones de crédito según criterios de la CNBV, 154
7.2. Estrategias con opciones, 112	10.3. Estados Unidos de Norteamérica: US GAAP, 161
8. METODOLOGÍA DE MÁRGENES EN OPCIONES LISTADAS EN MEXDER, 121	10.4. Normas Internacionales de Contabilidad (NIC), 168
8.1. Antecedentes de la metodología TIMS, 121	10.5. Generalidades del tratamiento fiscal aplicable a los derivados en México, 170
8.2. Margen por posiciones opuestas, 122	
8.3. Margen por prima, 124	
	BIBLIOGRAFÍA, 177
	APÉNDICE, 181
	ÍNDICE TEMÁTICO, 183

Introducción a los productos derivados

1.1. Antecedentes

A pesar de que el crecimiento de los productos derivados se intensificó durante las décadas de 1980 y 1990, la historia registra la existencia de este tipo de instrumentos desde el siglo XII, cuando los vendedores de ciertos productos firmaban contratos o *letras de cambio* que prometían la entrega de la mercancía al comprador en una fecha futura. En el siglo XVII los japoneses feudales vendían arroz para entregas futuras en un mercado llamado *cho-ai-mai*. Además, durante muchos años, en mercados de productos agrícolas, de metales (en el sector minero) y más recientemente monedas, acciones y bonos, el uso de contratos de futuros ha sido una forma de protección contra el riesgo de variación de precios.

En la actualidad prácticamente ningún individuo, empresa, gobierno o proyecto con enfoque de negocios, escapa a los fuertes impactos que provocan las fluctuaciones de los tipos de cambio, las tasas de interés y los precios de las acciones y las materias primas, entre otras variables.

A pesar de que algunos productos derivados se diseñaron e implementaron hace varios siglos, en realidad sólo a partir de 1970 cobraron mayor importancia.

Los productos derivados se operan tanto en mercados organizados como en los mercados extrabursátiles, denominados *Over the Counter* (OTC).

Un producto derivado se define como un instrumento cuyo valor depende o se “deriva” del valor de un bien denominado subyacente. Un bien subyacente puede ser alguna materia prima cuyo precio se cotice en los mercados internacionales (*commodity*), como el trigo, el oro o el petróleo, o bien algún instrumento financiero, como los títulos accionarios, índices, monedas (tipos de cambio) o un instrumento de deuda.

Con base en la definición anterior, se puede decir que los instrumentos derivados son contratos cuyo precio depende del valor de un activo que se cotiza en el mercado de contado y que es comúnmente denominado como el “bien o activo subyacente” de dicho contrato.

Se puede afirmar que los mercados de productos derivados son “mercados de transferencias de riesgos”, ya que el riesgo que algunos agentes económicos no desean asumir se traspasa a otros agentes económicos que tienen interés por dichos riesgos a cambio de obtener una ganancia o rendimiento.

Los productos derivados son más valiosos en entornos de alta volatilidad o variación de precios. Han cobrado importancia en las últimas décadas porque las variables que antes se caracterizaron por su estabilidad, ahora son muy volátiles; tal es el caso de los precios del petróleo o de los tipos de cambio.

Los productos derivados más simples, denominados de primera generación o *plain vanilla*, son los siguientes:

- Contratos adelantados o *forwards*.
- Contratos de futuros.
- Contratos de opciones.
- Contratos de *swaps*.

Estos contratos tienen tres finalidades básicas: cobertura de riesgos, especulación o aprovechamiento de oportunidades de arbitraje. Veamos cada una:

- Cobertura de riesgos (*hedging*): los productos derivados son útiles para el agente económico que desea mitigar o cubrir el riesgo de variaciones o cambios adversos en los precios de los activos que dicho agente tiene en el mercado de contado o de físicos.
- Especulación: en este caso el agente económico no desea reducir o cancelar riesgos. Por el contrario, el especulador realiza una apuesta direccional en los movimientos del precio de un producto derivado para obtener una ganancia o rendimiento acorde con el riesgo que asume. Esta actividad es muy útil en los mercados organizados, ya que a mayor número de especuladores, mayor liquidez.
- Arbitraje: consiste en realizar una operación en los mercados financieros para obtener una ganancia a valor presente sin riesgo, aprovechando alguna imperfección detectada en dichos mercados. El arbitraje más simple consiste en comprar y vender simultáneamente un mismo activo en dos mercados distintos, para asegurar una utilidad (la imperfección consiste en que el activo de referencia podría tener dos precios diferentes en sendos mercados). [1]

Los productos derivados pueden comprarse o venderse en mercados organizados. El mercado organizado más antiguo es el *Chicago Board of Trade* (CBOT),

que inició operaciones en 1848, para operar principalmente contratos estandarizados de futuros sobre granos. [2] Asimismo, en 1919 nació el *Chicago Mercantile Exchange*, que a partir de 1973 se especializó en listar contratos de futuros y opciones financieros (monedas e instrumentos de deuda, principalmente). En 1973 inició operaciones también el *Chicago Board of Options Exchange* (CBOE) para operar contratos de opciones sobre acciones e índices de acciones. [3]

Los contratos de opciones tienen también una larga historia. Se han usado desde el siglo xvi con tulipanes en Holanda. Los comerciantes de tulipanes compraban opciones de compra o *calls* cuando querían asegurarse de que podrían incrementar sus inventarios si los precios subían. Estas opciones daban al comprador el derecho pero no la obligación de comprar tulipanes a un precio preestablecido. Otros buscaban protección si los precios bajaban mediante la compra de opciones de venta o *put*, que daban el derecho pero no la obligación de vender tulipanes a un precio previamente acordado. Los vendedores de las opciones de tulipanes asumían sus riesgos a cambio de quedarse con una prima pagada por los compradores de estas opciones.

En Estados Unidos las opciones sobre acciones de empresas aparecieron en 1790, antes de que se creara el *New York Stock Exchange* (NYSE).

Hoy las opciones están implícitas en muchas actividades cotidianas. Por ejemplo, cualquier persona que adquiere un crédito hipotecario con el privilegio del prepago, es poseedor de una opción. El acreditado tiene el derecho pero no la obligación de prepagar al banco su crédito. Obviamente que los bancos que otorgan este beneficio a sus acreditados, otorgan el crédito con una tasa de interés más elevada que aquellos que no cuentan con el beneficio del prepago. Es decir, le venden una opción a cambio de una prima. Si las tasas de interés bajan, el acreditado tendrá muchos incentivos para prepagar el crédito y contratar otro a una tasa menor.

El primer esfuerzo por aplicar las matemáticas a la valuación de opciones fue de Louis Bachelier en 1900. Sin embargo, fue hasta 1960 que algunos académicos trataron de encontrar un modelo de valuación de opciones adecuado. Fisher Black (físico-matemático doctorado en Harvard), Myron Scholes (doctorado en la Universidad de Chicago) y Robert Merton (profesor de matemáticas del MIT fueron quienes en 1970 determinaron el modelo más conocido para valuar opciones financieras.

Fisher Black y Myron Scholes enviaron un artículo, en octubre de 1970, a la revista que publicaba la Universidad de Chicago, denominada *The Journal of Political Economy*. El artículo se titulaba *The pricing of options and corporate liabilities*. Los editores de la revista rechazaron el artículo aduciendo que se trataba de finanzas y no de economía. Los autores no cejaron y lo enviaron a la revista editada por la Universidad de Harvard, denominada *Review of Economics and Statistics*, pero igualmente fue rechazado.

Finalmente, en mayo/junio de 1973, la reluciente revista *The Journal of Political Economy* aceptó publicar el artículo, el cual se convirtió en una de las piezas de investigación más importantes en el mundo de las finanzas internacionales. Ese trabajo obtuvo el Premio Nobel de Economía en 1997.

Como coincidencia, en abril de 1973 inició operaciones el *Chicago Board of Options Exchange* (CBOE), casi al tiempo de la publicación del artículo de Black y Scholes. En el primer día de operaciones se negocian 911 contratos de opciones de 16 acciones individuales. Para 1995, el número de contratos de opciones operados (lo que se conoce como interés abierto) era de un millón. El CBOE es una de las más sofisticadas bolsas de derivados en el mundo que realiza por vía electrónica operaciones segundo a segundo.

En julio de 1979, Mark Rubinstein, John Cox y Stephen Ross publicaron un artículo en *The Journal of Financial Economics* con el título: *Options pricing: A simplified approach*. En él propusieron un modelo alternativo al de Black y Scholes para valuar opciones. Se trata del modelo binomial, que tiene la ventaja de valuar opciones que pueden ser ejercidas por el tenedor de la opción en cualquier momento durante la vida de la opción en lugar de esperar al vencimiento. [4]

En México, el mercado de derivados es el MexDer, que inició operaciones en diciembre de 1998. En sus inicios se listaron contratos de futuros financieros. En junio de 2003 el MexDer y el Mercado Español de Futuros y Opciones Financieros (MEFF) celebraron un acuerdo de asociación estratégica para desarrollar un mercado de contratos de opciones listados en México, que inició en marzo de 2004 con las opciones del IPC (Índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores) y sobre acciones individuales.

1.2. Contratos adelantados o forwards

Un contrato adelantado o *forward* es un acuerdo entre dos partes para comprar o vender un activo en una fecha futura y a un precio previamente pactado. Es decir, la operación se pacta en el presente pero ocurre (se liquida) en el futuro.

Los contratos *forward* operan en el mercado extrabursátil (también llamado OTC) entre dos instituciones o entre una institución financiera y uno de sus clientes.

Una de las partes en el contrato *forward* asume una *posición larga* y se compromete a comprar el activo (entregar efectivo) en una fecha futura. Por tanto, un agente económico tiene una posición larga cuando al comprar el contrato de futuros adquiere la obligación de comprar el bien subyacente en una fecha futura y a un precio acordado en el mercado. Si se tiene posición larga y el precio del futuro aumenta, se registrará una ganancia en la posición; de lo contrario, si el precio en el mercado de futuros disminuye, se registrará una pérdida en la posición.

El perfil de pago de una posición larga en *forwards* es el siguiente:

$$F_m - K$$

Donde K es el precio pactado de entrega del activo (parámetro fijo) y F_m es el precio de mercado del *forward* o futuro (parámetro variable). En la figura 1.1 se muestra una gráfica del perfil de pago de una posición larga de un *forward* o futuro.

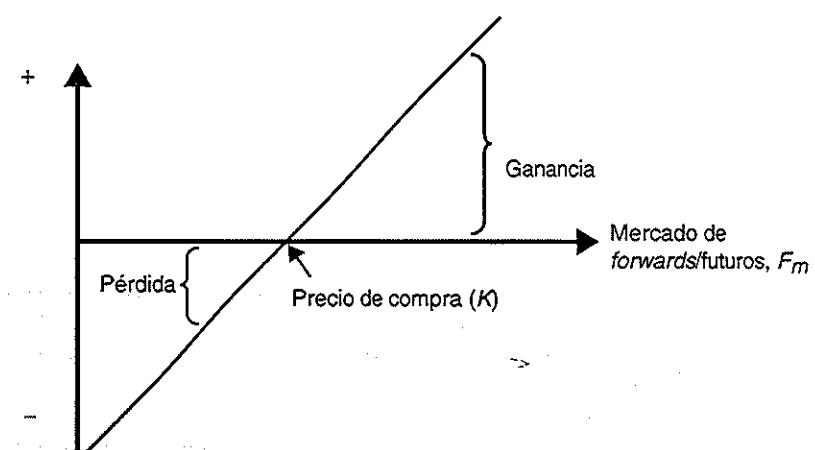


Figura 1.1 Posición larga en *forwards/futuros*

La otra parte del contrato *forward* asume una *posición corta* y se compromete a vender o entregar el activo en la misma fecha. Por tanto, un agente económico tiene una posición corta cuando al vender o "escribir" (sinónimo de emitir) el contrato de futuros, adquiere la obligación de vender el bien subyacente en una fecha futura y a un precio acordado en el mercado. Si se tiene posición corta y el precio del futuro aumenta, se registrará una pérdida en la posición; de lo contrario, si el precio en el mercado de futuros disminuye, se registrará una ganancia en la posición. De manera semejante, el perfil de pago de una posición corta en *forwards* es el siguiente:

$$K - F_m$$

Donde K es el precio pactado de entrega del activo y F_m el precio de mercado del *forward* o futuro. En la figura 1.2 se muestra un ejemplo del perfil de pago de una posición corta de un *forward* o futuro.

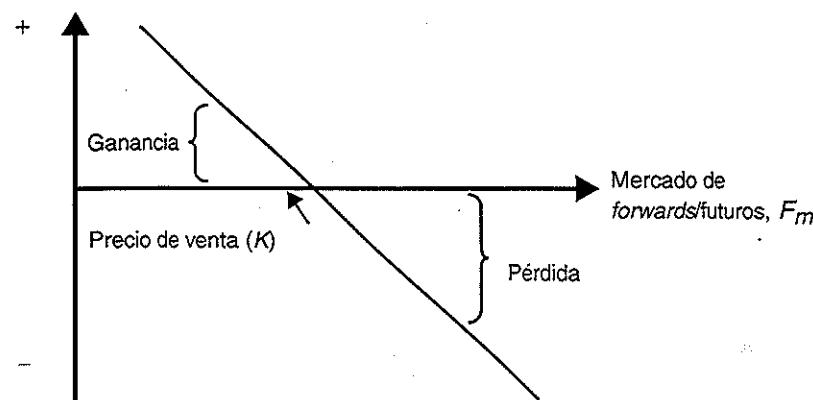


Figura 1.2 Posición corta en forwards/futuros

Es conveniente aclarar que en el mercado de *forwards* o futuros, a diferencia del mercado de contado, es posible vender contratos sin que previamente se requiera contar con el bien subyacente, ya que vender es sinónimo de "emitir" o "escribir" un contrato. Recuérdese que en el mercado de contado, para vender un bien que no se tiene, se debe pedir prestado previamente, en lo que se conoce como la operación de "venta en corto". [5]

En la fecha de vencimiento del contrato de *forwards* o futuros, los participantes se comprometen a realizar la liquidación (entrega del activo subyacente contra el pago en efectivo) en la fecha definida en los contratos que mantengan abiertos. Por lo general, en las operaciones de *forwards*, la liquidación es en $t + 2$, es decir, dos días después del vencimiento del contrato.

1.3. Valuación de forwards/futuros

Si una empresa necesita comprar trigo para utilizarlo como insumo en sus procesos productivos dentro de 90 días, tiene dos opciones:

1. Comprar el trigo a precio de contado (*spot*), por ejemplo \$150 por tonelada, y guardarlo durante 90 días. En esta opción la empresa, obviamente, tendrá que pagar los costos de almacén y transporte.
2. Firmar un contrato de *forward* o futuro en el cual la empresa se comprometa a comprar el trigo en una fecha futura y a un precio previamente acordado, por ejemplo a \$170 por tonelada.

En principio pareciera que la primera opción es la más barata, pero la empresa debe pagar los costos de almacenamiento, seguro y flete. Además, probablemente

tendrá que pedir prestados los \$150 por tonelada, o de lo contrario tendrá que disponer en parte de la utilidad obtenida en el periodo.

Dados estos costos y beneficios, el precio teórico del contrato de futuros debe ser aquel con el cual a la empresa le sea indiferente pedir prestado y comprar el activo en el mercado de contado teniendo que almacenarlo, o comprar un futuro en el mercado de derivados.

Por tanto, el precio de un contrato de *forward* o futuro debe ser:

$$F = S(1 + r + a)$$

Donde:

F es el precio del contrato de *forward* o futuro.

S es el precio del activo en el mercado de contado.

r es la tasa de interés en el mercado.

a es el costo de almacén, seguro y flete durante el tiempo del contrato.

En adición a la expresión anterior, es posible obtener algunos beneficios al mantener el activo en inventario desde el inicio hasta el final del periodo. Por ejemplo, si el activo es una acción en el mercado de capitales, se puede obtener un dividendo en el periodo, o si el activo es una moneda (USD dólares, por ejemplo), el beneficio sería la tasa de interés externa que obtendría la empresa al invertir los dólares durante dicho periodo.

Por este motivo, es posible añadir a la expresión anterior el efecto del beneficio de mantener el activo, de la siguiente manera:

$$F = S(1 + r + a - b)$$

Donde b es el beneficio de mantener el activo durante un periodo.

La expresión anterior se aplica de forma general a un *forward* o futuro sobre un activo físico que necesariamente se tenga que guardar en un almacén. Sin embargo, los activos financieros (acciones, índices, bonos o monedas) no tienen costos de almacén, seguro y transporte. Es decir, $a = 0$. Entonces la expresión genérica del precio del futuro financiero es la siguiente:

$$F = S(1 + r - b)$$

O también: $F = e^{-rb}$

Donde b es la tasa de pago de dividendos de una acción, o la tasa de interés externa en el caso de que el activo sea alguna moneda, o bien, el pago de cupón de un bono.

Cabe señalar que en caso de que el precio teórico que se obtenga de esta expresión no coincida con el precio de mercado, habrá oportunidades de arbitraje, es decir, la oportunidad de realizar una ganancia libre de riesgo.

El arbitraje consiste en pedir prestado a la tasa r y comprar el activo, y simultáneamente vender un contrato de futuros. Al vencimiento del contrato, se entrega el activo a la contraparte del contrato de futuros, se recibe el efectivo de dicha contraparte y se liquida el préstamo con sus intereses. El remanente sería la ganancia por arbitraje. Esta operación se explica con más detalle en capítulos subsiguientes.

1.4. Creación de *forwards* sintéticos

El concepto de *forwards* sintéticos es importante para entender la mecánica de valuación de este instrumento. Si no existiera un mercado de derivados formal, ¿cómo se podría replicar o reproducir una posición corta de un *forward*? Para contestar esta pregunta se tendrían que seguir los siguientes pasos:

Forward sintético en posición corta:

A la fecha actual:

- Pedir prestado el monto equivalente al valor del activo o bien subyacente a una tasa de interés de mercado.
- Con el dinero del préstamo, comprar el activo.
- Guardar el activo (o invertirlo si se trata de alguna moneda distinta a la doméstica), hasta la fecha de vencimiento del préstamo.

A la fecha del vencimiento del préstamo:

- Entregar el activo al comprador.
- Recibir el efectivo del comprador y liquidar el préstamo y sus intereses.

De manera semejante, para replicar sintéticamente la posición larga de un *forward* se tendrían que seguir los siguientes pasos:

A la fecha actual:

- Pedir prestado el activo o bien subyacente a un prestamista en el mercado. [6]
- Vender el activo en el mercado de contado (esta operación se conoce como venta en corto).
- Recibir el monto en efectivo como consecuencia de la venta realizada e invertirlo al plazo del préstamo pactado, a una tasa libre de riesgo (cetes al plazo del préstamo).

A la fecha del vencimiento del préstamo:

- Entregar el efectivo a la contraparte vendedora (como pago del activo).
- Recibir el activo del comprador y entregarlo al prestamista con los intereses que implicó el préstamo.

Más adelante se explica por qué estas estrategias son muy útiles para definir los modelos de valuación de los *forwards*, las relaciones entre el precio de contado del activo y el precio *forward*, así como las operaciones de arbitraje con *forwards* y futuros. Sin embargo, para entender cabalmente este concepto, a continuación se exemplifica la operación de un *forward* sintético de dólares para una posición corta, es decir, para vender un *forward* (entregar dólares y recibir pesos en una fecha futura).

Sea un *forward* sintético de USD 1'000,000 con los siguientes datos:

Tipo de cambio spot = 10.48 pesos por dólar.

Plazo = 180 días.

Tasa de interés doméstica (pesos) = 9.0% anual.

Tasa de interés externa (dólares) = 1.80% anual.

De acuerdo con lo explicado anteriormente, el *forward* sería de la siguiente manera:

A la fecha actual:

- Solicitar un préstamo en pesos al equivalente de USD 1'000,000 a valor presente:

$$\text{Valor presente de USD } 1'000,000 = \frac{\text{USD } 1'000,000}{1 + 0.018 \times \frac{180}{360}} = \text{USD } 991,080.28$$

El préstamo a solicitar sería de:

$$\text{USD } 991,080.28 \times 10.48 \frac{\text{pesos}}{\text{USD}} = 10'386,521.31 \text{ pesos}$$

- Con el dinero del préstamo, comprar dólares norteamericanos:

$$\frac{10'386,521.31}{10.48} = \text{USD } 991,080.28$$

- c) Invertir los dólares a la tasa de interés externa al plazo del *forward* (180 días a una tasa de 1.80% anual). Con esto se obtendría USD 1'000,000 de la operación:

$$\text{USD } 991,080.28 \times \left(1 + 0.018 \times \frac{180}{360}\right) = \text{USD } 1'000,000$$

Dentro de 180 días:

- a) Entregar USD 1'000,000 al comprador del *forward*. Note que la inversión en dólares que se realizó inicialmente tiene ese valor.
 b) Deben liquidarse el préstamo y sus intereses, es decir:

$$10'386,521.31 \times \left(1 + 0.09 \times \frac{180}{360}\right) = 10'853,914.77 \text{ pesos}$$

Si dividimos los flujos que se dieron al final del plazo, es decir, los pesos que se entregaron y los dólares del *forward*, tenemos el valor teórico del tipo de cambio *forward*:

$$\frac{10'853,914.77}{\text{USD } 1'000,000} = 10.8539 \frac{\text{pesos}}{\text{USD}}$$

Por tanto, en caso de pactar un *forward* de tipo de cambio, la contraparte debe recibir el efectivo en pesos del comprador a un tipo de cambio de 10.8539 pesos por dólar, ya que de otra manera habría oportunidades de arbitraje.

Este valor se puede comparar con la fórmula de valuación de un *forward* de tipo de cambio que se analizará en el capítulo 3 con detalle y que es la siguiente:

$$F = \text{Tipo de cambio} \times \frac{1+r_{\text{pesos}} \times \frac{t}{360}}{1+r_{\text{USD}} \times \frac{t}{360}} = 10.48 \times \frac{1+0.09 \times \frac{180}{360}}{1+0.018 \times \frac{180}{360}} = 10.8539 \frac{\text{pesos}}{\text{USD}}$$

Esto significa que se realizó una operación sintética en la que el tipo de cambio a futuro pactado fue de 10.8539 pesos por dólar.

Si se observa la operación desde el punto de vista de los flujos de efectivo que se dieron al vencimiento del *forward* en el ejemplo anterior, tenemos un flujo positivo de 10'853,914.77 pesos (USD 1'000,000 × 10.8539 pesos por dólar) como consecuencia del pago del comprador, y un flujo negativo de 10'853,914.77 pesos como consecuencia del pago del préstamo y sus intereses. El flujo neto es cero, y se confirma que el precio teórico al que se debe pactar el *forward* en el mercado es de 10.8539 pesos por dólar.

Nótese que si el precio del *forward* se pactara a un tipo de cambio distinto a 10.8539 pesos por dólar, el flujo neto sería distinto a cero y, por tanto, habría una ganancia por arbitraje.

1.5. Contratos de futuros

Al igual que los contratos adelantados o *forward*, un contrato de futuros es un acuerdo entre dos partes para comprar o vender un activo en una fecha futura y a un precio previamente pactado. También en este caso la operación se pacta en el presente pero ocurre (se liquida) en el futuro.

A diferencia de los contratos *forward*, los contratos de futuros son estandarizados y se operan en un mercado organizado o bolsa de productos derivados. Las dos contrapartes no se conocen necesariamente, ya que los mercados organizados contemplan mecanismos de liquidación que garantizan que los compromisos contraídos tanto por los compradores como por los vendedores, se cumplirán. En otras palabras, en un mercado organizado de derivados, el riesgo de contraparte no existe. [7] A esta ventaja se le suma la gran liquidez que se ofrece en dichos mercados, lo que permite cancelar o cerrar posiciones abiertas en cualquier momento.

El contrato estandarizado de futuros debe contener al menos las siguientes especificaciones:

- Activo o bien subyacente.
- Calidad y lugar de entrega (en particular si el activo es alguna materia prima).
- Tamaño del contrato.
- Fecha de vencimiento.

El precio pactado es fijado por el mercado a través de la postura más competitiva que se encuentre en el momento de realizar la operación. En la mayoría de los casos, los participantes en el mercado no mantienen los contratos pactados hasta el final, ya que prefieren cerrar su posición antes del vencimiento. Cerrar la posición significa realizar la operación contraria a la originalmente pactada. Por ejemplo, un inversionista que compra un contrato de futuros del dólar en MexDer el 10 de enero, con vencimiento al 24 de marzo, podría cerrar su posición el 15 de febrero mediante la venta de dicho contrato (aprovechando la liquidez del mercado). La ganancia o pérdida de dicho inversionista se determinaría por el cambio de precios del contrato de futuros entre el 10 de enero y el 15 de febrero.

1.5.1. Operación de márgenes en contratos de futuros

La Cámara de Compensación del mercado de derivados establece a los participantes del mercado, márgenes por cada contrato de futuros. Ambos participantes, comprador y vendedor, deben realizar un depósito de buena fe para garantizar a la Cámara de Compensación el cumplimiento del contrato a su vencimiento.

El operador del mercado solicitará a su cliente un monto que deberá ser depositado en una cuenta establecida por la Cámara de Compensación al momento de pactar un contrato. A éste se le denomina margen inicial. En el MexDer se le denomina aportación inicial mínima (AM). Al final de cada día de operación, la cuenta de margen se ajusta para reflejar la ganancia o pérdida del cliente. A este proceso se le denomina "marcar a mercado" (*mark-to-market*).

Para entender esta mecánica, como ejemplo hipotético asuma que un participante en el mercado compra un contrato de futuros del dólar en MexDer el 10 de enero. El vencimiento del contrato es al 24 de marzo y el monto que debe depositar como AM del contrato es de \$5,000; el tamaño del contrato es de USD 10,000 (\$100,000, asumiendo un tipo de cambio *spot* de 10 pesos por dólar). Al término del 10 de enero, el precio del futuro disminuye de \$11.50 a \$11.48. El inversionista ha perdido \$2,000 ($0.02 \times \$100,000 = \$2,000$). El saldo en la cuenta de margen se reduce de \$5,000 a \$3,000. De manera semejante, si el precio del contrato al término del 11 de enero sube de \$11.48 a \$11.49, el inversionista tiene una ganancia de \$1,000 ($0.01 \times 100,000 = \$1,000$), y el saldo en su cuenta de margen será de \$4,000.

Para asegurar que la cuenta de margen nunca sea negativa, se establece lo que se conoce como margen de mantenimiento. Si el saldo en la cuenta de margen llegara a ser igual o menor que el margen de mantenimiento, el cliente recibe lo que se conoce como llamada de margen (*margin call*) o aportación extraordinaria en MexDer, y se espera que el participante restituya el margen inicial en $t + 1$, es decir, al día siguiente de dicha llamada.

En caso de que el participante no restituya el margen solicitado al día siguiente de la detonación de la llamada de margen, se considerará como incumplimiento y se cerrarán todas sus posiciones en el mercado de manera inmediata. En caso de existir alguna pérdida, se tomarían los recursos del margen depositado como primera línea de defensa en la red de seguridad previamente diseñada para estos efectos. En el capítulo 2 se explica con detalle el papel que juega la Cámara de Compensación en el mercado y el funcionamiento de la red de seguridad diseñada para salvaguardar los intereses del mercado.

Es conveniente señalar que en el MexDer existen depósitos de los participantes en adición al margen inicial, denominados aportaciones excedentes. Estas aportaciones están en función del riesgo de contraparte del cliente y son montos que pueden significar hasta dos veces o más el margen inicial. El margen de mantiene-

miento se establece como porcentaje de dicho margen excedente (normalmente es del 50% de la aportación excedente).

1.6. Contratos de opciones

Los contratos de opciones se diseñaron para que el comprador de la opción se beneficie de los movimientos del mercado en una dirección pero no sufra pérdidas como consecuencia de movimientos del mercado en la dirección contraria. Una opción le da al tenedor el derecho pero no la obligación de ejercer el contrato (comprar o vender el bien subyacente). Existen dos tipos de opciones: las de compra (*call option*) y las de venta (*put option*). Veamos ambas definiciones:

Una opción de compra (*call option*) es:

- El derecho de *comprar* en una fecha futura,
- una cantidad específica de un activo denominado subyacente,
- a un precio determinado denominado: precio de ejercicio,
- durante la vigencia del contrato o en la fecha de vencimiento.

La opción de compra garantiza un derecho al tenedor de la opción pero no le impone una obligación.

En el caso de las opciones de compra, el tenedor de la opción ejercerá su derecho de comprar el bien subyacente si el precio en el mercado es suficientemente alto (por arriba del precio de ejercicio), y su ganancia será la diferencia entre el precio del bien subyacente y el precio de ejercicio.

Una opción de venta (*put option*) es:

- El derecho de *vender* en una fecha futura,
- una cantidad específica de un activo denominado subyacente,
- a un precio determinado denominado: precio de ejercicio,
- durante la vigencia del contrato o en la fecha de vencimiento.

De manera semejante, en el caso de las opciones de venta, el tenedor de la opción ejercerá su derecho de vender el bien subyacente si el precio en el mercado es suficientemente bajo (por debajo del precio de ejercicio), y su ganancia será la diferencia entre el precio de ejercicio y el precio del bien subyacente.

De hecho se podría afirmar que los contratos de opciones son similares a los contratos de futuros, pero con la diferencia fundamental de que en estos últimos ambas contrapartes tienen en todo momento la obligación de realizar la operación de compra-venta en el futuro, mientras que en el caso de las opciones se adquiere el derecho pero no la obligación de realizar la operación en el futuro. En ese

sentido, se puede afirmar que los contratos de opciones tienen más flexibilidad que los futuros y, por tanto, son mejores instrumentos (aunque más caros).

Los contratos de opciones contemplan un precio de ejercicio del subyacente, un periodo de expiración para ejercer los derechos del contrato y a su precio se le denomina "prima". Dicha prima estará en función del periodo de expiración del contrato, de la volatilidad de los rendimientos del subyacente, de la relación entre el subyacente, del precio de ejercicio y de la tasa de interés libre de riesgo, principalmente. Más adelante se explican los modelos de valuación para determinar el valor de dicha prima.

El vendedor de la opción de compra o venta, por su parte, recibirá la prima y no la devolverá al comprador en ningún caso. Si el comprador no ejerce su derecho, perderá la prima.

En la figura 1.3 se muestra el perfil de pérdidas y ganancias que presentan las opciones de compra y venta.

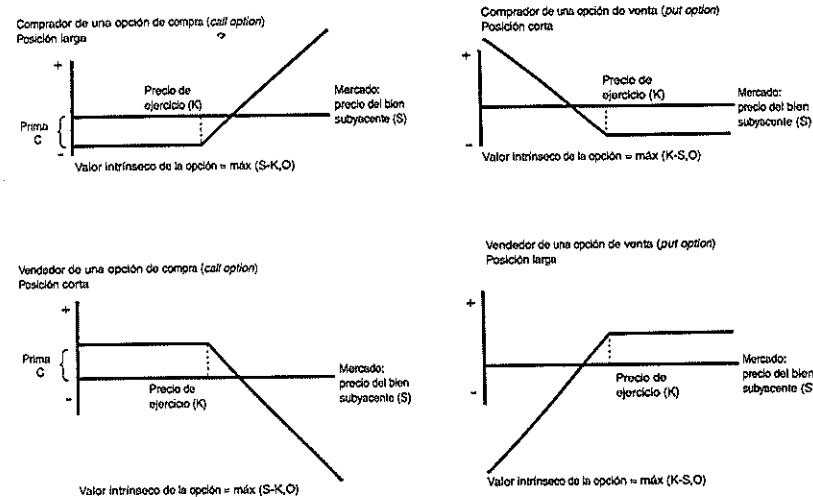


Figura 1.3 Perfil de pérdidas y ganancias de las opciones de compra y venta

Nótese que la compra de una opción *put* es una posición corta, porque a pesar de que es "compra", el perfil de pérdidas y ganancias del bien subyacente es de posición corta. En el caso de la venta de una opción *put*, se trata de una posición larga, en virtud de que el bien subyacente tiene este perfil.

1.7. Contratos de swaps

El término *swap* significa intercambio. Por tanto, un *swap* se refiere a que dos participantes en el mercado intercambian simultáneamente varios flujos de efecti-

vo que pueden tener distintas monedas o distintas bases en el cálculo de tasas de interés (por ejemplo pago de tasa fija por tasa flotante).

Las modalidades de *swaps* básicos o *plain vanilla* son los de tasas de interés (*IRS, interest rate swaps*) y de monedas (*CCIRS, cross currency interest rate swaps*). Estos instrumentos pueden utilizarse para manejar los perfiles de riesgo de activos y pasivos en el balance de empresas financieras y no financieras.

El desarrollo del mercado de *swaps* refleja en gran medida el desarrollo del mercado de derivados en el mundo. Al final de la década de 1990, el valor nocial de los *swaps* era de usd 5 trillones. El 47% de las operaciones se realizan en Estados Unidos, el 35% en Europa, el 17% en Asia y el 1% restante en otros países. [8]

En el capítulo 9 se detallarán las características de los *swaps* y su valuación con algunos ejemplos.

Notas

1. El arbitraje es un concepto que ha cobrado cada vez más importancia en los mercados en la medida en que han proliferado más instrumentos financieros. Más adelante se explicarán diversos tipos de arbitrajes con productos derivados.
2. El CBOT se ha especializado en contratos de materias primas, lo que se conoce como *commodities*.
3. El CBOT, CME y CBOE operan el 85% del total de productos derivados listados en mercados organizados a nivel mundial.
4. Como se explica en el capítulo 6, las opciones que pueden ser ejercidas en cualquier momento durante la vida de la opción se denominan americanas, mientras que aquellas que sólo pueden ser ejercidas al vencimiento de la opción se denominan europeas.
5. Una venta en corto es una operación que se realiza en el mercado de contado, con el propósito de obtener una ganancia cuando el precio del bien disminuya. Se realiza mediante la venta del bien en el mercado, tomando en préstamo dicho bien por el periodo de la venta en corto. Al término del periodo del préstamo, o antes, el bien se recompra en el mercado y se regresa al prestamista. Si efectivamente el precio disminuyó en ese periodo, el inversionista obtendrá una ganancia y le pagará al prestamista una prima por el préstamo. En caso contrario, el inversionista sufrirá una pérdida como en cualquier operación de especulación.
6. En el caso de acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, existe un mercado de préstamo de valores organizado, de acuerdo con lo que establece la regulación en la materia.
7. Más adelante se explica con detalle el concepto de Cámara de Compensación, que es el instrumento que hace posible que no exista riesgo para la contraparte o de crédito en una operación de derivados.
8. Fuente: ISDA (International Swaps and Derivatives Association).

Los productos derivados en México

Los productos derivados se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a) Instrumentos que se cotizan en los mercados organizados o bursátiles.
- b) Instrumentos que se cotizan en los mercados extrabursátiles (también conocidos como *over the counter, OTC*).

2.1. Instrumentos listados en los mercados organizados

Tradicionalmente, los productos derivados que se cotizan tanto en la bolsa de Chicago como en la de México, iniciaron mediante el sistema llamado de "viva voz", que consiste en reunir a un grupo de operadores en un lugar denominado piso de remates para que todos tengan información del mercado en tiempo real y así las operaciones sean del conocimiento de todos de manera transparente y justa, ya que éstas deben pactarse a las posturas más competitivas.

No obstante lo anterior, durante la década de 1990, algunas bolsas en el mundo, tanto de valores como de productos derivados, han migrado su sistema de negociación hacia uno electrónico. Los sistemas electrónicos se caracterizan porque los operadores se encuentran frente a computadoras conectadas en red, para colocar posturas de compra o venta y pactar transacciones, de manera que ya no es necesario que todos los operadores se encuentren físicamente reunidos en un piso de remates.

La bolsa de derivados en México es MexDer: Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V., la cual inició operaciones el 15 de diciembre de 1998 al listar contratos de futuros sobre subyacentes financieros, siendo constituida como una sociedad anónima de capital variable, autorizada por el gobierno federal a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). [1]

MexDer y su Cámara de Compensación (Asigna) son entidades autorreguladas que funcionan bajo la supervisión de las autoridades financieras (SHCP, Banco de México y la Comisión Nacional Bancaria y de Valores-CNBV).

Las instituciones que participan en el mercado son:

- MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S.A de C.V. (bolsa de derivados).
- Asigna, Compensación y Liquidación (Cámara de Compensación constituida como fideicomiso de administración y liquidación de operaciones).
- Socios liquidadores de Asigna.
- Miembros operadores y formadores de mercado.

Miembros operadores

Los miembros operadores proporcionan servicios de intermediación a sus clientes y operan también por cuenta propia. Hasta agosto de 2004 había 20 miembros operadores en el mercado. Los miembros operadores no requieren necesariamente ser socios del MexDer.

Formadores del mercado

En mayo de 2002, el MexDer creó la figura de “formador de mercado” con el objetivo de crear liquidez por medio de la operación directa de casas de bolsa y bancos. Esta figura opera por cuenta propia y su compromiso es realizar determinado volumen mensual proporcionando precios en el mercado para crear liquidez con un beneficio dado por un diferencial de precios o *spread* máximo obligatorio. Hasta agosto de 2004 existían 23 formadores de mercado autorizados, generando el 95% del volumen operado en el mercado.

Los contratos de futuros listados en MexDer hasta el mes de agosto de 2004, eran los siguientes:

	<i>Contrato de futuros</i>	<i>Clave</i>
DIVISAS	Dólar de Estados Unidos de América	DEUA
ÍNDICES	Índice de Precios y cotizaciones de la BMV	IPC
DEUDA	TIE de 28 días	TE28
	CETES de 91 días	CE91
	Bono M de 3 años	M3
	Bono M de 10 años	M0
	Udibono	UDI
ACCIONES	Cemex CPO	CXC
	Femsa UBD	FEM
	Gcarso A1	GCA
	Telmex L	TXL
	América Móvil L	AXL

Para desarrollar un mercado de contratos de opciones listados en México, MexDer y el Mercado Español de Futuros y Opciones Financieros (MEFF) celebraron un acuerdo de Asociación estratégica, por lo que a partir de marzo de 2004 inició la operación de los contratos de opciones del IPC y de acciones individuales. En un futuro próximo se estima listar opciones de tipo de cambio y de tasas de interés.

2.2. La Cámara de Compensación ASIGNA

En los mercados de derivados listados o estandarizados, la función de la Cámara de Compensación es fundamental, en virtud de que esta entidad es la contraparte real y, por tanto, garante de todas las obligaciones financieras que se desprenden de la operación de los contratos que cotizan en la bolsa organizada. Esta función la cumple Asigna, Compensación y Liquidación (ASIGNA), que es la Cámara de Compensación para todas las transacciones que se realizan en MexDer (Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V.).

ASIGNA es un fideicomiso de administración establecido en BBVA Bancomer. Los fideicomitentes o socios de ASIGNA son, a su vez, fideicomisos de administración y pago, constituidos por los principales grupos financieros del país: Banamex, BBVA Bancomer, Scotiabank Inverlat y Santander-Serfin. A estas instituciones se les denomina socios liquidadores y son aportantes de recursos para la constitución del “fondo de compensación” y del “fondo de aportaciones”. ASIGNA cuenta también con el socio patrimonial S.D. Indeval.

Los fideicomisos constituidos por los socios liquidadores pueden ser de cuenta propia o por cuenta de terceros. Son de cuenta propia aquellos que se dedican a liquidar las posiciones de cuenta propia de las instituciones financieras (grupos financieros) y sus subsidiarias. Los fideicomisos por cuenta de terceros se dedican a liquidar las operaciones de los clientes de los miembros operadores y de los formadores de Mercado. [2]

El máximo órgano de gobierno de ASIGNA es la asamblea de fideicomitentes, la cual establece los fines a los que será destinado el patrimonio de la Cámara y delega las decisiones administrativas en un comité técnico que, a su vez, está integrado por representantes de los propios socios liquidadores, el socio patrimonial y miembros independientes.

ASIGNA, como participante del mercado financiero, se encuentra regido por una serie de reglamentos y normas que pretenden establecer una sana operación y manejo claro en la compensación y liquidación de los contratos operados en MexDer. Esta regulación contempla las disposiciones emitidas por las autoridades financieras, el MexDer y los ordenamientos propios. Las entidades que regulan a ASIGNA son la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y el Banco de México. En esta regulación destacan dos disposiciones:

1. Reglas a las que habrán de sujetarse las sociedades y fideicomisos que intervengan en el establecimiento y operación de un mercado de futuros y opción-

- nes cotizados en bolsa, publicadas en el *Diario Oficial de la Federación* el 31 de diciembre de 1996 y modificadas mediante resoluciones publicadas en el mismo *Diario Oficial* el 12 de agosto de 1998 y el 30 de diciembre de 1998.
2. Disposiciones de carácter prudencial a las que se sujetarán en sus operaciones los participantes en el mercado de futuros y opciones cotizados en bolsa, publicadas en el *Diario Oficial de la Federación* el 26 de mayo de 1997 y modificadas mediante resoluciones publicadas en el mismo *Diario Oficial* el 12 de agosto de 1998.

Las reglas y disposiciones gubernamentales establecen la creación de un marco autorregulatorio. Esto significa que ASIGNA cuenta con facultades de supervisión, dictaminación y sanción a los socios liquidadores con quienes interactúa. Estas facultades se encuentran contenidas en el reglamento interior de ASIGNA, Compensación y Liquidación, y en el manual operativo de ASIGNA.

Asimismo, ASIGNA tiene la facultad de supervisar la suficiencia financiera de sus socios, para lo cual dichos socios liquidadores tienen la obligación de proporcionar toda la información de carácter operativo, debiendo mantener los registros de las transacciones ejecutadas por un periodo de al menos cinco años. Antes de iniciar operaciones con un cliente nuevo, los socios liquidadores deben proporcionar a ASIGNA los datos generales del participante (física o moral); en el caso de personas morales, deben presentar los datos de los representantes legales.

Los socios liquidadores entregan diariamente a ASIGNA un reporte, en el cual señalan su nivel de patrimonio mínimo para realizar operaciones, la segmentación de los activos que lo constituyen y los estados financieros en forma mensual, mencionando las inversiones realizadas en el fondo de excedentes de aportaciones iniciales mínimas y en el fondo de patrimonio mínimo. También proporcionan los estados financieros anuales dictaminados.

Los socios liquidadores tienen también la obligación de informar a ASIGNA, el mismo día hábil que sucedan, sobre los cambios relacionados con el cumplimiento de los requisitos e información que para ser socio liquidador se establecen en el reglamento y en el manual operativo, y deben someterse a auditorías que consisten en revisión, examen y verificación de los contratos, manuales, registros y sistemas operativos y contables de los socios liquidadores, con el propósito de comprobar el cumplimiento de sus obligaciones contenidas en la regulación mencionada. Las auditorías pueden ser sin previo aviso y por instrucciones del comité técnico de ASIGNA, de acuerdo con los lineamientos que establezca el subcomité de auditoría y plantee el Reglamento Interior de ASIGNA.

2.3. Márgenes y red de seguridad

Para garantizar el cumplimiento de las operaciones que se realizan en el MexDer, se ha establecido el requerimiento de márgenes o aportaciones iniciales mínimas (AIMS), que se valúan diariamente. [3]

Asimismo, por cada operación que se liquida, los socios liquidadores deben realizar una aportación al denominado fondo de compensación. También se establecen montos mínimos de patrimonio que deben mantener los socios liquidadores.

Existen tres tipos de márgenes, a saber:

- *El margen inicial (AIM: aportación inicial mínima)*: es un depósito de buena fe que ASIGNA establece como un monto en pesos por contrato listado, que se determina mediante el concepto de valor en riesgo (VaR) y equivale a la pérdida potencial máxima como consecuencia de una variación de precios adversa, en un día y con 99% de probabilidad. ASIGNA puede establecer un margen mayor al VaR en períodos de alta volatilidad. Para el cálculo del VaR se aplican las tres metodologías comúnmente aceptadas en administración de riesgos: el método de varianza-covarianza, simulación histórica y Montecarlo, además de otros modelos complementarios. [4] El margen inicial o AIM puede ser aportado también, en efectivo o en valores de renta fija o renta variable. Si la AIM es aportada con valores, es necesario que el participante aporte un monto adicional (*haircut*), que establece la propia Cámara, dependiendo del instrumento de que se trate.
- *El margen excedente*: es un monto que usualmente varía de 0 a 2.5 veces el margen inicial y es determinado por el socio liquidador, en función del riesgo de incumplimiento de cada contraparte. Este margen se deposita en una cuenta del socio liquidador.
- *El margen de mantenimiento o liquidación extraordinaria*: debido a que la Cámara valúa las garantías diariamente, y el margen puede registrar minusvalías como consecuencia de movimientos adversos en el precio del derivado, ASIGNA, a través de sus socios liquidadores, realiza llamadas de margen si se incurre en una minusvalía importante. Asimismo, en caso de que la valuación del margen arroje una ganancia o plusvalía, habría una devolución de la garantía al participante en el mercado. Estas llamadas de margen deben cubrirse antes de las 10:00 AM del día hábil siguiente al de la operación.

El fondo de contribución

El fondo de contribución, constituido por ASIGNA, comprende todas las aportaciones de AIMS o márgenes iniciales aportados por los participantes en el mercado. El principal objetivo de este fondo es asegurar que exista el suficiente efectivo para hacer frente a la pérdida potencial de un día.

El fondo de compensación

El fondo de compensación lo forman los socios liquidadores mediante una aportación del 10% del margen inicial por cada operación. El principal objetivo de este

fondo es asegurar que exista un monto de efectivo adicional para cubrir el evento extraordinario y poco probable de que el margen inicial sea insuficiente para cubrir las pérdidas potenciales por movimientos adversos en los precios.

Patrimonio mínimo de los socios liquidadores

Los fideicomisos de cuenta propia y por cuenta de terceros deben mantener un patrimonio mínimo establecido por la Cámara. Este patrimonio es una línea de defensa adicional para el caso extraordinario y poco probable de que el margen excedente, el margen inicial y el fondo de compensación no sean suficientes para cubrir la pérdida potencial debido a cambios adversos en los precios del mercado. Este patrimonio mínimo debe ser del 4 y 8% de los márgenes iniciales para fideicomisos de cuenta propia y de cuenta de terceros, respectivamente.

Red de seguridad de ASIGNA

Líneas de defensa	Descripción
1 Margen excedente depositado por el cliente en una cuenta del socio liquidador.	0 a 2.5 veces el margen inicial. El socio liquidador podría solicitar un monto mayor.
2 AIM o margen inicial depositado por el participante en una cuenta de ASIGNA. Forma el fondo de contribución o de aportaciones.	Se determina calculando la pérdida potencial máxima en un día (VaR) con un nivel de confianza o probabilidad de 99%.
3 Patrimonio del socio liquidador en exceso del mínimo establecido.	Corresponde al patrimonio variable del socio liquidador.
4 La parte proporcional del fondo de compensación que pertenece al socio liquidador.	El fondo de compensación se forma con las aportaciones del socio liquidador, equivalentes al 10% de los márgenes iniciales que se acumulan en el tiempo.
5 El patrimonio remanente del socio liquidador, es decir, su patrimonio mínimo.	El patrimonio mínimo representa el 4 y 8% de las AIMs para fideicomisos de cuenta propia y de cuenta de terceros, respectivamente.
6 El total del fondo de compensación.	Se mutualizan las obligaciones, ya que la pérdida de un socio liquidador puede redundar en pérdidas de otros socios, vía el fondo de compensación.
7 El capital de ASIGNA	Última línea de defensa.

Por la solidez de su red de seguridad, su fuerza financiera y el control efectivo de riesgos que desempeña, ASIGNA ha sido calificada como AAA local por las siguientes empresas calificadoras: *Fitch, Standard & Poors* (BBB calificación global) y *Moody's* (A1 calificación global).

Como contraparte de todos los contratos operados en el mercado de derivados, ASIGNA desarrolla una serie de actividades encaminadas a mantener la integridad financiera y operativa de sus socios, clientes y de sí misma. El control de riesgos está orientado por las siguientes actividades:

- Monitoreo permanente del comportamiento del mercado.
- Monitoreo de las posiciones abiertas y posiciones límite.
- Supervisión de los procesos de liquidación diaria y al vencimiento de los contratos.
- Vigilancia del cumplimiento de manuales y reglamentos internos.
- Observación de los parámetros operativos.

Como una medida de prevención de quebrantos de socios y clientes, se lleva a cabo una evaluación del riesgo al que se exponen. Para realizar esta actividad, ASIGNA realiza lo siguiente:

- Monitorea en tiempo real las posiciones de sus socios operadores y clientes, así como la suficiencia de recursos.
- Realiza simulaciones con movimientos extremos de precios para cada cuenta abierta en el mercado.
- Establece alarmas sobre la insuficiencia de recursos con el fin de requerir recursos de manera oportuna.
- Detona una liquidación extraordinaria en caso de que las aportaciones iniciales mínimas (AIM) sean insuficientes.

Con el propósito de mantener la integridad financiera del mercado, ASIGNA desempeña las siguientes funciones:

- Determina las aportaciones iniciales mínimas (AIM) aplicables a cada uno de los contratos de futuros negociados en MexDer.
- Evalúa y determina los descuentos (*haircuts*) que se deben aplicar a los valores constituidos como AIM.
- Monitorea en tiempo real la suficiencia de las AIM.
- Evalúa la suficiencia del fondo de compensación mediante pruebas de estrés.
- Monitorea de manera permanente la suficiencia y liquidez del patrimonio de los fideicomisos liquidadores.

2.3.1. Esquema operativo y proceso de liquidación de ASIGNA

ASIGNA instala terminales de cómputo en el domicilio de cada socio liquidador, [5] a través de las cuales dichos socios confirman cada operación, indicando la posición (si es de apertura o de cierre) y la cuenta (propia o de terceros). En el momento en que se registra una operación en el sistema de compensación y liquidación de ASIGNA, la posición de la cuenta de destino en que se realizó la operación, se actualiza conforme a los siguientes principios:

1. Para las cuentas propias: si la posición existente es corta, las posiciones cortas nuevas se adicionan y las posiciones largas se cancelan. De igual forma, si la posición existente es larga, las posiciones largas nuevas se adicionan y las posiciones cortas se cancelan.
2. Para el caso de cuentas de clientes que llevan de manera simultánea posiciones largas y cortas: las posiciones largas se adicionan a las posiciones largas existentes cuando el socio liquidador indicó apertura en el momento de la confirmación. Las posiciones cortas se adicionan a las posiciones cortas existentes cuando el socio liquidador indicó apertura. Las posiciones largas cancelan a las posiciones cortas existentes cuando el socio liquidador indicó el cierre en el momento de la confirmación.

Las posiciones cortas cancelan a las posiciones largas existentes cuando el socio liquidador indicó el cierre en el momento de la confirmación. Para todos los casos, la compensación se realiza en tiempo real.

Por su parte, ASIGNA realiza un proceso de liquidación diaria *denominado mark-to-Market*. Este proceso actualiza las obligaciones y derechos de los socios liquidadores ante ASIGNA. Conforme a este esquema, los saldos acreedores o deudores que los socios liquidadores generan en un día de operación se liquidan entre las 9:00 y las 10:00 horas del día siguiente.

2.4. El mercado extrabursátil de productos derivados

No todas las operaciones de productos derivados se realizan a través de un mercado organizado, sino que un volumen importante se realiza en los mercados extrabursátiles, también llamados en el medio financiero *over-the-counter* (OTC). De hecho, el mayor volumen de operaciones de productos derivados en el mundo se realiza fuera de bolsa, mediante sistemas de teléfono y sistemas de cómputo en red que unen a distintos participantes.

Los principales instrumentos que se negocian en el mercado extrabursátil, conocido como OTC, son los siguientes:

- Contratos adelantados o *forwards* de divisas.
- Contratos adelantados de tasas de interés conocidos como FRA (*forward rate agreements*).
- Opciones de divisas.
- Opciones de tasas de interés.
- Opciones sobre acciones individuales.
- *Swaps* de tasas de interés.
- *Swaps* de monedas.
- Productos derivados exóticos.

La característica más importante de este tipo de contratos es que los atributos que acuerdan las partes son adaptables a las necesidades tanto del comprador como del vendedor. No se tienen que apegar a las características de contratos estándar como en el caso de los mercados organizados. Sin embargo, la desventaja que presentan es que existe el riesgo de incumplimiento de la contraparte, ya que en este mercado no existe una Cámara de Compensación que asuma dicho riesgo.

En capítulos posteriores se explicará la valuación y operación de los contratos mencionados.

Adicionalmente a los productos derivados de primera generación mencionados en el capítulo 1, el mercado de estos instrumentos se ha desarrollado y especializado de acuerdo con las necesidades de los agentes económicos participantes y los avances tecnológicos en los sistemas de registro y control de operaciones, así como con la liquidación de las transacciones. En la década de 1990 y en los umbrales del siglo XXI se empezaron a operar productos derivados denominados de segunda generación o exóticos.

Dichos productos se distinguen principalmente porque algunos de sus elementos son distintos a la estructura fundamental de un contrato conocido en el mercado como *plain vanilla* o básico.

Algunos ejemplos de estos instrumentos son los siguientes:

- *Notas estructuradas*: combinación de instrumentos de deuda con un producto derivado. En la mayoría de los casos el producto derivado es una opción sobre tipo de cambio, de tasa de interés o de algún índice de acciones.
- *Combinaciones de productos derivados de primera generación*: combinación de *forwards/futuros* con opciones o *swaps*. Un ejemplo de estos instrumentos es el *swaption*, una opción en la que el bien subyacente es un *swap*.
- *Derivados de crédito*: instrumentos financieros cuyo valor depende del riesgo de crédito de alguna entidad privada o gubernamental, distinta a la contraparte de la transacción del propio instrumento financiero. En esencia, son productos derivados rediseñados para mejorar el riesgo de contraparte. También se denominan "Credit Default Swaps".

- *Opciones que modifican el perfil de pago (pay-off modified)*: el pago en el futuro no es lineal; por ejemplo, en una opción digital se acuerda pagar una cantidad que depende de qué tanto terminó la opción “en el dinero”, es decir, depende de la magnitud del valor intrínseco de la opción.
- *Opciones dependientes del tiempo (time dependent)*: el comprador del derivado tiene el derecho de definir alguna característica del contrato durante o al término del mismo. Por ejemplo, el comprador de una opción podría definir si la opción es *call* o *put* a una fecha predeterminada posterior al inicio del contrato y antes de su vencimiento.
- *Opciones dependientes del comportamiento del subyacente (path dependent)*: el valor de la opción depende del comportamiento del activo subyacente durante la vida del contrato. Como ejemplo podemos citar las opciones asiáticas, cuyo pago se determina al vencimiento del contrato comparando el precio de ejercicio de la opción con el promedio del precio diario del activo subyacente que se registró durante la vida de la opción.
- *Opciones con un límite (limit dependent)*: si el precio del activo subyacente toca un determinado límite, la opción podría desaparecer o nacer. Un ejemplo son las conocidas *barrier options*: si el precio del bien subyacente alcanza un límite previamente especificado, la opción nace (*knock-in*), o bien la opción desaparece (*knock-out*).
- *Instrumentos multi-activos*: el pago acordado en el futuro depende del valor de más de un activo, es decir, de un portafolio. Involucra el concepto de correlación entre rendimientos de precios de activos en la valuación del derivado.

Notas

1. MexDer es una sociedad anónima de capital variable cuyo capital social está formado por la Bolsa Mexicana de Valores (78.61%), el MEFF (7.50%), los socios liquidadores de ASIGNA y algunos miembros operadores, que en total poseen 13.89% de dicho capital.
2. ASIGNA opera a través de diez fideicomisos. Cuatro instituciones son los fideicomitentes o dueños de los fideicomisos: Banamex, BBVA-Bancomer, Scotiabank Inverlat y Santander-Serfin. Banamex y Scotiabank Inverlat tienen dos fideicomisos cada uno: uno de cuenta propia y otro por cuenta de terceros. BBVA tiene cuatro fideicomisos: dos de BBVA y dos de Bancomer. Santander-Serfin tiene dos fideicomisos: uno de cuenta propia y otro por cuenta de terceros.
3. Al proceso de valorar las garantías diariamente se le denomina *Mark to market*.
4. Para mayores detalles del concepto de valor en riesgo, véase el capítulo 4 de Medición y control de riesgos financieros, de Alfonso de Lara, Editorial Limusa.
5. El sistema desarrollado por ASIGNA se denomina SIMAR: Sistema de Monitoreo y Administración de Riesgos.

Contratos de futuros del dólar de Estados Unidos de América

3.1. El contrato de futuros del dólar

El contrato de futuros del dólar listado en el MexDer debe entenderse como un acuerdo entre dos partes para comprar/vender, en una fecha futura, dólares norteamericanos (USD) a un precio previamente acordado y determinado por el mercado. Es decir, la operación de compra-venta se pacta en el presente, pero la liquidación (entrega de los USD por parte del vendedor y del efectivo en pesos por parte del comprador), ocurre en el futuro, al vencimiento del contrato.

Como ya se señaló en los capítulos anteriores, un agente económico acudirá al mercado de futuros en calidad de especulador o con el propósito de cubrir sus riesgos de mercado. En el caso del contrato de futuros del dólar, los riesgos que se desean cubrir se refieren a las pérdidas potenciales que se puedan registrar por variaciones adversas en el tipo de cambio peso/dólar.

Entre los agentes económicos que acuden al mercado de futuros para cubrirse ante variaciones del tipo de cambio, están los exportadores e importadores de bienes y servicios. En la figura 3.1 se puede observar que los importadores de bienes en México o deudores en dólares norteamericanos están expuestos al riesgo de variación del tipo de cambio peso/USD, ya que si éste aumentara (el peso se depreciara), sufrirían una pérdida cambiaria. Asimismo, los exportadores o tenedores de dólares también están expuestos al riesgo de variación del tipo de cambio, ya que si éste disminuyera (el peso se apreciara), sufrirían una pérdida cambiaria.

Por este motivo, el hecho de contar con dos preocupaciones opuestas (que el tipo de cambio suba o baje), permite que haya liquidez en el mercado de este contrato, ya que siempre habrá quien desee comprar y quien desee vender contratos a efecto de cubrir sus riesgos (véase la figura 3.1).

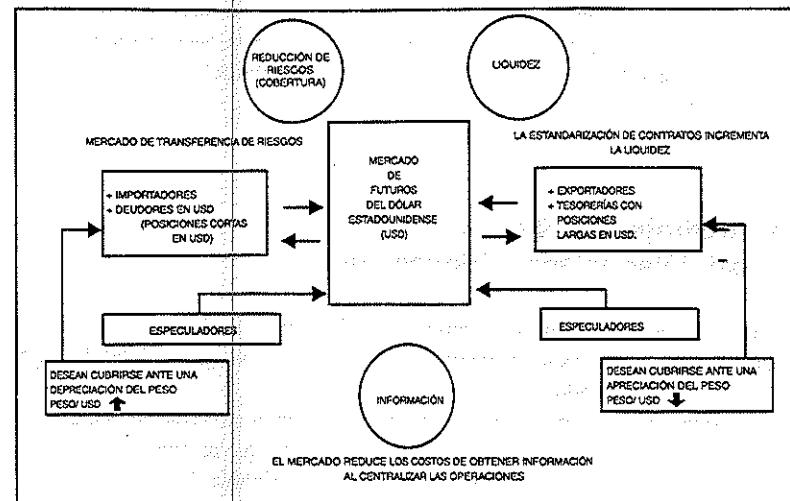


Figura 3.1 Mercado de futuros del dólar norteamericano

Es necesario tomar en cuenta que en los mercados de futuros, en ningún momento desaparece el riesgo inherente a la fluctuación de precios, sino que éste se transfiere de los agentes económicos que buscan la cobertura, a los inversionistas o especuladores que buscan realizar ganancias extraordinarias en función del riesgo que están asumiendo. Los inversionistas juegan un papel fundamental en los mercados de futuros, ya que proporcionan la liquidez necesaria para realizar operaciones fluidas en el mercado.

3.2. Características generales del contrato de futuros en MexDer

Las principales características de este contrato son las siguientes:

- Activo subyacente: dólar, moneda de curso legal en Estados Unidos de América (USD).
- Número de unidades del activo subyacente que ampara un contrato de futuro: \$10,000.00 (diez mil dólares 00/100).
- Series: en términos de sus respectivos reglamentos interiores, MexDer y ASIGNA han listado y mantienen disponibles para su negociación distintas series del contrato de futuro sobre el dólar, sobre una base de vencimientos diarios o mensuales hasta por 3 años.

- Símbolo o clave de pizarra: las distintas Series del Contrato de Futuro del Dólar son identificadas con un símbolo o clave de pizarra que se integrará por la expresión: "DA", a la que se agregarán dos números para identificar el día específico del mes en que ocurre su vencimiento y la primera letra más la siguiente consonante del mes de vencimiento y los últimos dos dígitos del año de vencimiento. En el siguiente cuadro se señalan algunos ejemplos:

Símbolo o clave de pizarra del contrato de futuro	Clave del activo subyacente	Día de vencimiento	Mes de vencimiento	Año de vencimiento
DA15 EN05	DA	15 = Dia 15	EN = Enero	05 = 2005
DA25 EN05	DA	25 = Día 25	EN = Enero	05 = 2005
DA12 MR05	DA	12 = Día 12	MR = Marzo	05 = 2005
DA29 AG07	DA	29 = Día 29	AG = Agosto	07 = 2007

Para los efectos de difusión, los contratos que se listarán con Series mensuales aparecerán con la clave DEUA y aquellos contratos con Series diarias aparecerán como DA.

Las características y procedimientos de negociación en el MexDer para el contrato de futuros del dólar norteamericano, son los siguientes:

- Unidad de cotización: en la celebración de contratos en MexDer, la unidad de cotización del precio futuro se expresa en pesos mexicanos por dólar, hasta en diezmilésimas (\$0.0001) por dólar.
- Puja: la presentación de posturas para la celebración de contratos se refleja en fluctuaciones mínimas del precio futuro de una diezmilésima de un peso (\$0.0001) por dólar.
- Valor de la puja por contrato de futuro: el valor del cambio en el precio futuro de un contrato por una puja es de \$1.00 peso, el cual resulta de multiplicar una puja (\$0.0001) por el número de unidades de activo subyacente (10,000.00 dólares) que ampara el contrato.
- Mecánica de negociación: la celebración de contratos de futuros del dólar se realiza mediante procedimientos electrónicos y por vía telefónica en el área de negociación de MexDer, de acuerdo con las normas y procedimientos que se establecen en su reglamento.
- Último día de negociación y fecha de vencimiento de la serie: el último día de negociación y la fecha de vencimiento de cada serie del contrato de futuro del dólar, es el tercer lunes del mes de vencimiento, o el día hábil anterior si dicho lunes es inhábil.
- Fecha de liquidación al vencimiento: la fecha de liquidación ocurre dos días hábiles después de la fecha de vencimiento, siendo requisito indis-

pensable que sea día hábil tanto en Estados Unidos de América como en los Estados Unidos Mexicanos.

3.3. Precio de valuación de un contrato de futuros del dólar (usd)

En general, la fórmula utilizada para la valuación de un contrato de divisas o monedas es la siguiente:

$$F = S \times \frac{1 + \left(r_d \times \frac{t}{\text{Base}} \right)}{1 + \left(r_e \times \frac{t}{\text{Base}} \right)} \approx S \times e^{(r_d - r_e) \frac{t}{\text{Base}}}$$

Donde S es el valor del bien subyacente en el mercado de contado, " r_d " es la tasa de interés doméstica y " r_e " es la tasa de interés externa. La base se refiere a los días que se consideran en el periodo de un año y que para el caso mexicano es de 360 días.

Tomando en cuenta lo anterior, para un contrato de futuros del dólar norteamericano en el MexDer, la fórmula de valuación es la siguiente:

$$F_t = S_t \times \frac{1 + r_t^{\text{CETE}} \left(\frac{t}{360} \right)}{1 + r_t^{\text{TB}} \left(\frac{t}{360} \right)}$$

Donde:

F_t = precio teórico del contrato de futuro sobre el dólar en el día t , redondeado a la puja más cercana.

S_t = tipo de cambio para solventar las obligaciones denominadas en moneda extranjera pagaderas en la República Mexicana, determinado en el día t , publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el día hábil siguiente.

r_t^{cet} = tasa de rendimiento de los certificados de la tesorería de la federación para el plazo de vigencia del futuro, derivada de la curva de descuento de Cetes, publicada en el boletín bursátil (sección de análisis y valuación de los instrumentos de deuda) por la Bolsa Mexicana de Valores.

r_t^m = tasa de rendimiento de los *treasury bill* de Estados Unidos de América para el plazo de vigencia del futuro, derivada de la curva calculada por la Bolsa Mexicana de Valores, publicada en los indicadores del mercado de productos derivados.

t = número de días por vencer del contrato de futuro.

3.4. Arbitraje con futuros del dólar estadounidense (usd)

Por operaciones de arbitraje se entienden aquellas que se realizan en los mercados financieros con el propósito de obtener una ganancia sin riesgo, explotando imperfecciones de los mercados.

La detección de oportunidades de arbitraje surge en el momento en que el precio teórico del futuro no corresponda al precio del contrato que se esté cotizando en el mercado. En este sentido, se detectan oportunidades de arbitraje si $F_T \neq F_m$.

Caso 1: $F_m < F_T$

La operación de arbitraje sería la siguiente. De inmediato se realizan las siguientes operaciones:

- a) Debido a que el precio del contrato de futuros en el mercado está "barato" en relación con el precio teórico, se *compra* el futuro del dólar.
- b) Para neutralizar el riesgo que representa la posición larga en futuros, debe "venderse en corto" el subyacente, es decir, se toman en préstamo los dólares (pactando una prima con el prestamista) y se venden dichos dólares en el mercado *spot*.
- c) El producto de la venta en corto (pesos mexicanos) se invierte a una tasa libre de riesgo, normalmente en cetes al plazo del contrato.

El día del vencimiento del contrato de futuros:

- a) Se cumple con el compromiso adoptado en el mercado de futuros, entregando los pesos y recibiendo los dólares correspondientes al contrato de futuros previamente pactado.
- b) Se entregan los dólares al prestamista de la venta en corto, en adición a la prima del préstamo.

A continuación; se presenta un ejemplo: el tipo de cambio *spot* se encuentra en 9.0 pesos por dólar; la tasa de cetes a 91 días es de 10% anual y la de *treasury bills* en Estados Unidos es de 2% anual; el precio de un contrato de futuros a tres meses

en el MexDer es de 9.10 pesos por dólar; se desea saber si existe una oportunidad de arbitraje y, si es el caso, realizar dicha operación considerando un contrato (10,000 USD).

Para saber si existe oportunidad de arbitraje, es necesario calcular el precio teórico del contrato de futuros con la fórmula descrita anteriormente:

$$F_T = 9.0 \left[\frac{1 + 0.10 \times \frac{90}{360}}{1 + 0.02 \times \frac{90}{360}} \right] = 9.1791 \text{ pesos por dólar}$$

arbitraje.
FT = 9.1791 ↑
F_m = 9.10 FM < FT

Debido a que el precio de mercado del contrato de futuro es menor que el precio teórico, se puede afirmar que hay oportunidad de arbitraje.

La operación de arbitraje sería la siguiente. De inmediato deben seguirse los siguientes pasos:

- Comprar el contrato de futuro del dólar en el MexDer. Esto significa pactar la compra de 10,000 USD a 9.10 pesos por dólar.
- Tomar prestados 10,000 USD y venderlos en el mercado *spot*. Se reciben 90,000 pesos mexicanos que deben invertirse en cetes de 90 días cuya tasa es de 10% anual.

El día del vencimiento del contrato de futuro deben seguirse los siguientes pasos:

- Hacer frente al compromiso asumido en el mercado de futuros: entregar los pesos y recibir los dólares. Se entregan $9.10 \times 10,000 = 91,000$ pesos y se reciben 10,000 USD.
- Entregar los 10,000 USD al prestamista de la venta en corto, más la prima del préstamo, que fue de 500 pesos.

La ganancia por arbitraje es la siguiente:

Ingresos en pesos:	\$90,000.00
+ Intereses ganados:	<u>\$ 2,250.00</u>
Total de ingresos:	\$92,250.00

Egresos en pesos:	\$91,000.00
+ Prima pagada al prestamista:	<u>\$ 500.00</u>
Total de egresos:	\$91,500.00

$$\text{Ganancia por arbitraje} = \$92,250.00 - \$91,500.00 = \$750.00$$

Caso 2: $F_m > F_T$

La operación de arbitraje sería la siguiente. De inmediato se realizan las siguientes operaciones:

- Debido a que el precio del contrato de futuros en el mercado está "caro" en relación con el precio teórico, se *vende* el futuro del dólar.
- Para neutralizar el riesgo que representa la posición corta en futuros, se debe comprar el subyacente. Es decir, se adquiere un préstamo en pesos (pactando una tasa de interés por el préstamo) para comprar el subyacente.

El día del vencimiento del contrato de futuros:

- Se cumple con el compromiso adoptado en el mercado de futuros, entregando los dólares y recibiendo los pesos correspondientes al contrato de futuros previamente pactado.
- Se liquida el préstamo contraído originalmente, más los intereses del mismo.

A continuación se presenta un ejemplo: el tipo de cambio *spot* se encuentra en 9.0 pesos por dólar; la tasa de cetes a 91 días es de 10% anual y la de *treasury bills* en Estados Unidos es de 2% anual; el precio de un contrato de futuros a tres meses en el MexDer es de 9.20 pesos por dólar; se desea saber si existe una oportunidad de arbitraje y, si es el caso, realizar dicha operación considerando un contrato (10,000 USD).

Para saber si existe oportunidad de arbitraje, es necesario calcular el precio teórico del contrato de futuros:

$$F_T = 9.0 \left[\frac{1 + 0.10 \times \frac{90}{360}}{1 + 0.02 \times \frac{90}{360}} \right] = 9.1791 \text{ pesos por dólar.}$$

9.20 ↑ T-91

Debido a que el precio de mercado del contrato de futuro es mayor que el precio teórico, se puede afirmar que hay oportunidad de arbitraje.

La operación de arbitraje sería la siguiente. De inmediato deben seguirse los siguientes pasos:

- Vender el contrato de futuro del dólar en el MexDer. Esto significa pactar la venta de 10,000 USD a 9.20 pesos por dólar.
- Se pide un préstamo por 90,000 pesos mexicanos para adquirir el equivalente a 10,000 USD. La tasa del préstamo es del 10% anual. Los dólares adquiridos se invierten a la tasa de *treasury bills* del 2.0%.

El día del vencimiento del contrato de futuro deben seguirse los siguientes pasos:

- Hacer frente al compromiso asumido en el mercado de futuros: entregar los dólares y recibir los pesos. Se reciben $9.20 \times 10,000 = 92,000$ pesos, y se entregan 10,000 USD.

- b) Se liquida el préstamo de 90,000 más los intereses devengados durante 90 días.

La ganancia por arbitraje es la siguiente:

Ingresos en pesos:	\$92,000.00
+ Intereses en USD (2% anual):	<u>\$ 460.00</u>
Total de ingresos:	\$92,460.00

Egresos en pesos:	\$90,000.00
+ Intereses del préstamo	<u>\$ 2,250.00</u>
Total de egresos:	\$92,250.00

$$\text{Ganancia por arbitraje} = \$92,460.00 - \$92,250.00 = \$ 210.00$$

3.5. Mecánica de cobertura (*hedging*) con futuros

Por posición de cobertura se entiende la posición corta o larga que un agente económico mantiene para cubrir riesgos en el mercado de contado.

Con el propósito de entender cuál es una de las principales finalidades del mercado de futuros, a continuación se ejemplifica la mecánica de cobertura a través del contrato de futuros del peso-dólar. Es necesario tener presente que la ganancia o pérdida que se obtiene en el mercado de futuros, debe compensarse con la ganancia o pérdida en el mercado de contado.

3.5.1. Cobertura larga

Este tipo de cobertura se presenta cuando es necesario comprar contratos de futuros (posición larga) para cubrir los riesgos en el mercado de contado. A continuación se presenta un ejemplo.

Una empresa mexicana desea importar una máquina que cuesta 200,000 dólares, los cuales tiene que pagar en 30 días. Su principal preocupación es la depreciación del peso frente al dólar y, por tanto, decide acudir al mercado de futuros para realizar una cobertura.

Si el tipo de cambio spot actual es de 9.1812 pesos/USD y el tipo de cambio en el MexDer mercado de futuros es de 10.8035 pesos/USD, la estrategia que debe seguir la empresa consiste en comprar contratos de futuros en el MexDer para protegerse de una depreciación del peso.

El número de contratos que tendría que adquirir si acudiera al MexDer sería de 20, ya que el tamaño del contrato en este mercado es de 10,000 USD.

Una vez cumplido el plazo de los 30 días, la empresa acudirá al MexDer nuevamente para realizar la operación contraria que permita cerrar la operación;

en este caso, venderá los 20 contratos que previamente compró. Si se asume que la preocupación de la empresa estaba fundada y efectivamente el tipo de cambio *spot* se depreció a 10.10 pesos/USD y la cotización en el MexDer es de 11.7180 pesos/USD, la empresa obtendrá una ganancia en el mercado de futuros que compensará la pérdida sufrida en el mercado de contado.

La ganancia obtenida en el mercado de futuros se calcula como sigue:

$$\text{Profits} \times (\text{Cotización} - \text{Precio}) \\ 200,000 \text{ USD} \times (11.7180 \text{ pesos/USD} - 10.8035 \text{ pesos/USD}) = 182,900 \text{ pesos}$$

Dicha ganancia en el mercado de futuros se compensará con la pérdida que significó para la empresa el efecto de depreciación del peso. La pérdida obtenida se calcula de la siguiente manera:

$$200,000 \text{ USD} \times (9.1812 \text{ pesos/USD} - 10.10 \text{ pesos/USD}) = -183,760 \text{ pesos}$$

Como puede observarse, en este ejemplo no se registra una cobertura perfecta, ya que la diferencia entre la ganancia obtenida en el mercado de futuros y la pérdida sufrida en el mercado de contado asciende a 860 pesos, siendo esta cantidad una pérdida neta. Sin embargo, nótese que de no haber acudido al mercado de futuros, la pérdida incurrida hubiera sido de 183,760 pesos.

3.5.2. Cobertura corta

Este tipo de cobertura se presenta cuando es necesario vender contratos de futuros (posición corta) para cubrir los riesgos en el mercado de contado. A continuación se presenta un ejemplo.

Una empresa mexicana tiene en su tesorería una posición larga por 200,000 USD y tiene compromisos de pagos en pesos dentro de 30 días. Su principal preocupación es que el peso se aprecie con respecto al dólar y, por tanto, decide acudir al mercado de futuros para realizar una cobertura.

Si el tipo de cambio *spot* actual es de 9.1812 pesos/USD y el tipo de cambio en el MexDer mercado de futuros es de 10.8035 pesos/USD, la estrategia que debe seguir la empresa consiste en vender contratos de futuros en el MexDer para protegerse de una apreciación del peso.

El número de contratos que tendría que vender si acudiera al MexDer sería de 20, ya que el tamaño del contrato en este mercado es de 10,000 USD.

Una vez cumplido el plazo de 30 días, la empresa acudirá al MexDer nuevamente para realizar la operación contraria que permita cerrar la operación; en este caso, comprará los 20 contratos que previamente vendió. Supóngase que la preocupación de la empresa estaba fundada y efectivamente el tipo de cambio *spot* se apreció a 8.8590 pesos/USD y la cotización en el MexDer es de 10.4122 pesos/USD. De esta manera, la empresa obtendrá una ganancia en el mercado de futuros que compensará la pérdida sufrida en el mercado de contado.

La ganancia obtenida en el mercado de futuros se calcula como sigue:

$$200,000 \text{ USD} \times (10.8035 \text{ pesos/USD} - 10.5122) = 58,260 \text{ pesos}$$

Dicha ganancia en el mercado de futuros se compensará con la pérdida que significó para la empresa el efecto de apreciación del peso. La pérdida obtenida se calcula de la siguiente manera:

$$200,000 \text{ USD} \times (9.1812 \text{ pesos/USD} - 8.8590 \text{ pesos/USD}) = 64,440 \text{ pesos}$$

Como puede observarse, en este ejemplo tampoco se registra una cobertura perfecta, ya que la diferencia entre la ganancia obtenida en el mercado de futuros y la pérdida sufrida en el mercado de contado asciende a 6,180 pesos, siendo esta cantidad una pérdida neta.

3.6. Riesgo de la base e índice de cobertura óptima

Con los ejemplos de cobertura explicados anteriormente se puede apreciar que en realidad es muy difícil lograr una cobertura perfecta, es decir, que las pérdidas / ganancias en el mercado de futuros se compensen con las pérdidas/ganancias en el mercado de contado en la misma proporción.

El concepto de la base explica lo anterior. La definición de la base es la siguiente:

Base = precio del activo en el mercado de contado – precio del contrato de futuro.

Es decir:

$$\text{Base} = S - F$$

Cuando el precio del activo en el mercado de contado se incrementa más que el precio del futuro, se dice que la base se fortaleció. Cuando el precio del futuro se incrementa más que el precio del activo en el mercado de contado, se dice que la base se debilitó.

Para minimizar el riesgo de la base se recomienda aplicar el índice de cobertura óptimo, que es el siguiente:

$$\text{Índice de cob. (IC)} = \rho \frac{\sigma_s}{\sigma_f}$$

Asimismo, el número óptimo de contratos de futuro utilizados para cubrir una posición en el mercado de contado es el siguiente:

$$N^* = \frac{IC \times N_A}{Q_F}$$

Donde:

N^* = el número óptimo de contratos de futuros para la cobertura.

N_A = la posición a cubrir (en unidades).

Q_F = tamaño de un contrato de futuros (en unidades).

Para ilustrar lo anterior, sirva el siguiente ejemplo.

Se desea cubrir una posición larga de USD 2'000,000 en el MexDer (tamaño del contrato = USD 10,000) y se tienen los siguientes datos:

$$\sigma_s = 1.63\% \text{ diario}$$

$$\sigma_f = 2.13\% \text{ diario}$$

$$\rho = 0.92$$

$$\text{Índice de cob. (IC)} = 0.92 \times \frac{0.0163}{0.0213} = 0.7040$$

$$N^* = \frac{0.7040 \times 2'000,000}{10,000} = 140.8 \approx 141 \text{ contratos}$$

Es decir, en lugar de vender 200 contratos de futuros, el número de contratos óptimo a vender es 141, que representan el 70.4% de los 200 contratos.

3.7. Engrapados de divisas

En junio de 2004, el MexDer lanzó al mercado un nuevo producto denominado “futuros dinámicos del dólar o engrapados de divisas”. Este producto consiste en un portafolio de dos futuros de DEUA: una posición larga (por ejemplo a tres meses) y una posición corta a 24 o 48 horas.

El objetivo de este producto es replicar una estrategia que siguen los bancos en el mercado de *forwards OTC*. Es decir, compran/venden un *forward* y simultáneamente venden/compran al tipo de cambio *spot* para eliminar el riesgo de tipo de cambio en la operación de *forward*.

Futuros del IPC y acciones

4.1. Definición

El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) es el principal indicador del comportamiento del mercado accionario en México, el cual lo expresa tomando como referencia los precios de una muestra balanceada, ponderada y representativa del total de los títulos accionarios cotizados en la BMV.

La muestra se revisa anualmente y está integrada por alrededor de 35 emisoras de distintos sectores de la economía. Aplicado en su actual estructura desde 1978, el IPC expresa en forma fidedigna la situación del mercado bursátil y constituye un indicador confiable.

El IPC toma como base el cálculo de un índice de precios que pondera la participación de cada una de las acciones que componen la muestra por su valor de capitalización (precio de mercado multiplicado por el número de acciones inscritas). El IPC relaciona su valor actual con el del día anterior, ajustando en su caso los precios por ejercicio de derechos (dividendos). El IPC se actualiza automáticamente en tiempo real como consecuencia de las operaciones registradas en los títulos accionarios integrantes de la muestra durante la sesión de remates del mercado de capitales de la BMV.

4.2. Características de los contratos de futuros del IPC y de títulos accionarios

El valor nominal que ampara un contrato de futuro es de \$10.00 (diez pesos 00/100) multiplicados por el valor del IPC.

MexDer y ASIGNA listan y mantienen disponibles para su negociación distintas series del contrato de futuro del IPC sobre una base trimestral, lo que significa que

de manera permanente están disponibles para su operación contratos de futuros con fechas de vencimiento en marzo, junio, septiembre y diciembre.

Las distintas series del contrato de futuro del IPC se identifican con un símbolo o clave de pizarra que se integran por la expresión "IPC" a la que se agrega la primera letra más la siguiente consonante del mes de vencimiento y los últimos dos dígitos del año de vencimiento de acuerdo con el ejemplo siguiente:

Símbolo o clave de pizarra del contrato de futuro	Clave del activo subyacente	Mes de vencimiento	Año de vencimiento
IPC MR05	IPC	MR = marzo	05 = 2005
IPC JN05	IPC	JN = junio	05 = 2005
IPC SP04	IPC	SP = septiembre	04 = 2004
IPC DC04	IPC	DC = diciembre	04 = 2004

Los contratos de futuros sobre acciones individuales o títulos accionarios listados en el MexDer son los siguientes:

Acción	Código
Cemex CPO	CXC
Femsa UBD	FEM
G Carso Al	GCA
America Móvil B	AXL
Telmex L	TXL

4.3. Valuación de los contratos de futuros del IPC y de títulos accionarios

El precio teórico del contrato de futuros del IPC es el siguiente:

$$F_t = (IPC_0 - D) \left(1 + r \left(\frac{t}{360} \right) \right) \approx (IPC_0 - D) e^{\frac{rt}{360}}$$

Donde:

F_t = precio teórico o de liquidación del contrato de futuro sobre el IPC en el día t .

IPC_0 = valor del IPC el día de la valuación.

r = tasa de rendimiento de los certificados de la Tesorería de la Federación para el plazo de vencimiento del contrato, derivada de la curva de descuento de CETES. [1]

t = Número de días por vencer del contrato de futuro.

D = Dividendos devengados en el periodo del contrato.

Por ejemplo, si el nivel del IPC al cierre del remate es de 10,000 puntos y la tasa de cetes de 91 días es de 6.0% anual, el valor teórico de un contrato del IPC a tres meses (91 días) será el siguiente:

$$F_{91} = 10,000 \times \left[1 + 0.06 \times \frac{91}{360} \right] = 10,151.67$$

Para el cálculo del precio teórico de un contrato de acciones individuales, la fórmula es la siguiente:

$$F_t = (P_0 - D) * \left(1 + r \times \frac{t}{360} \right) \approx (P_0 - D) e^{\frac{rt}{360}} \approx P_0 e^{\frac{(r-d)t}{360}}$$

Donde:

F_t = precio teórico o de liquidación del contrato de futuro sobre la emisora en el día t .

P_0 = precio de la acción en el momento de la valuación.

r = tasa de rendimiento de los certificados de la tesorería de la Federación derivada de la curva de descuento de CETES.

t = número de días por vencer del contrato de futuro.

D = valor presente de todos los dividendos en efectivo que se espera sean pagados por la emisora entre el día 0 y el día t .

d = tasa de pago de dividendos que se espera sean pagados por la emisora entre el día 0 y el día t , medida en porcentaje.

Por ejemplo, si el precio de una acción al cierre del remate es de \$45 y la tasa de cetes de 91 días es de 6.0% anual, el valor teórico de un contrato de futuro de la acción a tres meses (91 días) será el siguiente:

$$F = 45 \times \left[1 + 0.06 \times \frac{91}{360} \right] = \$45.68$$

En este caso, al no existir pago de dividendos en el periodo del contrato $D = 0$.

4.4. Mecánica de cobertura con futuros de IPC y acciones

La mecánica de cobertura con futuros de IPC es enteramente semejante a la mencionada en el capítulo anterior. Es decir, es necesario tener presente que la ganancia o pérdida que se obtiene en el mercado de futuros debe compensarse con la ganancia o pérdida en el mercado de contado.

La cobertura larga se presenta cuando es necesario comprar contratos de futuros (posición larga) del IPC para cubrir los riesgos en el mercado de contado. Si se tiene una posición corta en una acción o portafolio de acciones que esté positivamente correlacionado con el IPC, entonces la estrategia de cobertura es comprar contratos.

La cobertura corta se presenta cuando es necesario vender contratos de futuros (posición corta) del IPC para cubrir los riesgos en el mercado de contado. Si se tiene una posición larga en una acción o portafolio de acciones que esté positivamente correlacionado con el IPC, entonces la estrategia de cobertura es vender contratos.

A continuación se presenta un ejemplo.

Un inversionista desea cubrir con futuros un portafolio accionario con un valor de \$1'000,000. El IPC actual está a 10,000 puntos y el futuro a JN05 se cotiza en 10,300 puntos.

La estrategia a seguir para cubrir el portafolio es vender 10 contratos de futuros del IPC JN05 a 10,300 puntos, con lo que cubrirá el valor de su portafolio al mes de junio. Realizar ahora un desembolso (dos veces AIM) de $\$7,500 \times 10$ contratos = \$75,000 pesos, teniendo un apalancamiento de $1'030,000/75,000 = 13.73$ veces.

Llegado junio, sus acciones reducen su valor, teniendo un impacto neto del -5% en su portafolio (beta < 1) y el IPC de la BMV cae 7% quedando en 9,300 puntos. El precio del futuro a junio también disminuye a 9,500 puntos.

Pérdida por portafolios	Ganancia por futuros
$1'000,000 - 5\% = \$50,000$	$10,300 - 9,500 = 800$
	800×10 contratos $\times \$10$ por punto = $\$80,000$

Conclusión. Aun cuando el entorno fue inestable, el inversionista se cubrió y ganó: $80,000 - 50,000 = \$30,000$.

Por otra parte, el índice de cobertura óptima tiene un tratamiento distinto al de otros contratos. Vale la pena aclarar que en el caso de acciones o índices, el número de contratos óptimos estará dado por:[2]

$$N^* = \frac{\beta \times V}{A}$$

Donde:

N^* = el número óptimo de contratos de futuros para la cobertura.

V = el valor de mercado del portafolios.

A = el valor del activo subyacente de un contrato.

β = el índice que mide la sensibilidad del cambio en el rendimiento de la acción o portafolios de acciones, frente a cambios en el rendimiento del IPC.

Por ejemplo, si el valor de mercado del portafolio es de \$2'000,000 y el valor del activo subyacente es 10 veces el IPC, y el IPC se encuentra en 10,000 puntos y la beta del portafolio es de 0.75, el número óptimo de contratos a vender para cubrir este portafolio es de:

$$N^* = \frac{0.75 \times 2'000,000}{10 \times 10,000} = 15 \text{ contratos}$$

4.5. Arbitraje con futuros de capitales

Como se mencionó en el capítulo 3, las oportunidades de arbitraje surgen en el momento en que el precio teórico del futuro no corresponde con el precio del contrato que se esté cotizando en el mercado. En este sentido, se detectan oportunidades de arbitraje si $F_T \neq F_m$, es decir, si el precio de mercado no coincide con el precio teórico.

Caso 1: $F_m < F_T$

La operación de arbitraje sería la siguiente. De inmediato se realizan las siguientes operaciones:

- Debido a que el precio del contrato de futuros en el mercado está "barato" en relación con el precio teórico, se compra el futuro del IPC.
- Para neutralizar el riesgo que representa la posición larga en futuros, debe "venderse en corto" el subyacente, es decir, se toma en préstamo el subyacente (pactando una prima con el prestamista) y se vende dicho subyacente en el mercado spot. Si el subyacente es el IPC, se debe considerar una canasta de acciones altamente correlacionada con el IPC.[3]
- El producto de la venta en corto se invierte a una tasa libre de riesgo, es decir, en cetes al plazo del contrato.

El día del vencimiento del contrato de futuros:

- Se debe cumplir con el compromiso adoptado en el mercado de futuros,

entregando los pesos y recibiendo las acciones correspondientes al contrato de futuros previamente pactado. En el caso del futuro del IPC, la liquidación se hace en efectivo, es decir, no se entrega un portafolio de acciones.

- b) Se entregan las acciones al prestamista de la venta en corto, en adición a la prima del préstamo.

Caso 2: $F_m < F_T$

La operación de arbitraje sería la siguiente. De inmediato se realizan las siguientes operaciones:

- a) Debido a que el precio del contrato de futuros en el mercado está "caro" en relación con el precio teórico, se *vende* el futuro del IPC o de la acción individual.
- b) Para neutralizar el riesgo que representa la posición corta en futuros, se debe comprar el subyacente, es decir, se adquiere un préstamo en pesos (pactando una tasa de interés por el préstamo) para comprar el subyacente.

El día del vencimiento del contrato de futuros:

- a) Se cumple con el compromiso adoptado en el mercado de futuros, entregando las acciones y recibiendo los pesos correspondientes al contrato de futuros previamente pactado. Como se mencionó anteriormente, en el caso del futuro del IPC la liquidación es en efectivo y no en especie.
- b) Se liquida el préstamo contraído originalmente, más los intereses del mismo.

Notas

1. Alternativamente se podría aplicar la tasa TME en lugar de CERES.
2. Para entender mejor el concepto de la β , se recomienda consultar el libro *Investment Valuation* de Aswath Damodaran, Ed. Wiley, 1996.
3. También se puede vender en corto un *naftrac* en la Bolsa Mexicana de Valores, que es un título que replica el comportamiento del IPC.

Futuros de tasas de interés

5.1. Tasas de interés

El concepto de tasas de interés se utiliza normalmente para describir el crecimiento de una ganancia potencial asociada a una cantidad de dinero. Las diferentes tasas de interés que existen y el contexto en que son aplicadas, frecuentemente son motivo de confusión. Por ello es importante dedicar un espacio para definir este concepto.

Podríamos definir la tasa de interés como el porcentaje de crecimiento o decrecimiento del valor de un activo en un periodo determinado. Es la medida relativa del valor de un activo entre dos fechas distintas (presente y futuro). Las tasas de interés nos ayudan a contestar preguntas como: ¿un activo es más valioso ahora o en una fecha futura? O, ¿cuál será el valor de un activo dentro de un año?

Las tasas de interés son una medida que representa la ganancia para quien decide ahorrar ahora y consumir en el futuro. Por ejemplo, un individuo que cuenta con una cantidad de dinero y no necesita destinar sus recursos al consumo, podría prestar su dinero a otro individuo que si requiere consumir de inmediato. Ambos pueden acordar el préstamo y fijar un premio o un interés que sería pagado en el futuro. Si el prestamista difiere su consumo, es compensado por el prestatario o acreditado con dicho interés. Éste es el principio que rige la mayor parte de las transacciones financieras.

Los mercados de capitales proveen una mecánica eficiente para transferir capital entre agentes económicos. El prestamista recibe un interés por el uso temporal de su capital. Por ello, la formación eficiente de las tasas de interés para diferentes plazos, depende de la eficiencia del mercado de dinero que involucra al prestamista y al prestatario. El depósito en un banco por parte de un ahorrador (prestamista)

generará un interés, y el banco, en su función de intermediario, destinará esos recursos al otorgamiento de crédito, cobrando al acreedor (prestatario) invariamente un interés mayor que el pactado con el ahorrador.

A las tasas de interés que los bancos fijan para otorgar créditos se les denomina tasas activas, mientras que a las tasas de interés que se fijan para pagar a los ahorradores, se les denomina tasas pasivas.

Las tasas de interés se pueden transformar de una base a otra mediante la siguiente expresión:

$$\left(1 + \frac{r_1}{b_1}\right)^{b_1} = \left(1 + \frac{r_2}{b_2}\right)^{b_2}$$

Donde r_1 y r_2 son tasas de interés, y b_1 y b_2 son diferentes bases (diferentes períodos de reinversión o capitalización de dichas tasas).

Por ejemplo, si se conoce la tasa de interés en términos anuales del 12%, pero se reinvierte trimestralmente, ¿cuál es la tasa de interés expresada en términos anuales pero que se capitaliza semestralmente?

$$\left(1 + \frac{0.12}{4}\right)^4 = \left(1 + \frac{r_2}{2}\right)^2$$

Despejando r_2 tenemos que: $r_2 = 12.18\%$ anual. Por tanto, una tasa de interés puede ser convertida de una base a otra. La convención en el mercado de dinero es expresar las tasas de interés en términos anuales. Si deseamos determinar la tasa de interés anual efectiva, tendríamos un caso particular de la fórmula anterior:

$$\left(1 + \frac{r_1}{b_1}\right)^{b_1} = \left(1 + \frac{r_2}{1}\right)^1$$

$$r_2 = \left(1 + \frac{r_1}{b_1}\right)^{b_1} - 1$$

Donde r_2 es lo que se conoce como la tasa de interés efectiva expresada en términos anuales.

Cuando las tasas de interés se capitalizan continuamente, es decir, en intervalos infinitamente pequeños, se dice que las tasas son continuas y matemáticamente se expresan de la siguiente manera:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{n}\right)^n = e^r$$

Donde el número e es la base de logaritmos naturales cuyo valor es $e = 2.71828$. Generalizando, para plazos distintos a un año, tenemos que la tasa continua es $e^r - 1$.

Por ejemplo, una tasa de interés continua equivalente a la tasa de interés discreta del 10% anual será:

$$e^{0.10(1)} - 1 = 10.5171\% \text{ anual}$$

5.2. Tasas discretas vs tasas continuas

Si un monto de inversión " I " se invierte por n años a una tasa de interés r anual y dicha tasa se compone una vez por año, el valor de la inversión al final del año n es:

$$I(1+r)^n$$

Si la tasa se compone m veces por año, el valor de la inversión al final del año n es la siguiente:

$$I\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m \times n}$$

Por ejemplo, sea $I = \$100$; $r = 5.0\%$ anual; $m = 4$ (trimestral); $n = 1$ año.

$$I\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m \times n} = \$100 \left(1 + \frac{0.05}{4}\right)^{4 \times 1} = \$105.09$$

Mientras que si la tasa se compone diariamente, se tiene que al final del año el monto de la inversión es:

$$\$100 \left(1 + \frac{0.05}{360}\right)^{360 \times 1} = \$105.13$$

Ahora bien, si la tasa se compone continuamente en intervalos infinitamente pequeños, la inversión al término del periodo es:

$$Ie^{rxn}$$

En nuestro ejemplo, $100e^{0.05 \times 1} = \$105.13$, que es un monto similar al caso con la tasa compuesta diariamente, es decir, que para efectos prácticos, una tasa compuesta continuamente equivale a una tasa compuesta diariamente.

Para descontar a valor presente un monto con una tasa compuesta continuamente, se aplica:

$$\frac{I}{e^{rxn}} = Ie^{-rxn}$$

5.3. Estructura de tasas de interés

En el mercado de dinero, frecuentemente se tienen que manejar diferentes tasas de interés o tipos de tasas de interés expresadas en diferentes bases y en diversos plazos. Para que las tasas de interés sean comparables tienen que estar expresadas en la misma base y deben ser del mismo tipo. Cuando esto sucede, es posible obtener una estructura intertemporal de tasas de interés. Es decir, dicha estructura es una manera consistente de mostrar las tasas de interés en diferentes plazos o períodos.

A la gráfica que describe la relación entre las diferentes tasas de interés (rendimientos de instrumentos de mercado de dinero) para diferentes períodos o plazos, se le conoce como la curva de rendimientos de tasas de interés (*yield curve*). En la figura 5.1 se muestra un ejemplo para el caso de CETES en una fecha determinada.

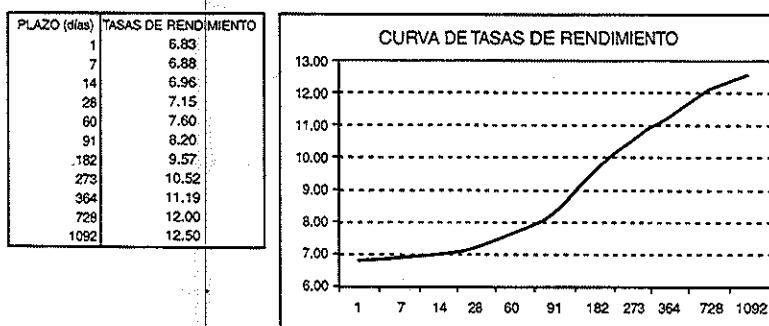


Figura 5.1 Curva de rendimientos de CETES en fecha determinada

Esta gráfica se construye observando las diferentes tasas de rendimientos para cada plazo que se opera en el mercado de dinero. Esta curva es fundamental en la valuación de prácticamente todos los instrumentos de deuda porque cualquier instrumento puede analizarse como una serie de bonos cupón cero. Sin embargo, cabe destacar que esta curva considera rendimientos libres de riesgo de contraparte o de crédito, por lo que para valuar instrumentos que tengan dicho riesgo de contraparte es necesario descontar a valor presente con tasas libres de riesgo al plazo en que paga el cupón más un diferencial (sobretasa) que refleje tanto el riesgo de crédito como el riesgo de liquidez.

En los mercados desarrollados existen curvas de rendimiento (libres de riesgo) o yield curve que presentan plazos hasta de 30 años. En el caso mexicano, la mayor liquidez en el mercado de dinero se registra hasta un año. Sin embargo, con la creación de la figura del "proveedor de precios", que apareció en México a finales del año 2000, actualmente se cuenta con curvas de rendimiento hasta de 20 años.

Esta curva puede ser creciente o decreciente. Existen tres teorías básicas que explican la forma que puede adquirir dicha curva, a saber: la teoría de expectativas, la teoría de segmentación de mercados y la teoría de preferencia a la liquidez.

① La teoría de expectativas consiste en que la estructura de la curva corresponde a las expectativas que tiene el mercado con respecto a tasas de interés futuras. La curva será creciente cuando el mercado espere que las tasas suban, y será decreciente si el mercado espera que las tasas bajen.

② La teoría de segmentación de mercados asume que los inversionistas operan instrumentos de deuda en ciertos rangos o períodos a efecto de minimizar su riesgo. El riesgo, por tanto, es una barrera de entrada para instrumentos con períodos específicos. Por ejemplo, empresas que tienen que invertir recursos de corto plazo en su tesorería para realizar pagos inmediatos, no invertirán en bonos de largo plazo porque dicha inversión representa mucho riesgo. Esto significa que la estructura de la curva de rendimientos se definirá de acuerdo con la oferta y la demanda de dinero y, por tanto, en función de las necesidades de inversión y de fondeo de cada participante en el mercado.

③ La teoría de preferencia a la liquidez considera que los inversionistas toman sus decisiones para adquirir bonos en el mercado de deuda en función de su riesgo y su rendimiento. Esto es, bonos de largo plazo tendrán más riesgo y, por tanto, los inversionistas exigirán un premio por ese riesgo (mayor rendimiento). El premio por riesgo explica en gran medida que la estructura de la curva de rendimientos sea creciente en la mayoría de los casos (véase el siguiente cuadro).

Estructura de tasas	Positiva	Negativa	Horizontal	Jerobada
Teoría de expectativas de mercado	Se espera que las tasas de corto plazo aumenten	Se espera que las tasas de corto plazo disminuyan	Se espera que las tasas de corto plazo permanezcan igual	Se espera que las tasas de corto plazo aumenten y después disminuyan
Teoría de preferencia a la liquidez	Premio positivo a la liquidez	Premio negativo (castigo) a la liquidez	No hay premio por liquidez	Premio positivo a la liquidez seguido de premio negativo a la liquidez
Teoría de segmentación de mercados	Exceso de oferta respecto a la demanda en largos plazos	Exceso de oferta respecto a la demanda en cortos plazos	Equilibrio entre oferta y demanda en todos los plazos	Exceso de oferta con respecto a la demanda en plazos intermedios

5.4. Tasas de interés futuras o forwards

Las tasas de interés futuras o *forwards* son aquellas que reflejan las expectativas del comportamiento de las tasas de interés en el futuro. La pregunta que se necesita responder es: ¿podemos utilizar la curva de rendimientos de tasas de interés para inferir las expectativas del mercado con respecto a futuras tasas de interés? Para responder dicha pregunta, analicemos el siguiente ejemplo.

Un inversionista desea saber qué alternativa de las siguientes es más redituable:

- Comprar un cete (bono cupón cero emitido por el gobierno federal) a un año.
- Comprar un cete a seis meses y, cuando se cumpla la fecha de vencimiento, renovar la inversión comprando otro cete a seis meses (véase la figura 5.2).

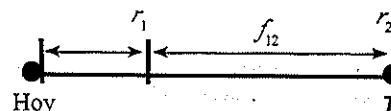


Figura 5.2

El inversionista será indiferente con respecto a las alternativas mencionadas si le proporcionan igual rendimiento o recibe la misma cantidad de dinero al final de ese año. El mercado y, por tanto, el inversionista, conoce la tasa de rendimiento que existirá desde ahora hasta dentro de seis meses, pero no conoce la tasa de rendimiento que estará disponible dentro de seis meses a un año.

A la tasa que prevalecerá dentro de seis meses a un año, se le conoce como tasa adelantada o *forward rate*. Dada la tasa de cetes a seis meses y la tasa de cetes a un año, es posible determinar la tasa que hará indiferente al inversionista entre las dos alternativas descritas. Si el valor nominal de cetes es de \$10 pesos, el inversionista recibirá dicho valor nominal al final del año. Por tanto, el precio (costo) del cete a un año será:

$$\frac{10}{\left(1 + r_2 \times \frac{t_2}{360}\right)}$$

Donde r_2 es la tasa de rendimiento de cetes a un año. Por otra parte, si el inversionista elige la alternativa b, el precio (costo) de su inversión será el siguiente:

$$\frac{10}{\left(1 + r_1 \times \frac{t_1}{360}\right) \left(1 + f_{12} \times \frac{t_{12}}{360}\right)}$$

Donde r_1 es la tasa de rendimiento de cetes a seis meses y f_{12} es la tasa futura que prevalecerá dentro de seis meses a un año. El inversionista será indiferente entre las dos alternativas si:

$$\frac{10}{\left(1 + r_2 \times \frac{t_2}{360}\right)} = \frac{10}{\left(1 + r_1 \times \frac{t_1}{360}\right) \left(1 + f_{12} \times \frac{t_{12}}{360}\right)}$$

Despejando f tenemos que:

$$f_{12} = \frac{\left[1 + r_2 \times \frac{t_2}{Base}\right] - 1}{\left[1 + r_1 \times \frac{t_1}{Base}\right]} \times \left(\frac{Base}{t_{12}}\right)$$

Donde la base se refiere a la convención utilizada en número de días (360 para el caso de México).

Para ilustrar lo anterior utilicemos las tasas de rendimiento siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Tasa de rendimiento de cetes a seis meses} &= 6.0\% \text{ anual} \\ \text{Tasa de rendimiento de cetes a un año} &= 8.0\% \text{ anual} \end{aligned}$$

Sustituyendo en la fórmula para determinar la tasa de interés *forward*, tenemos:

$$f = \frac{\left[1 + 0.08 \times \frac{360}{360}\right] - 1}{\left[1 + 0.06 \times \frac{180}{360}\right]} \times \left(\frac{360}{180}\right) = 9.71\%$$

PLAZO (días)	TASAS DE RENDIMIENTO	TASAS FORWARD
1	6.83	6.83
7	6.88	6.89
14	6.96	7.03
28	7.15	7.32
60	7.60	7.95
91	8.20	9.24
182	9.57	10.72
273	10.52	11.85
364	11.19	12.22

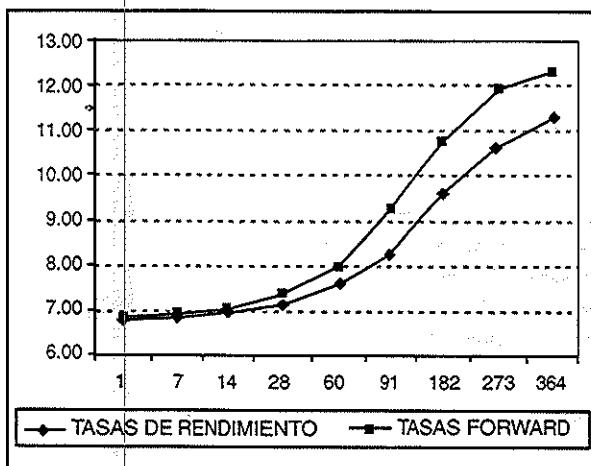


Figura 5.3

Por tanto, la tasa de interés *forward* en este ejemplo es 9.71%. Debido a que las tasas de interés *forward* se obtienen a partir de las tasas de rendimientos, también se les conoce como tasas *forward* implícitas.

En la figura 5.3 se muestra una gráfica con ambas curvas: la de rendimientos y la correspondiente a tasas forward, calculadas en una fecha determinada.

5.5. Valuación de bonos

5.5.1. Bonos cupón cero

Los bonos cupón cero son instrumentos que pagan al tenedor un monto denominado valor nominal al término del plazo del bono. No se pagan cupones durante la vida del bono. Estos bonos se cotizan y operan a descuento.

El precio se determina como el valor presente del valor nominal:

$$P = \frac{VN}{1 + r \times \frac{t}{360}}$$

O bien en función de la tasa de descuento:

$$P = VN \left(1 - r_d \times \frac{t}{360} \right)$$

Donde:

P = el precio teórico del bono.

VN = el valor nominal del bono.

r = la tasa de rendimiento al vencimiento (yield).

r_d = la tasa de descuento del bono.

La relación precio-rendimiento se aprecia en la figura 5.4 (hipérbola cuyos ejes transverso y conjugado coinciden con los ejes cartesianos).

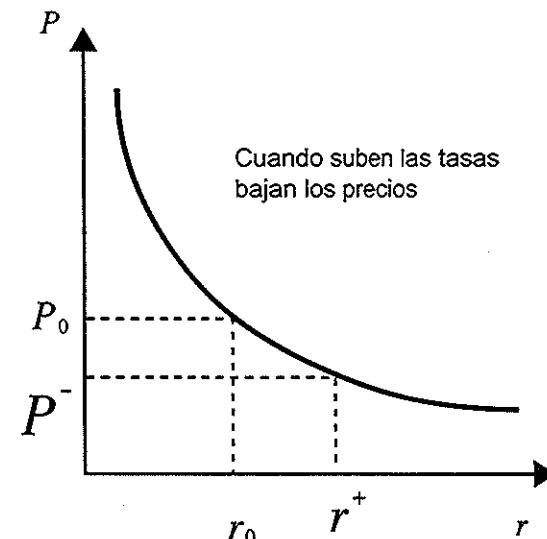


Figura 5.4 La relación precio-rendimiento

En la figura se observa que si las tasas de interés suben, el precio del bono sufre una minusvalía, y viceversa.

5.5.2. Bonos con cupones

Los bonos con cupones son instrumentos de deuda emitidos por el gobierno o por empresas privadas que prometen pagar un interés o cupón periódicamente. Al final del periodo del bono se paga un monto denominado valor nominal, además del último cupón.

El precio teórico de un bono que paga cupones es el valor presente de los flujos de efectivo del bono, a saber:

$$P = \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^n}$$

o también:

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} + \frac{VN}{(1+r)^n}$$

Donde C_t son los cupones que paga periódicamente el bono. Si el bono paga cupones a tasa fija, es decir, si los pagos de cupón son fijos, la fórmula del precio teórico también puede ser la siguiente:

$$P = \frac{C}{r} \left[1 - \frac{1}{(1+r)^n} \right] + \frac{VN}{(1+r)^n}$$

Esta fórmula sería aplicable a los bonos M que emite el gobierno federal y que pagan cupones semestralmente a tasa fija.

Por otra parte, en el mercado de dinero existe una gran demanda por instrumentos de tasa flotante o variable, es decir, instrumentos de deuda que pagan intereses, también denominados cupones periódicamente (1, 28, 91 o 182 días) en función de una tasa de referencia (cetes de 28 días, TIE de 28 días, etc.) más una sobretasa (en algunos instrumentos internacionales la sobretasa puede ser multiplicativa en lugar de aditiva a la tasa de referencia).

En México, los bonos de tasa flotante más conocidos son los BREMS (bonos de regulación monetaria), bondes (bonos de desarrollo del gobierno federal) y los bonos IPAB (Instituto de Protección al Ahorro Bancario). También se encuentran los bonos bancarios emitidos por la banca de desarrollo o por la banca comercial.

La principal característica de estos instrumentos, es que el cupón c_t , que se paga en el periodo t , se fija en el periodo $t-1$ en el momento de revisión de la tasa de referencia.

Los bonos de tasa flotante que emite el gobierno federal son títulos de crédito documentados en moneda nacional que representan obligaciones directas e incondicionales de los Estados Unidos Mexicanos de pagar una suma determinada de dinero periódicamente, así como su valor nominal, durante la vida del título. Son instrumentos colocados por el gobierno federal bajo el mecanismo de subasta y son títulos reportables (más adelante se explica la operación de reporto).

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r+s)^t} + \frac{VN}{(1+r+s)^n}$$

donde:

C_t = el pago de cupón (usualmente cada 28, 91 o 182 días).

r = la tasa de rendimiento de referencia del bono.

s = la sobretasa del bono.

VN = el valor nominal del bono pagadero al vencimiento del papel.

n = el número de pagos de cupón.

5.6. El reporto

El reporto (*repo*) es una operación que se realiza en el mercado de dinero, en la cual se combinan dos operaciones: una venta de valores y, simultáneamente, el acuerdo de la recompra de esos valores tanto en una fecha futura como a un precio previamente acordado. El par de operaciones contrarias (compra de valores y simultáneamente el acuerdo de venderlos en una fecha futura) se conoce como compra de reporto (*reverse repo*).

Los términos de reporto (*repos*) y compra de reporto (*reverse repos*) se refieren simplemente a dos lados de la misma transacción: cuando una parte opera un reporto, la contraparte necesariamente opera una compra de reporto. Sin embargo, ambos términos se utilizan para entender la intención de las contrapartes que intervienen en la operación. La parte que realiza el reporto tiene la intención de pedir prestado efectivo, y la contraparte tiene la intención de invertir su dinero en valores que le proporcionen un rendimiento.

Por ese motivo, el reporto también puede entenderse como una operación de préstamo: el inversionista que compra en reporto un bono, en realidad está realizando un préstamo al vendedor del bono en reporto teniendo como garantía el

propio bono, y al término del plazo del reporto, volverá a obtener su dinero en efectivo más un premio, a cambio de devolver la garantía o colateral (el bono) al vendedor del reporto.

Adicionalmente, los vendedores del reporto deben entregar a su contraparte un margen o colateral para proteger al comprador del riesgo de variabilidad del precio del bono que se registre al término de la operación de reporto. Estos márgenes pueden ser entregados en efectivo o en valores distintos a los que fueron materia del reporto.

Para determinar el margen que se realiza en efectivo se aplica un factor de aforo establecido en el mercado y que está en función del título materia del reporto y del plazo de vencimiento de dicho título. Por ejemplo, si se vende en reporto a 30 días un bono M que tiene de plazo al vencimiento 5 años y su precio es de \$100 (se vende a la par con su valor nominal), y el aforo aplicable a este instrumento es de 2%, entonces el valor del colateral será de \$2.0. Esto significa que el vendedor del reporto le entregará al comprador los títulos en garantía y adicionalmente \$2.0 de colateral en efectivo, para protegerlo contra una posible minusvalía de dichos títulos.

Sin embargo, el vendedor del reporto puede entregar el margen con valores en lugar de efectivo. En nuestro ejemplo, suponga que ahora la garantía se constituye con cetes de 91 días. En este caso, el aforo aplicable es de 0.50% y, por tanto, el vendedor entregará al comprador \$2.01 en cetes de 91 días constituidos en garantía (es decir, $\$2.0 + \$2.0 \times 0.005 = \$2.01$).

Si durante la vida del reporto el valor del título aumenta como consecuencia de una baja en las tasas de interés, el comprador del reporto liberará parte de las garantías. En nuestro ejemplo, si al día siguiente del reporto el título tiene un valor de \$101, el comprador entregará al vendedor \$1.0 del margen o colateral.

El margen se entrega al día siguiente de haber pactado el reporto y está calculado a través de la metodología de Valor en Riesgo considerando 5 días de horizonte. [1]

La figura 5.5 ejemplifica un reporto.

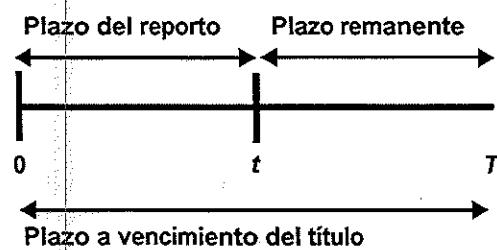


Figura 5.5 Un reporto

Para entender mejor la figura del reporto, veamos el siguiente ejemplo: un inversionista institucional (banco o casa de bolsa) participa en la subasta de mercado primario semanal que lleva a cabo el Banco de México y compra cetes con valor nominal de \$10 cada uno, que tienen como plazo 180 días (periodo del bono). Posteriormente, el inversionista vende en reporto a otros participantes del mercado dichos cetes a un plazo de salida o del reporto de 7 días a una tasa de rendimiento menor que la que pactó en la subasta primaria, obteniendo una ganancia por el diferencial entre la compra y la venta.

5.7. Medidas de riesgo de tasas de interés

5.7.1. Duración

El concepto de "duración" es muy útil en mercado de dinero, especialmente como un indicador de riesgo. Su definición es la siguiente: la duración es el cambio en el valor de un bono o instrumento de deuda cuando se registra un cambio en las tasas de interés del mercado. Matemáticamente es la derivada del precio con respecto a la tasa de interés. La expresión para determinar la duración se deduce a continuación. Como se mencionó anteriormente, el precio de un bono tiene la siguiente expresión: [2]

$$P = \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^n}$$

donde C_i son los cupones del bono, r es la tasa de rendimiento y VN es el valor nominal.

La derivada del precio con respecto a la tasa de interés es la siguiente:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{C_1}{(1+r)^2} - \frac{2C_2}{(1+r)^3} - \frac{3C_3}{(1+r)^4} - \dots - \frac{nC_n}{(1+r)^{n+1}} - \frac{n \times VN}{(1+r)^{n+1}}$$

Dividiendo la ecuación de ambos lados entre el precio, tenemos:

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dr} = -\frac{1}{1+r} \left[\frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{3C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{nC_n}{(1+r)^n} + \frac{n \times VN}{(1+r)^{n+1}} \right] \frac{1}{P}$$

A esta expresión se le conoce con el nombre de "duración modificada," y a la expresión que se encuentra dentro del corchete multiplicado por $1/P$ se le conoce como "duración de Macaulay".

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dr} = \text{dur. modificada} = D^m$$

$$D^m = \frac{\text{dur. Macaulay}}{1+r}$$

o también

$$\text{dur. Macaulay} = -\frac{1}{P} \left[\sum_{t=1}^n \frac{tC_t}{(1+r)^t} + \frac{n \times VN}{(1+r)^n} \right]$$

De la expresión de la duración modificada podemos despejar $\frac{dP}{P}$ como sigue:

$$\frac{dP}{P} = D^m \times dr$$

Esta expresión también la podríamos interpretar de la siguiente manera:

$$\text{Cambio (\%)} \text{ del precio} = D^m \times \text{cambio (\%)} \text{ en la tasa de int.} \times 100$$

De tal suerte que si las tasas de interés suben 1% (100 puntos base), el bono sufriría una pérdida porcentual igual a la duración modificada: [3]

$$\text{Cambio (\%)} \text{ del precio} = D^m \times .01 \times 100 = D^m$$

Así, la duración modificada se define como el cambio porcentual en el precio del bono cuando las tasas cambian 1% (100 puntos base).

Por ejemplo, si un bono tiene una duración de 3.5 años y las tasas suben 1%, dicho bono sufrirá una pérdida de 3.5%. De esta manera, conociendo la duración modificada del bono es posible identificar de manera inmediata la pérdida no realizada de este instrumento por cada 100 puntos base.

Para un bono cupón cero, la fórmula de la duración modificada es la siguiente:

$$D^m = \frac{\text{plazo}}{1+r \times \frac{\text{plazo}}{360}}$$

5.7.2. Convexidad

La convexidad es una propiedad de los instrumentos de renta fija. Cuando los cambios en las tasas de interés son muy grandes (alta volatilidad), como en el caso del mercado mexicano, la duración del bono no es suficiente para cuantificar la pérdida potencial derivada de dicha posición. En estos casos es necesario adicionar el efecto de la convexidad a dicha pérdida.

Para entender el concepto de convexidad, obsérvense las figuras 5.6 y 5.7; en la primera el bono tiene baja convexidad, y en la segunda registra alta convexidad.

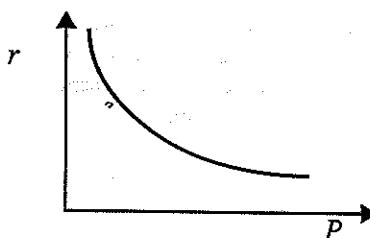


Figura 5.6 Baja convexidad

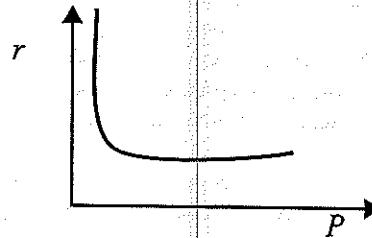


Figura 5.7 Alta convexidad

Matemáticamente, la convexidad expresada en cambio porcentual se determina con la segunda derivada del precio del bono con respecto a la tasa de interés de la siguiente manera: [4]

$$C = \frac{1}{P} \frac{d^2P}{dr^2} \quad \frac{dP}{P} = \frac{1}{2} C(dr)^2$$

Desarrollando la segunda derivada del precio con respecto a la tasa de interés, la expresión de la convexidad es la siguiente:

$$C = \frac{1}{P} \left[\sum_{t=1}^n \frac{t(t+1)C_t}{(1+r)^{t+2}} + \frac{n(n+1) \times VN}{(1+r)^{n+2}} \right]$$

Ejemplo numérico: considere un bono M que expira dentro de 10 años, paga un cupón semestral y cuya tasa cupón es 9% anual, y que además tiene un rendimiento del 9% anual (es decir, se vende a la par).

En el siguiente cuadro se observa que la duración modificada es de 6.50 años y la convexidad de 294.92. [5]

Futuros de tasas de interés

Bono M10		Precio del bono =	100.00	
Plazo a vencimiento:	10	años		
Pagos de cupón:	Semestrales	Duración Macaulay =	13.59 semestres	
Tasa cupón:	9.0%	anual	Duración Macaulay = 6.00 años	
Valor nominal:	100.00		Duración modificada = 13.01 semestres	
Tasa de rendimiento:	9.0%	anual	Duración modificada = 6.50 años	
		Convexidad =	1179.68 semestral	
		Convexidad =	294.92 anual	
<hr/>				
Periodos	Pagos de Cupón	VPN flujos	VPN de: t Ct	VPN de: t (t + 1) Ct
1	\$ 4.50	4.306	4.3062	9.4050
2	\$ 4.50	4.121	8.2416	29.4847
3	\$ 4.50	3.943	11.8300	61.6230
4	\$ 4.50	3.774	15.0941	107.3267
5	\$ 4.50	3.611	18.0551	168.2346
6	\$ 4.50	3.456	20.7332	246.1272
7	\$ 4.50	3.307	23.1471	342.9372
8	\$ 4.50	3.164	25.3147	460.7606
9	\$ 4.50	3.028	27.2526	601.8685
10	\$ 4.50	2.898	28.9767	768.7199
11	\$ 4.50	2.773	30.5018	963.9747
12	\$ 4.50	2.653	31.8418	1,190.5098
13	\$ 4.50	2.539	33.0099	1,451.4286
14	\$ 4.50	2.430	34.0183	1,750.0880
15	\$ 4.50	2.325	34.8786	2,090.1050
16	\$ 4.50	2.225	35.5018	2,475.3811
17	\$ 4.50	2.129	36.1980	2,910.1199
18	\$ 4.50	2.038	36.6768	3,398.8488
19	\$ 4.50	1.950	37.0473	3,946.4411
20	\$104.50	43.330	866.6036	105,850.1286
Suma:		100.00	1,359.33	128,823.51

Lo anterior significa que por cada 1% de aumento en la tasa de interés, el cambio en el precio del bono será:

$$\Delta\%P(\text{duración}) = -D'' \times 0.01 \times 100 = -6.50 \times 0.01 \times 100 = -6.50\%$$

$$\Delta\%P(\text{convexidad}) = \frac{1}{2} \text{conv.} \times (0.01)^2 \times 100 = \frac{1}{2} \times 294.92 \times 0.0001 \times 100 = 1.47\%$$

Por tanto, el cambio en el precio total será = $-6.50\% + 1.47\% = -5.02\%$.

Nótese que la convexidad siempre es positiva y es buena en la medida en que es un "amortiguador" contra las pérdidas debidas a los incrementos en las tasas de interés. La duración en cambio es negativa y, a mayor duración, mayor riesgo en el bono.

En la figura 5.8 se aprecia el cambio porcentual por duración y por convexidad en un bono cuando las tasas de interés suben en 100 puntos base (1%).

Futuros de tasas de interés

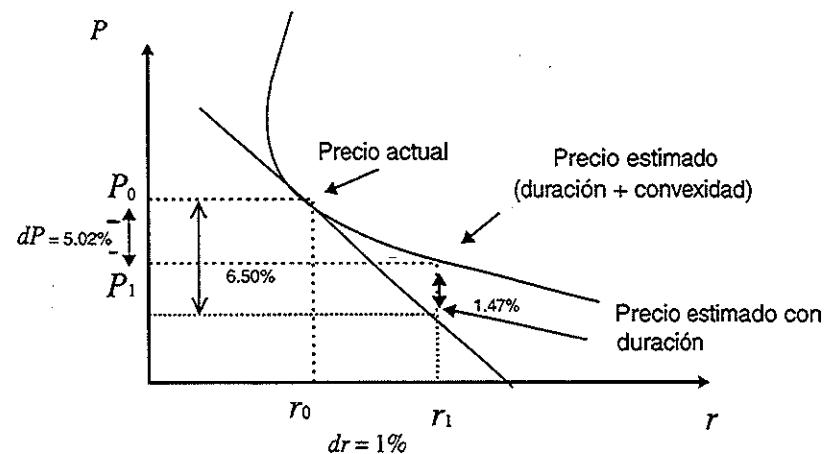


Figura 5.8 Efecto de la duración y convexidad de un bono

5.8. Futuros de tasas de interés

Un futuro de tasas de interés es un contrato suscrito entre dos partes mediante el cual ambas partes se encuentran motivadas a cubrirse por posibles pérdidas por movimientos en las tasas de interés, o bien, a especular por movimientos en dichas tasas.

El agente económico que desea cubrirse debe tener una exposición al riesgo de tasas de interés y, por tanto, desea obtener una protección ante un movimiento en las tasas. Una vez que dicho agente compre o venda contratos de futuros de tasas de interés, el riesgo de pérdida por movimientos en tasas debe quedar reducido o eliminado.

El especulador, por su parte, no tiene una exposición al riesgo de tasas hasta que compra o vende un contrato de futuros y desea realizar una ganancia anticipando el movimiento de tasas en el mercado.

En el mercado extrabursátil (otc: over the counter), los futuros de tasas se conocen con el nombre de FRA (forward rate agreements) y se negocian entre bancos y casas de bolsa, principalmente. Se operan vía telefónica a través de alguna empresa de corretaje (conocidas como brokers). Las dos partes del FRA pueden ser un cliente y el banco, o dos bancos entre sí.

En el MexDer se han listado varios contratos de futuros de tasas de interés; se refieren principalmente a los siguientes subyacentes: TME de 28 días, cetes de 91 días y bonos de tasa fija (conocidos en el mercado como M3 y M10).

5.8.1. Valuación de futuros de bonos cupón cero

En el MexDer, los contratos de futuros que tienen bonos cupón cero como subyacentes son los futuros de TME de 28 días y los futuros de cetes de 91 días.

El valor teórico de un futuro de TME o de cetes listados en MexDer es el siguiente:

$$F = \left[\frac{\$100,000}{1 + r_f \times \frac{t}{360}} \right] \times \text{No. Ctos}$$

Donde:

F = el valor teórico del futuro del bono cupón cero.

r_f = la tasa forward.

t = el plazo del subyacente (28 días para TME o 91 días para cetes).

No. ctos = el número de contratos.

Ejemplo: sean 10 contratos de futuro de TME de 28 días listado en MexDer. El plazo del contrato de futuro es de 91 días y las tasas de interés de la curva de cupón cero de TME son las siguientes:

TME 28 días = 6.3%

TME 91 días = 6.6%

TME 119 días = 6.9%

Calculando la tasa forward se tiene que:

$$r_f = \left[\frac{1 + r_{119} \times \frac{119}{360} - 1}{1 + r_{91} \times \frac{91}{360}} \right] \times \frac{360}{28} = \left[\frac{1 + 0.069 \times \frac{119}{360} - 1}{1 + 0.066 \times \frac{91}{360}} \right] \times \frac{360}{28} = 7.75\%$$

El valor de mercado teórico de la posición es el siguiente:

$$F = \left[\frac{\$100,000}{1 + 0.0775 \times \frac{28}{360}} \right] \times 10 = \$994,008.34$$

5.8.2. La modalidad de cadenas de futuros o engrapados

Es importante destacar que en el MexDer existe una modalidad de operación denominada "engrapados", la cual consiste en presentar una sola postura para operar un contrato con varias fechas de vencimiento sucesivas al mismo precio y de manera simultánea.

La operación de engrapado permite, por ejemplo, fijar una tasa de interés durante un período determinado con una similitud operativa a un swap de tasas de interés.

Al comprar, por ejemplo, los siguientes doce vencimientos de futuros de TME, se puede replicar la posición que se obtendría al haber recibido la tasa fija y pagado la TIE en un swap de tasas de interés por un período de doce meses, conocido como IRS (interest rate swap).

Existen muchos motivos para participar en un engrapado, a saber: disminuir el costo de fondeo, cubrir riesgos de tasas de interés, aumentar el rendimiento de un portafolios, crear activos que no se pueden obtener de otra manera y especular en el mercado de tasas de interés tomando posiciones direccionales.

5.8.3. Forward rate agreements (FRA)

En esencia, un FRA es un acuerdo entre dos partes, una de las cuales es el comprador del FRA y la otra el vendedor. Al final del contrato, y dependiendo del comportamiento de las tasas de mercado, una de las partes realizará un pago a su contraparte.

Cabe señalar que el día de liquidación acordado, las contrapartes se liquidarán la diferencia entre la tasa originalmente pactada y la tasa que prevalezca en el mercado cuando el FRA llegue a vencimiento. A continuación se muestra la fórmula aplicable:

$$\text{Importe} = \frac{(r_m - r_c) \times A \times \frac{\text{Días}}{\text{Base}}}{1 + \left(r_m \times \frac{\text{Días}}{\text{Base}} \right)}$$

donde:

r_m = la tasa de interés de mercado de referencia.

r_c = la tasa de interés acordada en el contrato.

Días = el número de días establecido en el contrato del FRA.

Base = la convención del número de días por año (360).

A = el monto del contrato.

Un ejemplo podría servir para entender el proceso de cobertura.

Una empresa tendrá necesidad de financiamiento de 10 millones de pesos dentro de un mes y por un plazo de tres meses. Por simplicidad, consideremos que el préstamo se realizará a la tasa TIE. Consideremos también que la TIE de 28 días se encuentra en 15% anual, pero la empresa tiene la preocupación de que dicha tasa suba en los próximos meses. Si no se hace operación alguna, tendrá que enfrentar el riesgo de alza de tasas de interés en el mercado.

Para protegerse contra dicho riesgo, la empresa pactará un FRA para cubrir el periodo de tres meses, dentro de un mes (en el mercado, éste es un FRA 1 × 3). La tasa acordada que el intermediario financiero le fija a la empresa es del 15.5%. A esta tasa estaría la empresa asegurando su costo de financiamiento. Cabe señalar que en el momento de pactar la compra del FRA no existe intercambio de dinero entre las partes.

Ahora supongamos que la preocupación de la empresa estaba fundada y que la tasa de interés (TIE) efectivamente subió en un mes y ya se encuentra en 17% anual. A pesar de la compra del FRA, la empresa se financiará en el mercado al 17% por un plazo de tres meses. Esto es, la empresa tendrá que pagar intereses por dicho préstamo de \$425,000 pesos. Sin embargo, gracias a que adquirió el FRA, recibirá de su contraparte la cantidad de \$37,500 pesos para compensar la diferencia del 1.5% en la tasa de interés.

En nuestro ejemplo, el pago que haría el vendedor del FRA a la empresa sería el siguiente:

$$\text{Importe} = \frac{(0.17 - 0.155) \times 10'000,000 \times \frac{90}{360}}{1 + (0.17 \times \frac{90}{360})} = 35,971.22$$

Obsérvese que la diferencia de 37,500 pesos contra el resultado de la fórmula arriba señalada, se refiere al valor presente de dicha cantidad para ser pagada al inicio del contrato (esta modalidad se conoce en el mercado como *in advance*) y no al término del mismo.

5.8.4. Futuros de bonos M

Los bonos M son instrumentos de deuda de largo plazo emitidos por el gobierno federal que pagan cupones semestrales con tasa fija y el valor nominal al vencimiento. Por ejemplo, bono M3 significa que el plazo de vencimiento es a 3 años; bono M10 significa que el plazo de vencimiento es a 10 años, y así sucesivamente.

En el MexDer se han listado contratos de futuros del bono M3 y del bono M10 en virtud de la alta liquidez y profundidad alcanzada en el mercado de dinero. Su éxito se debe a la creciente participación de inversionistas institucionales como

afores, aseguradoras, fondos de pensiones y sociedades de inversión, además de los bancos y las casas de bolsa.

De todos los productos listados en MexDer, los bonos M3 y M10 son los de duración más larga y permiten la cobertura sobre este subyacente. El contrato con mayor liquidez es el de bonos M10, por lo que nos referiremos a éste en lo sucesivo.

El contrato de futuros de M10 ampara la cantidad de 1000 bonos, los cuales equivalen a un valor nominal de \$100 (cien pesos), cuyos vencimientos se dan en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre por los próximos tres años, siendo la fecha de vencimiento el último día hábil del mes de vencimiento de la serie. Al vencimiento del futuro, el tenedor de la posición corta cuenta con una canasta de bonos entregables y, el periodo de entrega es de aproximadamente 20 días durante el mes de vencimiento de la serie.

5.8.5. Factores de conversión

Los factores de conversión son una herramienta para hacer equivalentes bonos con diferentes cupones y plazos de vencimiento, de manera que el vendedor de contratos de futuros pueda comparar la canasta de bonos de la que tiene que elegir para realizar la entrega al comprador de contratos y cumplir su compromiso al vencimiento del contrato. El propósito fundamental es minimizar las posibles distorsiones de precios en el mercado.

Los factores de conversión hacen que dos flujos de tasa de cupón diferentes en el tiempo tengan la misma tasa de retorno (*yield*).

Para calcular el precio futuro del bono M10, el MexDer calcula un bono teórico, el cual tiene como fecha de emisión el día del vencimiento del contrato para cada serie; el valor nominal es de cien mil pesos, paga una tasa cupón de 9.0%, y el vencimiento es de diez años desde la fecha de emisión. Para cada nivel de precio del contrato de futuro se tendrá una tasa de rendimiento, pero es necesario analizar el proceso de entrega de los bonos de la canasta para determinar el *cheapest to deliver* (CTD).

5.8.6. Proceso de entrega de bonos M al vencimiento del contrato de futuros

Para contratos de bonos listados en mercados organizados (MexDer, CBOT, CME, etc.), el participante con posición corta tiene que entregar los bonos al vencimiento del contrato, de tal suerte que se cumplan las condiciones estipuladas en dicho contrato.

Al utilizar una canasta de bonos entregables, se amplía el universo de bonos con características comunes en un solo contrato estandarizado. El bono a entregar será el más barato (*cheapest to deliver*) de los bonos contenidos en la canasta de bonos entregables.

5.8.7. Valuación del futuro del bono M

Se puede determinar el precio del futuro del bono como el precio del bono actual, más el costo de financiamiento, menos el beneficio por mantener el bono.

Es posible aproximar el precio del futuro como:

$$\text{Precio futuro} \approx \text{precio hoy} \times \left(1 + \text{fondeo} \times \frac{\text{días}}{360}\right) - \text{intereses } (i - j)$$

donde:

i = vencimiento del contrato de Futuro.

j = días posteriores al último cupón pagado durante la vigencia del contrato de futuro.

Ejemplo: asuma que el 27 de abril de 2004 se deseaba calcular el precio teórico del contrato de futuros de bonos M10 que vencia en diciembre de 2004.

Asuma también que la canasta de bonos entregables estaba compuesta por lo siguiente:

Emisión	M10-121220	M10-131219
Tasa cupón	9.00%	8.00%
Tasa rendimiento	8.97%	9.27%
Días por vencer	3159	3523

Los pasos a seguir para el cálculo del precio teórico son los siguientes:

- Se determina el precio de cada uno de los bonos M10 mediante el valor presente de los flujos de efectivo del bono. [6]
- Al precio del bono se le resta el valor presente de los cupones pagados durante la vida del contrato de futuros.
- Se determina el precio futuro incorporando el costo de financiamiento de la siguiente manera:

$$\text{Precio futuro} = \text{Precio actual} \times \left(1 + r_{\text{fondeo}} \times \frac{\text{días}}{360}\right)$$

- Se calculan los intereses devengados desde la fecha del último cupón pagado durante la vida del contrato de futuros y el vencimiento de dicho contrato.
- Al precio futuro se le restan los intereses devengados que se calcularon en d). Por tanto, se tiene que:

$$\text{Precio futuro} = \text{precio actual} \times \left(1 + r_{\text{fondeo}} \times \frac{\text{días}}{360}\right) - \text{Int}(i - j)$$

✓ El precio futuro se obtiene de dividir el precio anterior entre el factor de conversión:

$$F = \frac{P_{\text{futuro}}}{f}$$

Donde:

F = el valor del contrato de futuro.

P_{futuro} = el precio calculado en el inciso e).

f = el factor de conversión.

En la figura 5.9 se presentan los cálculos para el primer bono.

Valor nominal =	100
Tasa cupón =	9
Tasa yield =	8.97
Vencimiento =	20/12/2012
Días por vencer =	3,159
Tasa de fondeo =	6.49%

Número de cupón	Fecha de pago	Días de cupón	Días por vencer	Flujo	Valor presente del flujo
0	27/07/2004				
1	01/07/2004	182	65	4.55	4.4785
2	30/12/2004	182	247	4.55	4.2842
3	30/06/2005	182	429	4.55	4.0984
4	29/12/2005	182	611	4.55	3.9206
5	29/06/2006	182	793	4.55	3.7505
6	28/12/2006	182	975	4.55	3.5878
7	28/06/2007	182	1157	4.55	3.4322
8	27/12/2007	182	1339	4.55	3.2833
9	26/06/2008	182	1521	4.55	3.1408
10	25/12/2008	182	1703	4.55	3.0046
11	25/06/2009	182	1885	4.55	2.8742
12	24/12/2009	182	2067	4.55	2.7495
13	24/06/2010	182	2249	4.55	2.6303
14	23/12/2010	182	2431	4.55	2.5162
15	23/06/2011	182	2613	4.55	2.4070
16	22/12/2011	182	2795	4.55	2.3026
17	21/06/2012	182	2977	4.55	2.2027
18	20/12/2012	182	3159	104.55	45.4181

Precio =	103.0613
Valor presente	
Cupones =	8.7627
Diferencia =	94.3186
Precio bruto	
Acreno =	94.36080
Intereses devengados al vencimiento =	0.025
Precio limpio al vencimiento	94.33580
Factor de conversión	0.999995
Precio futuro	94.336

← 1 día entre el último cupón y el vencimiento del futuro

Figura 5.9 Cálculos para el primer bono

Si la tasa de fondeo es de 6.49%, el precio del bono al 31 de diciembre fue de 94.3608 pesos. Como hubo 248 días entre el 27 de abril y el 31 de diciembre de 2004, se devengaron intereses entre el 30 y 31 de diciembre por 0.0250 pesos, de forma que el precio futuro fue 94.3358 pesos

$$94.3358 = 94.3608 - 0.0250$$

El factor de conversión es de 0.999995; entonces se divide el precio entre el factor, resultando un precio de 94.3360 pesos.

$$94.3360 = \frac{94.3358}{0.999995}$$

En la figura 5.10 se presentan los cálculos para el segundo bono.

Valor nominal =	100
Tasa cupón =	6%
Tasa Yield =	9.27
Vencimiento =	19/12/2013
Días por vencer =	3.523
Tasa de fondeo =	6.49%

Número de cupón	Fecha de pago	Días de cupón	Días por vencer	Flujo	Valor presente del flujo
0	27/04/2004				
1	01/07/2004	182	65	4.0444	3.8788
2	30/12/2004	182	247	4.0444	3.8007
3	30/06/2005	182	429	4.0444	3.6306
4	29/12/2005	182	611	4.0444	3.4680
5	29/06/2006	182	793	4.0444	3.3128
6	28/12/2006	182	975	4.0444	3.1645
7	28/06/2007	182	1.157	4.0444	3.0228
8	27/12/2007	182	1.339	4.0444	2.8875
9	26/06/2008	182	1.521	4.0444	2.7582
10	25/12/2008	182	1.703	4.0444	2.6347
11	25/06/2009	182	1.885	4.0444	2.5169
12	24/12/2009	182	2.067	4.0444	2.4041
13	24/06/2010	182	2.249	4.0444	2.2985
14	23/12/2010	182	2.431	4.0444	2.1937
15	23/06/2011	182	2.613	4.0444	2.0955
16	22/12/2011	182	2.795	4.0444	2.0017
17	21/06/2012	182	2.977	4.0444	1.9121
18	20/12/2012	182	3.159	4.0444	1.8265
19	20/06/2013	182	3.341	4.0444	1.7447
20	19/12/2013	182	3.523	104.0444	42.8738

Precio =	94.5240
VP cupones pagados =	7.7795
Diferencia =	86.7445
Precio bruto	86.78326
Acarreo =	
Intereses devengados al vencimiento =	0.0222
Precio limpio al vencimiento	86.76104
Factor de conversión	0.938776
Precio futuro	92.419322

Figura 5.10 Cálculos para el segundo bono

Con la tasa de fondeo de 6.4981%, el precio del bono al 31 de diciembre fue de 86.7832 pesos. Como hubo 248 días entre el 24 de abril y el 31 de diciembre de 2004, se recibió por cupón 0.0222 pesos, de forma que el precio futuro fue 86.7610 pesos:

$$86.7610 = 86.7832 - 0.0222$$

El factor de conversión fue de 0.938776; entonces se divide el precio entre el factor, de lo cual resulta un precio de 92.4193 pesos:

$$92.4193 = \frac{86.7610}{0.938776}$$

Ahora se compara el valor teórico de ambos bonos para determinar cuál es el precio teórico del futuro de junio de 2004:

Bono	Valor teórico del futuro
M10-121220	94.3360
M10-131219	92.4193

Se elige el precio del bono M10-131219, ya que es el más barato (*cheapest to deliver*). Este precio, 92.4193, deberá ser el precio futuro del M10, ya que en otra circunstancia existirá un arbitraje (futuro vs contado).

Es importante destacar que un intermediario al comprar o vender el futuro del M10 tendrá un efecto muy similar a comprar o vender el bono M10. Al cubrir una posición de M10 es necesario vender contratos de futuros, por lo que al cubrir una posición de M7 o M5, se pueden utilizar futuros de M10 y de M3 para cubrir el bono con la misma duración.

Los inversionistas institucionales necesitan por su naturaleza, papeles de largo plazo, por lo que el futuro del M10 satisface dicha necesidad. Pensemos el caso de una afore que desea adquirir un bono M10 pero necesita esperar a recibir aportaciones, por lo que puede comprar futuros y asegurar el rendimiento del papel.

Notas

1. Para mayores detalles con respecto a la metodología de Valor en Riesgo, consulte el libro *Medición de riesgos financieros*, de Alfonso de Lara, 3^a edición, Editorial Limusa, capítulos 4 y 5.
2. El precio de cualquier instrumento financiero que involucre un plazo al vencimiento, está dado por el valor presente de los flujos de efectivo que presente el instrumento.
3. La duración modificada se mide siempre en años.
4. El término $1/2$ viene de una serie de Taylor, a saber:

$$\frac{dP}{P} = \frac{1}{P} \frac{dP}{dr} + \frac{1}{2} \frac{1}{P} \frac{d^2P}{dr^2} (dr)^2$$

$$\frac{dP}{P} = D^m dr + \frac{1}{2} C (dr)^2$$

5. Nótese que si los pagos son semestrales, para obtener la duración en años es necesario dividir entre 2, mientras que para obtener la convexidad en años es necesario dividir entre 4.
6. Note que la tasa de descuento se compone semestralmente de la siguiente manera:

$$VP = \frac{\text{Flujo}}{\left(1 + r_{\text{anual}} \times \frac{182}{360}\right)^{\frac{\text{días por vencer}}{182}}}$$

Opciones financieras

6.1. Definiciones

Los contratos de opciones fueron diseñados para dar mayor flexibilidad a los contratos de futuros en lo que se refiere a cobertura de riesgos. Una opción le da al tenedor el derecho pero no la obligación de comprar o vender un bien subyacente. Existen dos tipos de opciones: las de compra (*call*) y las de venta (*put*). Veamos ambas definiciones.

Una opción de compra o *call* es:

- El derecho de *comprar* en una fecha futura,
- una cantidad específica de un bien denominado subyacente,
- a un precio previamente determinado denominado: precio de ejercicio,
- durante la vigencia del contrato o en la fecha de vencimiento.

La opción *call* garantiza un derecho al tenedor de la opción pero no le impone una obligación. Sin embargo, el vendedor de la opción si tiene la obligación de cumplir con los términos del contrato.

El tenedor de la opción, por su parte, ejercerá su derecho si lo que se conoce como “valor intrínseco de la opción” es positivo. El valor intrínseco de una opción *call* es el valor máximo entre la diferencia del valor del subyacente y el precio de ejercicio, o cero. Por tanto, para que al tenedor de la opción *call* le convenga ejercer el derecho de comprar el subyacente, se debe cumplir:

$$\max(S - K, 0) > 0$$

Donde S es el valor del subyacente y K el precio de ejercicio.

Una opción de venta o *put* es:

- El derecho de *vender* en una fecha futura,
- una cantidad específica de un bien denominado subyacente,
- a un precio previamente determinado denominado: *precio de ejercicio*,
- durante la vigencia del contrato o en la fecha de vencimiento.

La opción de venta o *put* garantiza el derecho al tenedor de la opción pero no le impone una obligación. Sin embargo, el vendedor de la opción sí tiene la obligación de cumplir en los términos del contrato.

De manera semejante a la opción *call*, el "valor intrínseco" de una opción *put* es el valor máximo entre la diferencia del precio de ejercicio y el valor del subyacente, o cero. Por tanto, para que al tenedor de la opción le convenga ejercer el derecho de vender el subyacente, se debe cumplir:

$$\max(K - S, 0) > 0$$

Donde S es el valor del subyacente y K el precio de ejercicio.

De hecho se puede afirmar que los contratos de opciones son similares a los de futuros, pero con la diferencia fundamental de que en estos últimos ambas contrapartes tienen, en todo momento, la obligación de realizar la operación de compra-venta en el futuro, mientras que en el caso de las opciones, el tenedor adquiere el derecho pero no la obligación de realizar la operación en el futuro. En ese sentido, puede afirmarse que los contratos de opciones tienen más flexibilidad que en el caso de los futuros y, por tanto, son mejores.

Para adquirir una opción, el tenedor tendrá que pagar al vendedor de la misma una prima en el momento de pactar la operación, cuyo valor es muy inferior al monto nocional. [1] El vendedor, por su parte, recibirá la prima y no la devolverá al comprador en ningún caso. Si el comprador no ejerce su derecho, perderá la prima.

En las figuras 6.1 y 6.2 se muestra el perfil de pérdidas o ganancias que presentan las opciones de compra o *call*. [2]

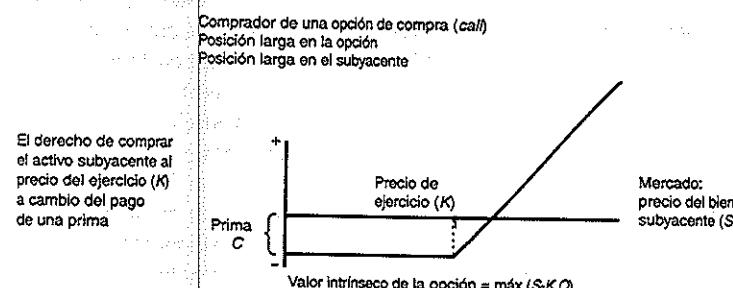


Figura 6.1

Vendedor de una opción de compra (*call*)
Posición corta en la opción
Posición corta en el subyacente

La obligación de vender el activo subyacente al precio del ejercicio (K) a cambio del cobro de una prima

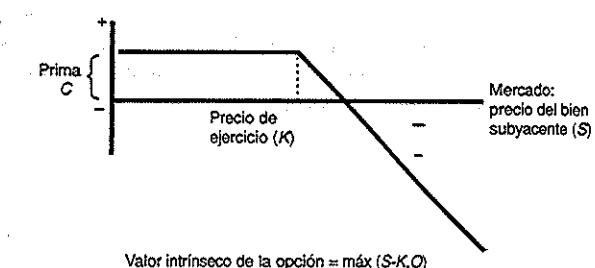


Figura 6.2

En las figuras 6.3 y 6.4 se muestra el perfil de pérdidas o ganancias que presentan las opciones de venta o *put*.

Vendedor de una opción de venta (*put*)
Posición larga en la opción
Posición corta en el subyacente

El derecho de vender el activo subyacente al precio del ejercicio (K) a cambio del pago de una prima

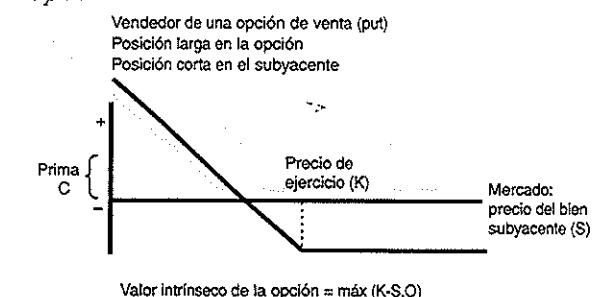


Figura 6.3

Vendedor de una opción de venta (*put*)
Posición corta en la opción
Posición larga en el subyacente

La obligación de comprar el activo subyacente al precio del ejercicio (K) a cambio del cobro de una prima

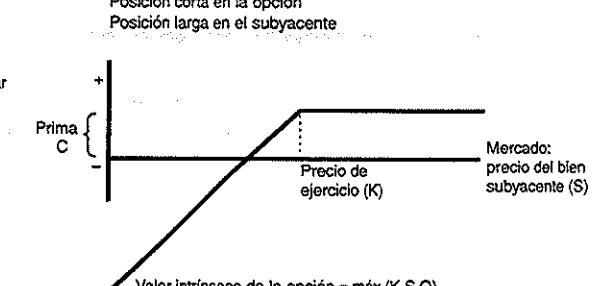


Figura 6.4

Asimismo, existen dos tipos de opciones básicas: americanas y europeas. En las opciones americanas el comprador puede ejercer su derecho en cualquier momento durante la vida de la opción, y en las opciones europeas el comprador puede ejercer su derecho únicamente hasta el vencimiento de la propia opción. [3]

Como se puede observar en las figuras 6.1 a 6.4, el comprador de la opción *call* tiene pérdidas limitadas y ganancias ilimitadas, mientras que el vendedor de la misma tiene pérdidas ilimitadas y ganancias limitadas. Por su parte, el comprador de la opción *put* tiene pérdidas limitadas y ganancias ilimitadas, mientras que el vendedor de la misma tiene pérdidas ilimitadas y ganancias limitadas.

Cuando el valor intrínseco de la opción es positivo, se dice que la opción se encuentra "dentro del dinero" (*in the money*); cuando es negativo, la opción se encuentra "fuera del dinero" (*out of the money*); y cuando el valor del subyacente coincide con el precio de ejercicio, se dice que la opción se encuentra "en el dinero" (*at the money*). Este concepto se representa en la figura 6.5.

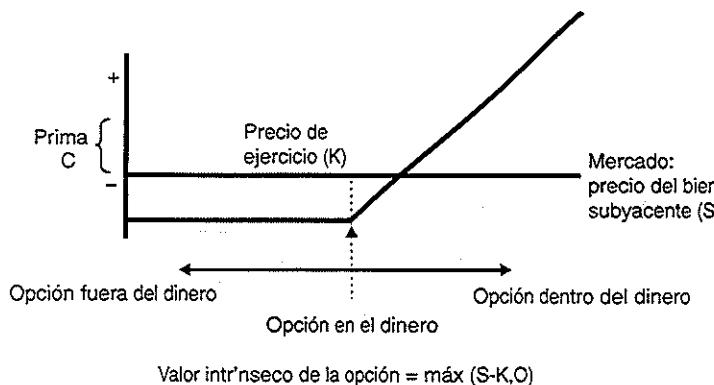


Figura 6.5

6.2. Opciones que cotizan en MexDer

En MexDer se tienen listados los contratos de opciones sobre el IPC que son opciones europeas; su liquidación es por diferencias (no hay entrega en especie), vencimientos trimestrales y en negociación electrónica.

Los contratos de opciones sobre acciones individuales son opciones americanas; su liquidación es mediante entrega física, es decir, en especie, y sus vencimientos son trimestrales.

Tanto los contratos de opciones del IPC como de acciones individuales son negociados en Mexder por vía electrónica.

Las acciones que se tienen como activos subyacentes son las siguientes: [4]

ACCIÓN	CÓDIGO
CEMEX CPO	CX
FEMSA UBD	FE
GCARSO A1	GC
TELMEX L	TX
NAFTRAC 02	NF
AMERICA MOVIL	AX
WALMEX V	WX
G MODELO C	GM
TELEVISA CPO	TV

El tamaño del contrato de opción del IPC es de 10 veces el valor del IPC, y el tamaño de los contratos para opciones de acciones individuales es de 100 veces el valor de la acción.

6.3. Liquidación del mercado de opciones

La liquidación del mercado de opciones considera dos procesos:

- La liquidación diaria del mercado, a través de la cual la Cámara de Compensación (ASIGNA) incluye en el flujo diario las cantidades correspondientes a las primas pactadas en la concertación de operaciones.
- La liquidación por el ejercicio/asignación anticipado o al vencimiento de los contratos de opciones liquidables en especie o en efectivo.

Tratándose de una opción *call* que se liquida en especie, cuando el precio del activo subyacente al cierre de la sesión de negociación es superior al precio de ejercicio de la opción pactada, el comprador puede ejercer su derecho (en cualquier momento si la opción es americana y hasta el vencimiento si es europea) de comprar el activo subyacente del contrato de opción pagando el precio de ejercicio.

Tratándose de una opción *put* que se liquida en especie, cuando el precio del activo subyacente al cierre de la sesión de negociación es inferior al precio de ejercicio de la opción pactada, el comprador puede ejercer su derecho (en cualquier momento si la opción es americana y hasta el vencimiento si es europea) de vender el activo subyacente del contrato de opción cobrando el precio de ejercicio.

Si el *call* o el *put* se liquidan en efectivo, el comprador de la opción al ejercer su derecho, recibirá el valor intrínseco de la misma, es decir, la diferencia del precio del valor subyacente y el precio de ejercicio, multiplicado por el tamaño del contrato y por el número de contratos ejercidos, mismo que será entregado por el vendedor de la opción.

6.4. Estrategias de cobertura con opciones

Existen dos estrategias básicas de cobertura con opciones: las denominadas en el mercado como *covered call* y *protective put*. El *covered call* consiste en adquirir una opción de compra cuando se tiene una posición corta en algún instrumento (bien subyacente). Véase la figura 6.6.

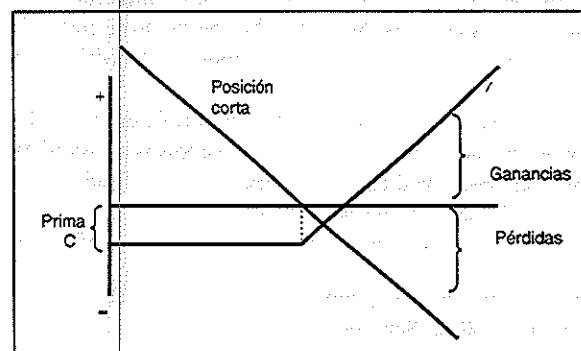


Figura 6.6 El *covered call*

El *protective put* consiste en adquirir una opción de venta cuando se tiene una posición larga en algún instrumento (bien subyacente). Véase la figura 6.7.

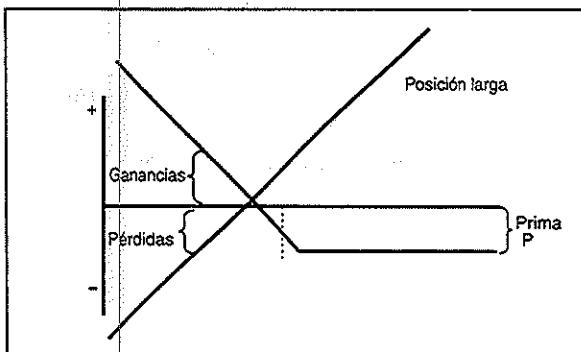


Figura 6.7 El *protective put*

6.5. Valuación de una opción

El valor de una opción antes de su vencimiento está compuesto por dos conceptos: el valor intrínseco y el valor temporal.

El valor intrínseco:

para la opción *call* = $\max(S-K, 0)$

para la opción *put* = $\max(K-S, 0)$

Donde K es el precio de ejercicio y S es el valor del subyacente.

El valor temporal estará en función de las siguientes variables: tiempo al vencimiento, volatilidad, tasa de interés libre de riesgo y dividendos.

Por tanto, el valor de la prima de la opción estará dada por la siguiente expresión:

$$\text{Prima} = \text{valor intrínseco} + \text{valor temporal}$$

Conforme la opción se aproxima al vencimiento, el valor temporal tiende a cero, como se muestra en la figura 6.8.

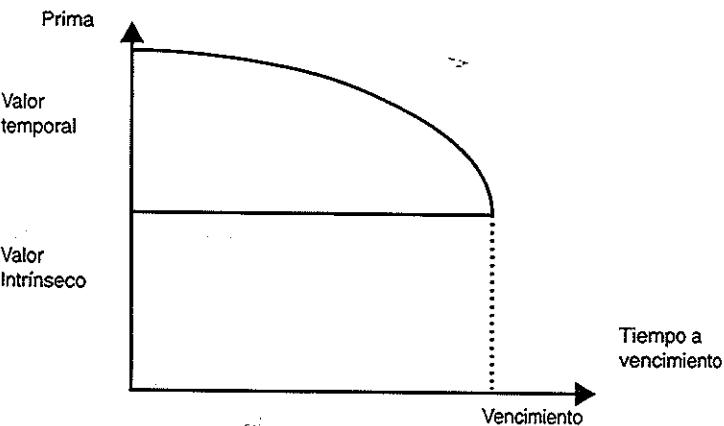


Figura 6.8

6.5.1. Modelo de Black-Scholes

Los modelos de valuación de opciones constituyen uno de los aspectos más importantes de la teoría financiera. Existen varios modelos para la valuación de opciones; el modelo de Black-Scholes asume que el comportamiento de los precios sigue una distribución lognormal. Basados en los modelos estocásticos de Wiener y el conocido lema de Ito, así como mediante argumentos de arbitraje, Fisher

Black y Myron Scholes determinaron una ecuación diferencial parcial de segundo orden cuya solución representa el precio de la opción. Este modelo es aplicable solamente para opciones europeas. A continuación se presenta la fórmula de Black-Scholes para la valuación de opciones:

$$Call = SN(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$$

$$Put = Ke^{-rt}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right]t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left[r - \frac{\sigma^2}{2}\right]t}{\sigma\sqrt{t}} = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

donde:

S = el valor del bien subyacente.

K = el precio de ejercicio de la opción.

r = la tasa libre de riesgo.

t = el periodo de la opción.

σ = la volatilidad del bien subyacente.

$N(d_1)$ y $N(d_2)$ = los valores que corresponden a la probabilidad acumulada en una curva de distribución normal estandarizada (el área bajo la curva de la figura 6.9).

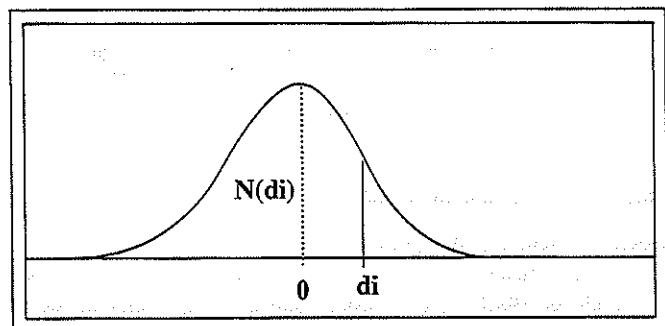


Figura 6.9

Supuestos del modelo Black-Scholes:

- a) La tasa libre de riesgo de corto plazo es conocida y es constante durante la vida de la opción.
- b) El precio del valor subyacente se comporta de acuerdo con una caminata aleatoria (*random walk*) en tiempo continuo, y la distribución de posibles valores de dicho precio es lognormal.
- c) La volatilidad de rendimientos del valor subyacente es constante durante el periodo de la opción.
- d) No se considera el pago de dividendos si el valor subyacente es una opción, o el pago de intereses si dicho subyacente es un bono.
- e) La opción es "europea", es decir, solamente puede ser ejercida al vencimiento de la opción.
- f) Es posible pedir prestada una parte del valor subyacente para comprarlo o mantenerlo, a una tasa de interés libre de riesgo de corto plazo.
- g) No hay costos de transacción en la compra o venta del subyacente o de la opción.
- h) No hay costos por realizar "ventas en corto", es decir, el vendedor del subyacente que no tiene el subyacente, simplemente acordará con el comprador un precio de dicho subyacente y estará obligado a entregarlo el día de la liquidación en una fecha futura.
- i) El activo subyacente tiene liquidez en un mercado eficiente.

A continuación se muestra un ejemplo para la valuación de una opción *call* utilizando la fórmula de Black-Scholes.

Sea una opción con un precio de ejercicio de \$35, un plazo de tres meses y la volatilidad de los rendimientos del subyacente de 10% anual. La tasa de interés libre de riesgo es del 15% anual y el valor de mercado del bien subyacente es de \$38.

En primer lugar deben calcularse los valores de d_1 y d_2 de la siguiente forma:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{38}{35}\right) + \left(0.15 + \frac{0.10^2}{2}\right) \times 0.25}{0.10 \times \sqrt{0.25}} = 2.4198$$

$$d_2 = 2.4198 - 0.10 \times \sqrt{0.25} = 2.3698$$

En las tablas de una distribución normal estandarizada se puede determinar que:

$$N(d_1) = 0.9920$$

$$N(d_2) = 0.9909$$

Por tanto, se tiene que el valor de la opción *call* es:

$$C = 0.9920 \times 38 - 35 \times 0.9909 \times e^{-0.25 \times 0.15} = 4.29$$

Nótese que se trata de una opción muy valiosa (su valor es el 11.29% del subyacente) en virtud de estar dentro del dinero. También vale la pena señalar que la probabilidad de que la opción termine dentro del dinero es: $M(d_2) = 0.9909$

Dependiendo del subyacente, existen modificaciones al modelo de Black-Scholes: para el caso de acciones que pagan dividendo, el modelo se conoce como Merton; para el caso de monedas o tipos de cambio, se denomina Garman-Kohlhagen; y para el caso de valuación de opciones de tasas de interés, el modelo es el de Black.

Un modelo alternativo para valuar opciones es el de Cox y Rubinstein, también denominado modelo binomial, que se detalla más adelante.

6.5.2. Valor de una opción de divisas.

Modelo de Garman-Kohlhagen

Para el caso particular de divisas, a continuación se presenta un modelo que es una modificación a Black-Scholes, se denomina Garman-Kohlhagen:

Opción *call*

$$C = Se^{-rt}N(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r - R + 0.5\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r - R - 0.5\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}} = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Donde:

C = el valor de la opción *call*.

S = el tipo de cambio *spot*.

K = el precio de ejercicio de la opción.

R = la tasa de interés doméstica de México (cetes al plazo de la opción).

r = la tasa de interés externa (Estados Unidos: *treasury bills* al plazo de la opción).

s = la desviación estándar de los rendimientos diarios del tipo de cambio *spot*.

$M(d_1)$ y $M(d_2)$ = el área bajo la curva de la distribución normal estandarizada. [Hay una instrucción en el programa de computación excel que da este parámetro: *normsdist(x)*.]

Opción *put*

$$P = Ke^{-rt}N(-d_2) - Se^{-rt}N(-d_1).$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r - R + 0.5\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r - R - 0.5\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}} = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Donde:

P = el valor de la opción *put*.

S = el tipo de cambio *spot*.

K = el precio de ejercicio de la opción.

R = la tasa de interés doméstica de México (cetes al plazo de la opción).

r = la tasa de interés externa (Estados Unidos: *treasury bills* al plazo de la opción).

σ = la desviación estándar de los rendimientos diarios del tipo de cambio *spot*.

$M(d_1)$ y $M(d_2)$ = el área bajo la curva de la distribución normal estandarizada. [Hay una instrucción en excel que da este parámetro: *normsdist(x)*.]

6.5.3. Valuación de opciones sobre futuros

Cuando se trata de una opción europea sobre algún futuro, también se ha propuesto una modificación al modelo de Black-Scholes. A este modelo se le conoce como el modelo de Black (1976). El supuesto básico es que los precios del bien subyacente, es decir, del contrato de futuro, siguen también una distribución lognormal, que es un supuesto para los precios de acciones. El valor de una opción de *call* y el de una opción *put* son los siguientes:

$$C = [FN(d_1) - KN(d_2)]e^{-rt}$$

$$P = [KN(-d_2) - FN(-d_1)]e^{-rt}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right) - \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Donde F es el precio del futuro, K es el precio de ejercicio, σ es la volatilidad de los precios del futuro y t el plazo de la opción. Los demás parámetros son los que se especifican en el modelo de Black-Scholes.

A continuación se muestra un ejemplo para la aplicación de la fórmula de Black.

Sea una opción *call* sobre el futuro del IPC. El periodo de la opción es de tres meses y el precio del futuro es de 9,500; el precio de ejercicio es de 9,500 y la tasa libre de riesgo es de 6% anual; la volatilidad de los precios del futuro es de 20% anual.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{9,500}{9,500}\right) + \left(\frac{0.20^2}{2}\right) \times 0.25}{0.20\sqrt{0.25}} = 0.0500$$

$$N(d_1) = 0.5199$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} = 0.0500 - 0.20 \times \sqrt{0.25} = -0.0500$$

$$N(d_2) = 0.4801$$

$$C = [9,500 \times 0.5199 - 9,500 \times 0.4801] e^{-0.06 \times 0.25} = 372.4708$$

6.5.4. Valuación de opciones de tasas de interés

El modelo de Black 76 también se puede utilizar para valuar opciones de tasas de interés. La fórmula es enteramente semejante a la mencionada anteriormente, con la salvedad de que F es la tasa *forward* y σ es la volatilidad de las tasas. A continuación se presenta un ejemplo numérico.

Sea una opción cuyo subyacente es la TME de 28 días, su plazo es de tres meses (0.25 de año), la volatilidad del subyacente es de 18% anual y el precio de ejercicio es de 9.5% anual. Asimismo, las tasas de mercado a los plazos de 1, 28, 91 y 119 días son 6.5, 7.5, 8.0 y 9.0%, respectivamente.

En primer lugar se determina la tasa de interés *forward* de 91 días hasta 119 días (91 días + 28 días):

$$F = \frac{\left[1 + 0.090 \times \frac{119}{360}\right]^{360} - 1}{\left[1 + 0.08 \times \frac{91}{360}\right]^{28}} = 12.04\%$$

Posteriormente se determina el valor de d_1 y d_2 :

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{12.04}{9.5}\right) + \left(\frac{0.18^2}{2}\right) \times 0.25}{0.18\sqrt{0.25}} = 2.6777$$

$$d_2 = 2.6777 - 0.18\sqrt{0.25} = 2.5877$$

$$N(d_1) = 0.9962$$

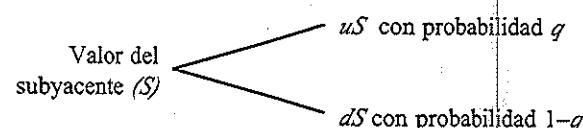
$$N(d_2) = 0.9951$$

y por tanto, el valor de la opción *call* es:

$$C = e^{-0.25 \times 0.08} [12.04 \times 0.9962 - 9.50 \times 0.9951] = 2.49$$

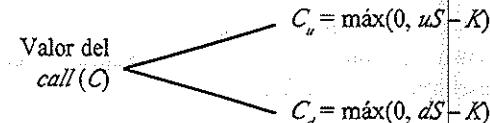
6.5.5. Modelo de Cox-Rubinstein o binomial

El modelo de Cox-Rubinstein o binomial para valuar opciones es aplicable para opciones americanas (aquellas en las que el tenedor de la opción podría ejercer su derecho en cualquier momento durante la vida del contrato), y consiste en asumir que el valor del bien subyacente (el precio de una acción, por ejemplo) se comporta bajo un proceso multiplicativo binomial en períodos discretos. El movimiento de la acción podría ser ascendente o descendente, de acuerdo con el siguiente diagrama:

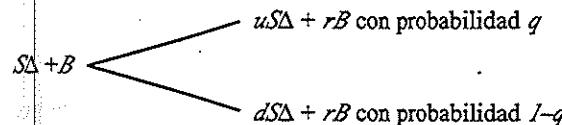


Donde u es igual a uno más el incremento porcentual del valor subyacente (precio de la acción) si éste sube, y d es igual a uno menos el decrecimiento porcentual del valor subyacente (precio de la acción) si éste baja. También se supone que la tasa de interés libre de riesgo es constante y positiva durante los períodos en estudio; y asimismo se asume que no hay pagos de impuestos ni costos de transacción.

Para valuar una opción de compra o *call* en este caso en el que solamente se tiene un solo periodo, se debe calcular el valor de dicha opción si el precio de la acción sube (C_u) o si baje (C_d), de la siguiente manera:



Donde K es el precio de ejercicio de la opción. Si ahora suponemos que formamos un portafolio que contenga un monto específico de acciones (Δ) y bonos libres de riesgo o valores gubernamentales (B), el costo de este portafolio será $S\Delta + B$, y al final del periodo se tendrá:



Donde, por razones de simplificación: $r = r_f + 1$ (r_f es la tasa libre de riesgo). Ahora bien, si igualamos los valores del portafolio al final del periodo con los valores de la opción *call*, tendriamos lo siguiente:

$$\begin{aligned} uS\Delta + rB &= Cu \\ dS\Delta + rB &= Cd \end{aligned}$$

Resolviendo simultáneamente estas ecuaciones se tiene:

$$\Delta = \frac{Cu - Cd}{(u - d)S}$$

$$y \quad B = \frac{uCd - dCu}{(u - d)r}$$

Que son los valores de Δ acciones y B bonos que replican o reproducen el comportamiento de la opción *call*. Cabe destacar que estos valores son los que evitarían que se realizaran arbitrajes en los mercados, ya que el valor de la opción no podría ser menor que el valor de la cartera $S\Delta + B$, pues en este caso un inversionista compraría la opción y vendería en corto la cartera. Si el valor de la opción fuera mayor al valor de la cartera, el inversionista compraría la cartera y vendería la opción en el mercado, realizando en ambos casos una ganancia sin riesgo o arbitraje financiero. Por este motivo se dice que los valores de Δ y B son valores de no-arbitraje.

Si lo anterior es cierto, se puede concluir que el valor de la opción *call* debe ser igual al valor de la cartera, como sigue: $C = S\Delta + B$; y sustituyendo los valores de Δ y B en esta ecuación, se tiene lo siguiente:

$$C = \frac{pCu + (1-p)Cd}{r}$$

Donde $p = \frac{a-d}{u-d}$ y $a = e^{r_f \times \Delta t}$, donde r_f es la tasa libre de riesgo (recuerde que $r = r_f + 1$). Nótese que p siempre será positivo y menor que la unidad, por lo que,

de hecho, se considera una probabilidad, es decir, p es el valor de la probabilidad q si el inversionista fuera neutral al riesgo.

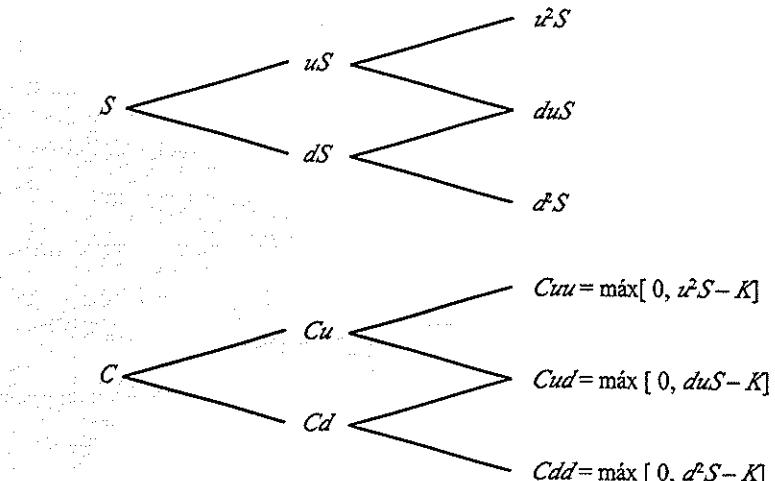
Esta fórmula tiene importantes características. Se trata del valor presente de la suma ponderada de los valores probables de la opción en el periodo uno (C_u y C_d). Asimismo, la probabilidad q no aparece en la fórmula, lo que significa que funciona aun si diversos inversionistas tienen una probabilidad subjetiva en el sentido de si el precio del bien subyacente subirá o bajará. En segundo lugar, el valor de la opción *call* no depende de la actitud del inversionista frente al riesgo y, por último, la única variable aleatoria de la que depende el valor de dicha opción es del precio del valor subyacente en sí mismo.

Para obtener los valores de u y d , proceda a aplicar las siguientes relaciones:

$$u = e^{\sigma \sqrt{\Delta t}} \quad d = \frac{1}{u}$$

en donde σ es la desviación estándar de los rendimientos del valor subyacente en un periodo de tiempo Δt .

Generalizando el modelo binomial considerando más períodos, el procedimiento es enteramente semejante. En nuestro caso, tomar dos períodos son suficientes para propósitos didácticos. En este caso, el comportamiento del bien subyacente y de la opción *call*, sería como sigue:



De manera semejante al procedimiento que se siguió para un periodo, se efectúa para dos períodos, y se obtienen las ecuaciones siguientes:

$$Cu = \frac{pCuu + (1-p)Cud}{r} \quad y \quad Cd = \frac{pCud + (1-p)Cdd}{r}$$

Que son ecuaciones muy similares a la que se obtuvo en el caso de un solo periodo; de tal manera que para n periodos se tendrían ecuaciones semejantes.

Vale la pena señalar que en el caso de opciones americanas, es necesario verificar en cada uno de los nodos de la opción lo siguiente:

$$\max(C_u, uS - K)$$

$$\max(C_d, dS - K)$$

Una vez que se ha explicado el modelo binomial, valdría la pena realizar un ejemplo.

Sea una opción del IFC cuyo precio de ejercicio es de 9,800, el valor del subyacente es de 9,600 y la volatilidad del subyacente es de 10% anual. La tasa libre de riesgo es del 8% anual y la vigencia de la opción es de tres meses (desde el 1 de enero al 31 de marzo del 2004).

En la figura 6.10 se muestra el valor de las opciones *call* y *put*, considerando cinco periodos en el árbol binomial.

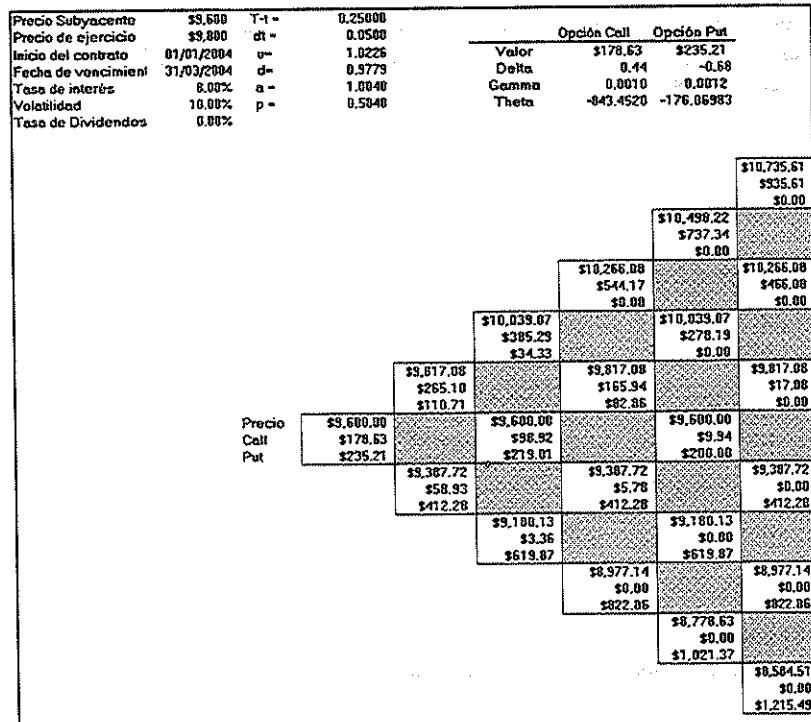


Figura 6.10

6.6. Paridad *put-call*

La paridad *put-call* es una relación muy importante en opciones, ya que permite calcular el valor de la opción de venta *put* conociendo el valor de la opción de compra *call*. Este modelo es el siguiente:

$$C + Ke^{-rt} = P + S$$

Se muestra que el valor de la opción *call* con un cierto precio de ejercicio K y cierta fecha de vencimiento t , se puede deducir el valor de una opción *put* con el mismo precio de ejercicio y misma fecha de vencimiento, y viceversa.

6.7. Medidas de sensibilidad al precio de la opción

6.7.1. Delta

La delta es el índice que mide la variación del valor de la prima de la opción ante variaciones en el precio del activo subyacente. Matemáticamente es la primera derivada de la prima con respecto al subyacente:

$$\Delta_{call} = \frac{\partial C}{\partial S} \quad \Delta_{put} = \frac{\partial P}{\partial S}$$

Representa la variación que sufre la prima ante el movimiento de una unidad en el precio del activo subyacente. Su rango de variación en términos absolutos es de 0 a 1.

Para calcular la delta de una opción *call*, se tiene, de la fórmula de Black-Scholes:

$$\Delta_c = \frac{\partial C}{\partial S} = N(d_1)$$

$0 \leq \Delta_c \leq 1$

De la misma manera, la delta de una opción *put* es la siguiente:

$$\Delta_p = \frac{\partial P}{\partial S} = N(d_1) - 1$$

$-1 < \Delta_p \leq 0$

La delta de una opción varía cuando se modifican determinadas variables que afectan el valor teórico de la propia opción, a saber:

- a) Activo subyacente.
- b) Tiempo de vencimiento.
- c) Volatilidad.

A continuación se explica cada una de ellas.

Sensibilidad de la delta ante cambios en el activo subyacente: el valor de la delta *call* tiende a +1 si el valor subyacente se incrementa, como se aprecia en la figura 6.11

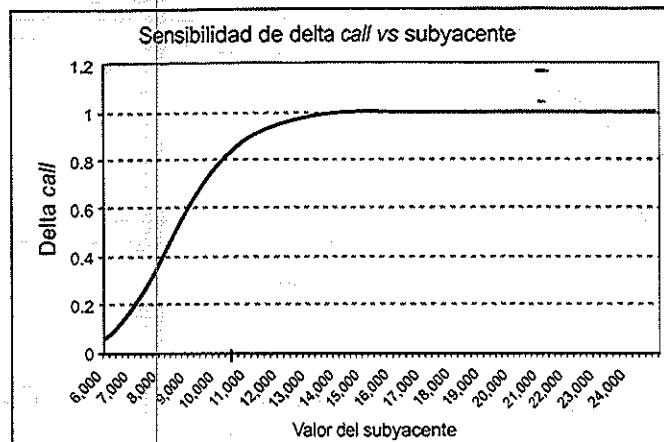


Figura 6.11

El valor de la delta *put* tiende a -1 si el valor subyacente disminuye, como se aprecia en la figura 6.12.

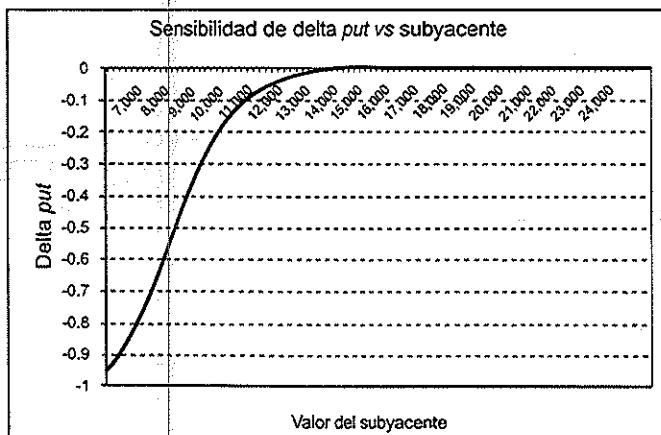


Figura 6.12

Dentro del dinero:	Fuera del dinero:	En el dinero
$S=$ 9,500	$S=$ 8,500	$S=$ 9,000
$K=$ 9,000	$K=$ 9,000	$K=$ 9,000
$t=$ 0.50	$t=$ 0.50	$t=$ 0.50
$s=$ 0.30	$s=$ 0.30	$s=$ 0.30
$r=$ 0.09	$r=$ 0.09	$r=$ 0.09

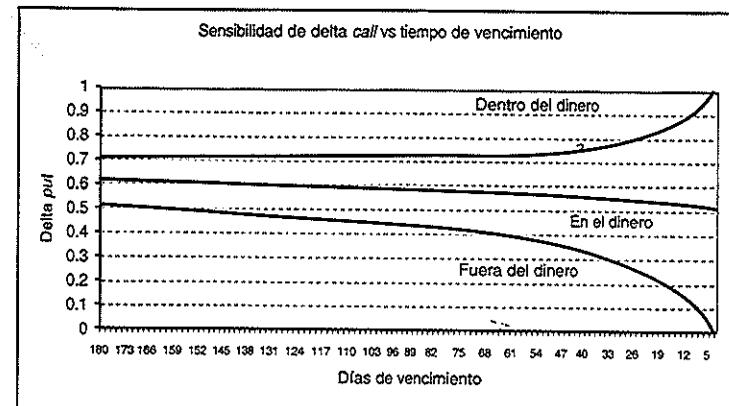


Figura 6.13

Sensibilidad de la delta ante cambios en el tiempo de vencimiento:

La Δ del *call* tiende a 1.0 si la opción se encuentra dentro del dinero.

La Δ del *call* tiende a 0.5 si la opción se encuentra en el dinero.

La Δ del *call* tiende a 0 si la opción se encuentra fuera del dinero.

En la figura 6.13 se presentan los resultados de un ejercicio en el cual se calcula la delta del *call* con los tres escenarios.

En el caso de una opción *put*, la sensibilidad de la delta al tiempo de vencimiento es la siguiente:

La Δ del *put* tiende a -1.0 si la opción se encuentra dentro del dinero.

La Δ del *put* tiende a -0.5 si la opción se encuentra en el dinero.

La Δ del *put* tiende a 0 si la opción se encuentra fuera del dinero.

De manera semejante al ejercicio que se realizó para el *call*, en el caso del *put* se representa en la figura 6.14.

Dentro del dinero:	Fuera del dinero:	En el dinero
$S= 9,500$	$S= 8,500$	$S= 9,000$
$K= 9,000$	$K= 9,000$	$K= 9,000$
$\tau= 0.50$	$\tau= 0.50$	$\tau= 0.50$
$\sigma= 0.30$	$\sigma= 0.30$	$\sigma= 0.30$
$r= 0.09$	$r= 0.09$	$r= 0.09$

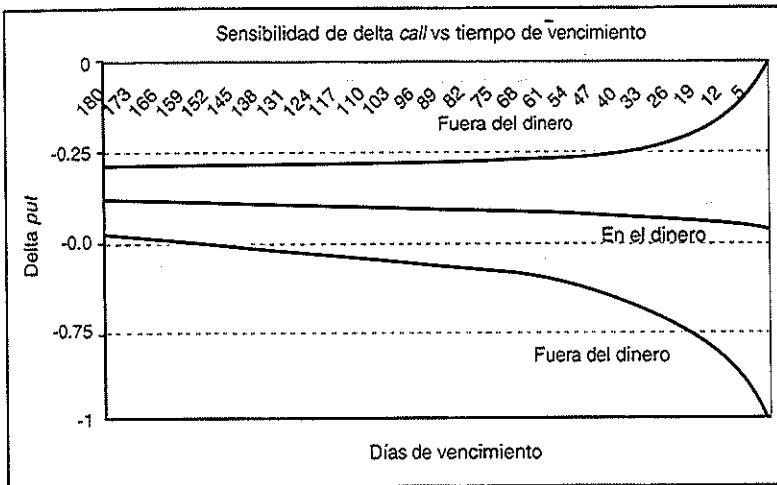


Figura 6.14

Sensibilidad de la delta ante cambios en la volatilidad del subyacente: la delta de una opción *call* parte de 1 o 0 dependiendo de si está dentro o fuera del dinero y se estabiliza. En la medida en que crece la volatilidad, en opciones *call* dentro del dinero, la delta decrece. En la figura 6.15 se muestra un ejemplo, considerando los mismos datos del ejercicio mencionado anteriormente.

En el caso de una opción *put*, la sensibilidad de la delta con respecto a movimientos de volatilidad se representa en la figura 6.16.

Dentro del dinero:	Fuera del dinero:	En el dinero
$S= 9,500$	$S= 8,500$	$S= 9,000$
$K= 9,000$	$K= 9,000$	$K= 9,000$
$\tau= 0.50$	$\tau= 0.50$	$\tau= 0.50$
$\sigma= 0.30$	$\sigma= 0.30$	$\sigma= 0.30$
$r= 0.09$	$r= 0.09$	$r= 0.09$

Figura 6.15 (Continúa)

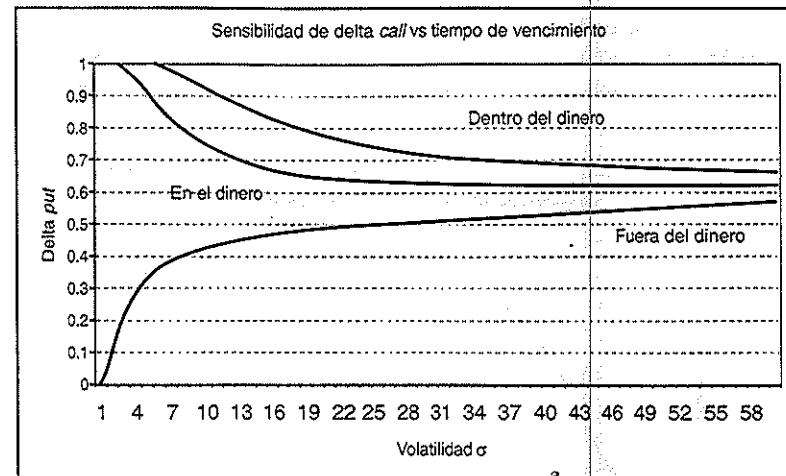


Figura 6.15 (Continuación)

Fuera del dinero:	Dentro del dinero:	En el dinero
$S= 9,500$	$S= 8,500$	$S= 9,000$
$K= 9,000$	$K= 9,000$	$K= 9,000$
$\tau= 0.50$	$\tau= 0.50$	$\tau= 0.50$
$\sigma= 0.30$	$\sigma= 0.30$	$\sigma= 0.30$
$r= 0.09$	$r= 0.09$	$r= 0.09$

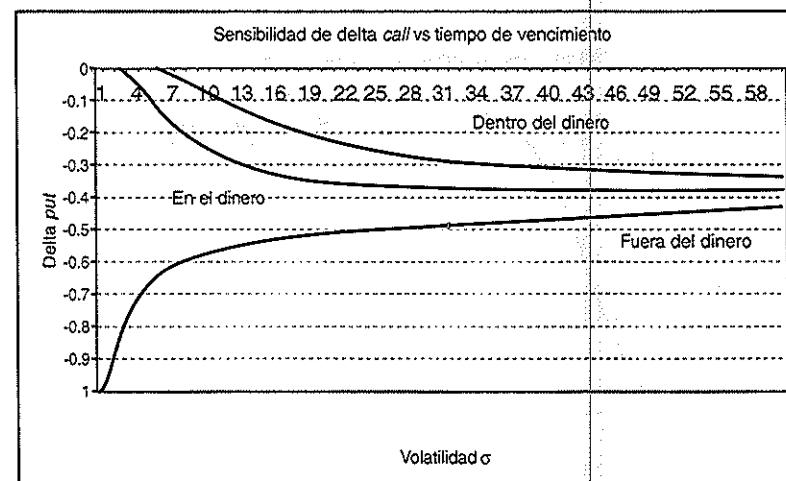


Figura 6.16

Por otra parte, la delta de una opción *call* y una opción *put* del mismo precio de ejercicio deben sumar aproximadamente 1 en valor absoluto.

Conociendo la delta de la opción es posible recalcular la prima cuando el valor del subyacente sube o baja. A continuación se muestra un ejemplo.

El IPC se encuentra en 10,000 puntos y las deltas y primas de las opciones del IPC (*call* y *put*) son las siguientes: $\Delta c = 0.55$ $C = \$20.4$; $\Delta p = -0.45$ $P = \$18.4$.

Si el IPC sube a 10,001 puntos, los nuevos valores de las primas son:

$$\Delta = \frac{\Delta \text{Prima}}{\Delta S} \quad \Delta \text{Prima} = \Delta \times \Delta S$$

$$C_1 = C_0 + \Delta \times \Delta S = 20.4 + 0.55 \times 1 = \$20.95$$

$$P_1 = P_0 + \Delta \times \Delta S = 18.4 + (-0.45) \times 1 = \$17.95$$

Si ahora el IPC se encuentra en 9,999 puntos, los nuevos valores de las primas son:

$$\Delta = \frac{\Delta \text{Prima}}{\Delta S} \quad \Delta \text{Prima} = \Delta \times \Delta S$$

$$C_1 = C_0 + \Delta \times \Delta S = 20.4 + 0.55 \times (-1) = \$19.85$$

$$P_1 = P_0 + \Delta \times \Delta S = 18.4 + (-0.45) \times (-1) = \$18.85$$

Por otra parte, la delta también es el número que expresa el equivalente de la opción en términos del activo subyacente y, por tanto, indica la razón de cobertura para lograr lo que se conoce como cobertura delta neutral:

$$\text{Razón de Cobertura} = \frac{\text{Delta de la posición a cubrir}}{\text{Delta de la opción con la que se cubre la posición}}$$

Sea el siguiente ejemplo: se requiere cubrir un portafolio de 10 contratos de futuros del IPC (posición larga) con opciones *put* y se desea saber cuántos contratos comprar para realizar el "protective put". La delta del *put* es de -0.4550 y el futuro del IPC se encuentra en 10,000 puntos.

$$\text{Razón de Cobertura} = \frac{1}{0.4550} = 2.19$$

Debido a que se tienen 10 contratos por cubrir, se requiere comprar $2.19 \times 10 = 21.9$ contratos, es decir, 22 contratos.

Si el futuro del IPC sube a 10,200 puntos y la delta del *put* es ahora de -0.3550, la nueva razón de cobertura es:

$$\text{Razón de cobertura} = \frac{1}{0.3550} = 2.81$$

Se requiere cubrir la posición con $2.81 \times 10 = 28.1$ contratos; es decir 28 contratos para estar delta neutro. Por tanto, si se habían comprado 22 contratos para mantener la cobertura delta (delta hedge), se debe rebalancear el portafolio comprando seis contratos adicionales.

6.7.2. Gamma

Debido a que la delta de la opción cambia continuamente como consecuencia de los cambios en el valor subyacente, es importante medir estos cambios. La gamma se define como la medida del cambio de la delta ante cambios en el subyacente. También se le conoce como la segunda derivada del valor de la opción con respecto al valor subyacente. De acuerdo con la fórmula de Black-Scholes es:

$$\gamma_c = \frac{\partial^2 c}{\partial S^2} = \frac{\partial \Delta}{\partial S} \quad -1 < \gamma < 0$$

$$\gamma_c = \frac{N^*(d_1)}{S \sigma \sqrt{t}} \quad \text{donde: } N^*(d_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-0.5 d_1^2}$$

La gamma es un indicador de qué tanto debe rebalancearse un portafolio para lograr una adecuada cobertura delta.

Por ejemplo, sea una opción con las siguientes características:

$$S = 100$$

$$K = 110$$

$$T = 0.5$$

$$r = 0.08$$

$$\sigma = 0.3$$

Si la delta de esta opción es $\Delta = 0.4384$, y la gamma $\gamma = 0.0186$, significa que la delta podría incrementarse en 0.0186 para alcanzar 0.4570, si el valor subyacente sube de 100 a 101:

$$\Gamma = \frac{\Delta \text{Delta}}{\Delta S} \quad \Delta \text{Delta} = \Gamma \times \Delta S$$

$$\Delta_1 = \Delta_0 + \Gamma \times \Delta S = 0.4384 + 0.0186 \times 1 = 0.4570$$

A continuación se presenta otro ejemplo: un portafolios contiene cinco opciones largas del IBC tipo *call* con los siguientes datos:

Valor del IBC = 10,000 puntos

Prima *call* = \$140.70

Delta = 0.4025

Gamma = 0.0050

Se desea calcular la delta de las opciones y la ganancia/pérdida si el IBC baja a 9,999 puntos.

Para conocer la nueva prima del *call*:

$$C_1 = C_0 + \Delta \times \Delta S = 140.70 + 0.4025 \times (-1) = \$140.29$$

La nueva delta de las opciones:

$$\Delta_1 = \Delta_0 + \Gamma \times \Delta S = 0.4025 + 0.0050 \times (-1) = 0.3975$$

La pérdida/ganancia = (\$140.29 - \$140.70) × 5 = -\$2.05.

Asimismo, para los compradores de opciones, las gammas siempre son positivas, y para los vendedores de opciones las gammas siempre son negativas.

Una gamma positiva indica que se obtienen ganancias con los ajustes o rebalances a realizar para mantener la neutralidad de delta (comprar a la baja y vender al alza), mientras que una gamma negativa indica que los ajustes o rebalances perjudican a la posición (comprar al alza y vender a la baja).

La gamma es máxima para las opciones que están en el dinero (*at the money*) y disminuye conforme las opciones entran o salen del dinero.

La evolución de la gamma conforme se aproxima a vencimiento la opción y conforme cae la volatilidad coincide: aumenta para las opciones en el dinero y disminuye para opciones dentro y fuera del dinero.

6.7.3. Theta

La theta es la sensibilidad del precio de la opción ante el paso del tiempo, es decir, es el cambio esperado en el valor teórico de la opción ante una variación de un día en el tiempo pendiente hasta el vencimiento. En la fórmula de Black-Scholes la ecuación es la siguiente:

$$\theta_c = \frac{\partial c}{\partial t} = \left[\frac{S\sigma}{2\sqrt{t}} \right] N^*(d_1) + Ke^{-rt} r N(d_2)$$

$$K_c = \frac{\partial C}{\partial K}$$

KAPPA

Los operadores de opciones rara vez calculan la theta, prefieren recalcular el precio de la opción con un día menos al vencimiento. Esto es más práctico y más intuitivo.

Para entender el significado de esta variable veamos lo siguiente: si por ejemplo la theta arroja un valor de 11.37 y está medida en años, lo que significa es que el precio de la opción disminuirá en 11.37 pesos por cada reducción en un año del plazo de la opción; por tanto, en un día el precio se reducirá $11.37/365 = \$ 0.0312$.

6.7.4. Rho

La rho es la variación del precio de la opción ante cambios en la tasa de interés libre de riesgo:

$$\rho_c = \frac{\partial c}{\partial r} = tKe^{-rt} N(d_2)$$

 $\rho_c > 0$

6.7.5. Vega

La vega es la variación del precio de la opción ante cambios en la volatilidad del subyacente. Es decir, mide el cambio esperado en la prima ante una variación de 1% en la volatilidad implícita.

También se le conoce como kappa o lambda. Formalmente es:

$$v_c = \frac{\partial c}{\partial \sigma} = S\sqrt{t}N^*(d_1)$$

 $v_c > 0$

El valor teórico de las opciones aumenta o disminuye conforme aumenta o disminuye la volatilidad implícita negociada en el mercado.

Un aumento en la volatilidad favorece a los compradores de opciones *call* y *put*, mientras que una disminución en la volatilidad perjudica a los vendedores de opciones.

A continuación se presenta un cuadro con las sensibilidades:

	Delta	Gamma	Theta	Vega
Compra <i>call</i>	+	+	-	+
Venta <i>call</i>	-	-	+	-
Compra <i>put</i>	-	+	-	+
Venta <i>put</i>	+	-	+	-
Activo largo	+	0	0	0
Activo corto	-	0	0	0

La manera de interpretar el cuadro anterior es la siguiente: por ejemplo, si aumenta el precio del activo subyacente, aumenta la delta en la compra de *call* y venta de *put* (largas en el subyacente). Un descenso en el activo subyacente disminuye la delta en la venta de *call* y compra de *put* (posiciones cortas en el subyacente).

Si la gamma es positiva, un movimiento en el activo subyacente favorece a la posición, mientras que si la gamma es negativa, es la estabilidad lo que favorece a la posición, es decir, cualquier movimiento la perjudica.

Si la theta es positiva, el paso del tiempo favorece a la posición; en cambio, si es negativa, el paso del tiempo perjudica a la posición.

Si la vega es positiva, el aumento en la volatilidad favorece a los compradores de opciones, y si es negativa, favorece a los vendedores de opciones.

6.8. Modelo Montecarlo para valuar opciones

El modelo Montecarlo consiste en la generación de escenarios de precios de un activo mediante la generación de números aleatorios.

Debido a que los precios de un activo en mercados eficientes se comportan de acuerdo con un proceso estocástico (movimiento geométrico browniano), la ecuación matemática que representa este proceso es el modelo de Wiener:

$$\frac{ds}{s} = \mu dt + \sigma dz$$

donde

$$dz = \varepsilon_i \sqrt{dt}$$

y, por tanto, $\frac{ds}{s} = \mu dt + \sigma \varepsilon_i \sqrt{dt}$, donde μ es la media de los rendimientos del activo y σ es la desviación estándar de los mismos.

El modelo de Wiener indica que los rendimientos de un activo (ds/s) están determinados por un componente determinístico (μdt) y un componente estocástico ($\sigma \varepsilon_i \sqrt{dt}$), que contiene un ruido blanco o choque aleatorio ε .

En excel la función que genera números aleatorios distribuidos normalmente es: NORMSINV(RAND()).

El modelo Montecarlo es una alternativa diferente a la fórmula de Black-Scholes para determinar el precio justo de la opción. Este modelo consiste en generar escenarios en el comportamiento del subyacente.

Tratándose de opciones la ecuación que permite simular los precios del subyacente es la siguiente: [5]

$$S_{t+1} = S_t \exp \left[(r - \frac{\sigma^2}{2})t + \sigma \sqrt{t} \varepsilon_t \right]$$

Donde S_t es el precio del valor subyacente en el precio t ; r es la tasa libre de riesgo compuesta continuamente y sigma al cuadrado es la varianza del valor subyacente.

Esta simulación permite estimar el valor intrínseco de la opción para cada escenario a valor presente, es decir, para una opción *call* se tiene:

$$g(s) = e^{-rt} \max(\tilde{S} - K, 0)$$

Donde K es el precio de ejercicio de la opción.

El promedio aritmético de los valores obtenidos en esta función es el valor de la opción *call*, es decir, el siguiente:

$$\bar{g} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g(S_i)$$

VALOR DEL SUBYACENTE	100.0	Delta =	0.7584	Precio B-S =	14.49
VOLATILIDAD	0.2	d.	0.7010	Precio Montecarlo =	14.4697
DRIFT	0.1	N(d)	0.6918		
PERÍODO DE TIEMPO	1.0				
PRECIO DE EJERCICIO	98.0				
media S =	110.4826			VaR =	-14.46972643
St dev de S =	22.42803	Valor			
Simulación	S	intrínseco		Pérdidas/ganancias	
1	111.8095	12.3144295		-2.155296885	
2	131.1048	29.9544828		15.48475641	
3	111.8852	12.5638301		-1.905896293	
4	127.3273	26.5363955		12.0866691	
5	86.3937	0		14.46972643	
6	129.8916	28.8567212		14.3869477	
7	107.2463	8.36839258		-6.103333852	
8	79.99053	0		-14.46972643	
9	131.1089	29.9582052		15.48847874	
10	152.8581	49.1852093		34.71548287	

El histograma de frecuencias del valor intrínseco de la opción *call* se muestra en la figura 6.17.

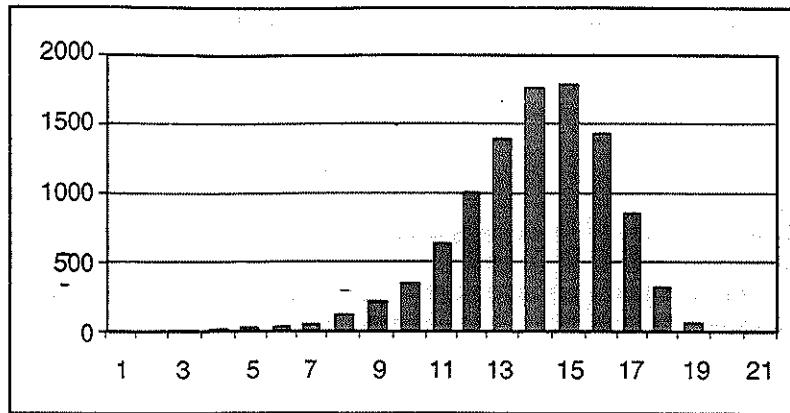


Figura 6.17

Notas

1. A este efecto se le denomina apalancamiento.
2. Se puede observar que la ganancia del comprador es igual a la pérdida del vendedor, y viceversa. Es decir, se trata de un juego de suma cero.
3. Existen otros tipos de opciones llamadas "exóticas", en las que el comprador puede ejercer su derecho dependiendo de una fórmula en función del subyacente y previamente establecida.
4. En marzo de 2004 se listó el contrato de opciones sobre América Móvil, una emisora que cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores. Los demás subyacentes se irán listando gradualmente.
5. Véase el artículo de: Boyle Phelim P. "Options: A Montecarlo approach". *Journal of Financial Economics* 4, 1977. págs: 323-338.

Estrategias con opciones

7.1. Arbitraje con instrumentos sintéticos

En un mercado en el que no existan oportunidades de arbitraje se debe cumplir lo siguiente: [1]

$$S = C - P + K$$

Donde:

C = la prima de una opción *call*.

P = la prima de una opción *put*.

K = el precio de ejercicio de ambas opciones.

S = el valor del bien subyacente.

Cuando no se cumpla esta igualdad, habrá oportunidades de arbitraje. Para replicar algún instrumento, simplemente se despeja de la fórmula anterior. Por ejemplo, si queremos replicar una opción *call*, despejamos de la fórmula C , de tal forma que tendríamos lo siguiente:

$$C = S + P - K$$

Es decir, una opción *call* se replica sintéticamente, conformando un portafolios que tenga el bien subyacente y una opción *put*. Gráficamente se tendría la figura 7.1.

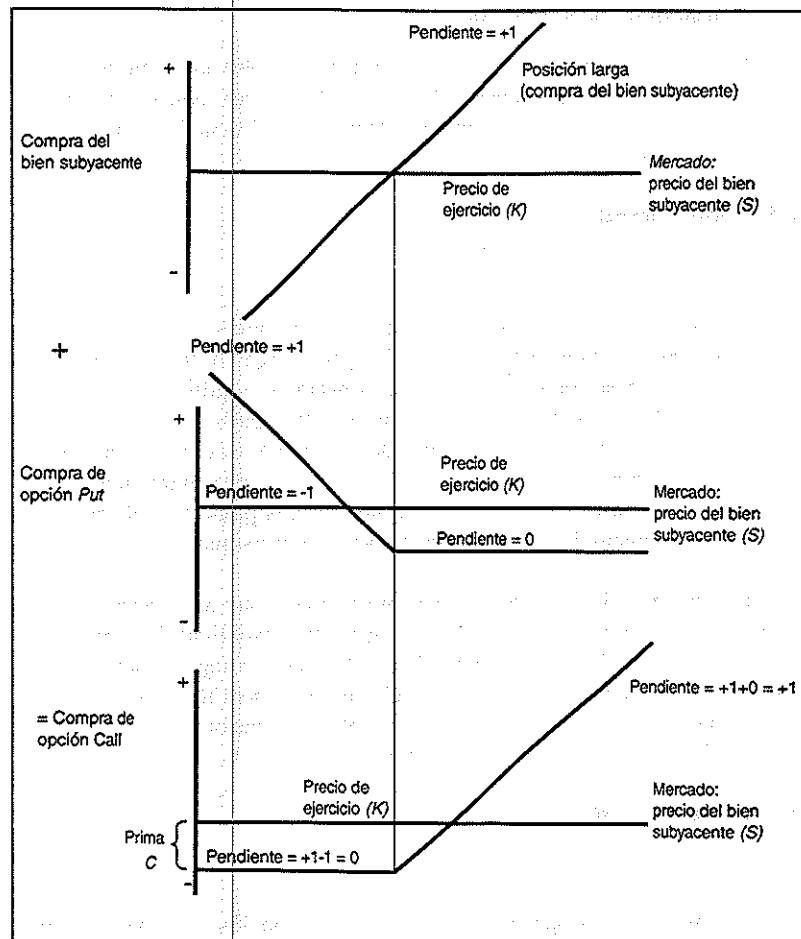


Figura 7.1

Obsérvese que para determinar el resultado de la suma de las dos primeras gráficas de la figura 7.1, es de utilidad definir los valores de las pendientes de las rectas en cada gráfica, antes y después del precio de ejercicio. [2]

Otro ejemplo sería la posibilidad de construir el bien subyacente mediante opciones. En este caso, quedaría claro que si un portafolio tiene posición larga en opciones *call* y posiciones cortas en *puts*, con el mismo precio de ejercicio, se estaría replicando sintéticamente el bien subyacente. Gráficamente se muestra en la figura 7.2.

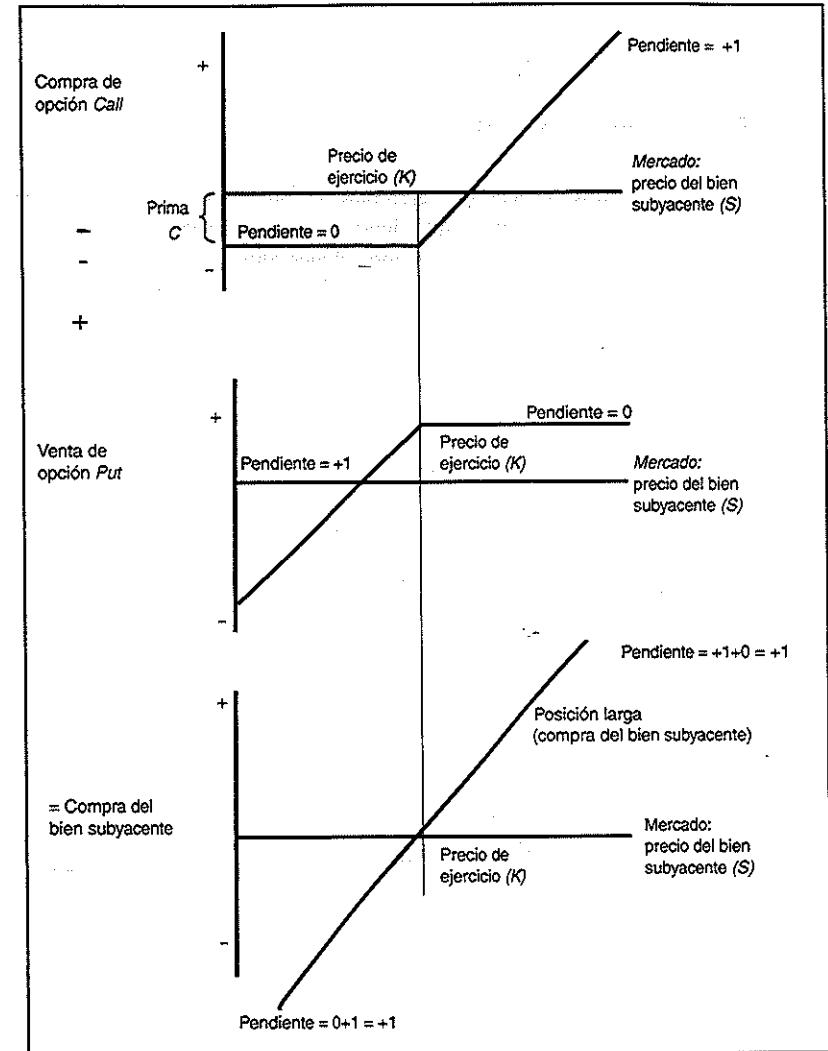


Figura 7.2

Obsérvese la importancia de las pendientes de las rectas de cada una de las opciones. Por ejemplo, comprar una opción *call* equivale a tener un segmento con pendiente de 0 y otro con pendiente de 1; por tanto, una opción *call* larga en términos de pendientes es (0,1), y una opción *call* corta es (0,-1). Comprar una opción *put*

en términos de pendientes es (-1,0), y vender una opción *put* es (1,0). Lo anterior se aprecia mejor en la figura 7.3.

7.2. Estrategias con opciones

Por estrategias debemos entender las diferentes combinaciones de opciones que permiten obtener perfiles de riesgo-rendimiento ajustados a las distintas perspectivas que se tienen con respecto a la evolución del mercado.

Las estrategias con opciones se pueden clasificar en tres segmentos, a saber:

- Estrategias de tendencia.
- Estrategias de volatilidad.
- Estrategias mixtas.

En cada estrategia se deben conocer las siguientes variables:

- Tipo y número de opciones que intervienen.
- Precios de ejercicio.
- Prima neta.
- Ganancia máxima.
- Pérdida máxima.
- Puntos de equilibrio (PE).

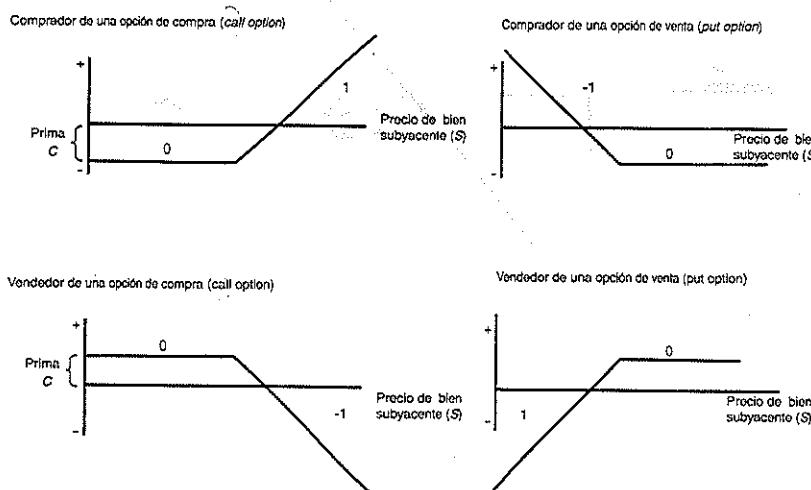


Figura 7.3

7.2.1. Estrategias de tendencia

Una estrategia de tendencia es aquella en la que se obtiene un perfil de riesgo-rendimiento basado en expectativas del movimiento del bien subyacente. En este caso se consideran a los *spreads* como estrategias de tendencia. Existen dos tipos de *spreads*: los *bull spreads* y los *bear spreads*.

7.2.1.1. Bull spread

Esta estrategia consiste en:

- Compra de una opción *call* y venta de una opción *call* con el mismo periodo de vencimiento, teniendo la opción larga un precio de ejercicio menor que la corta. En este caso, el punto de equilibrio será igual al precio de ejercicio menor, más la prima neta pagada.
- Compra de una opción *put* y venta de una opción *put* con el mismo periodo de vencimiento, teniendo la opción larga (compra) un precio de ejercicio menor que la corta (venta). En este caso, el punto de equilibrio será igual al precio de ejercicio mayor, menos la prima neta cobrada.

Esta estrategia se utiliza cuando el inversionista espera que los precios del bien subyacente tengan un movimiento alcista. La ganancia estará limitada y será máxima si al vencimiento el precio del bien subyacente es igual o superior que el mayor precio de ejercicio. La pérdida estará limitada también y será máxima si al vencimiento, el precio del bien subyacente es igual o inferior al menor precio de ejercicio.

La gráfica de un *bull spread* se muestra en la figura 7.4.

7.2.1.2. Bear spread

Esta estrategia consiste en:

- Compra de una opción *call* y venta de una opción *call* con el mismo periodo de vencimiento, teniendo la opción larga un precio de ejercicio mayor que la corta. En este caso, el punto de equilibrio será igual al precio de ejercicio menor, más la prima neta cobrada.

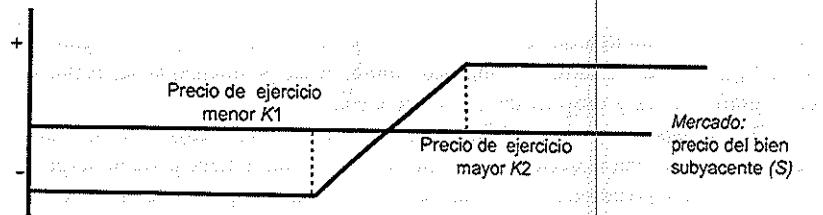


Figura 7.4 Bull spread

- b) Compra de una opción *put* y venta de una opción *put* con el mismo periodo de vencimiento, teniendo la opción larga (compra) un precio de ejercicio mayor que la corta (venta). En este caso, el punto de equilibrio será igual al precio de ejercicio mayor, menos la prima neta pagada.

Esta estrategia se utiliza cuando el inversionista espera que los precios del bien subyacente tengan un movimiento bajista. La ganancia estará limitada y será máxima si al vencimiento el precio del bien subyacente es igual o inferior que el menor precio de ejercicio. La pérdida estará limitada también y será máxima si al vencimiento el precio del bien subyacente es igual o superior al mayor precio de ejercicio.

La gráfica de un *bear spread* se muestra en la figura 7.5.

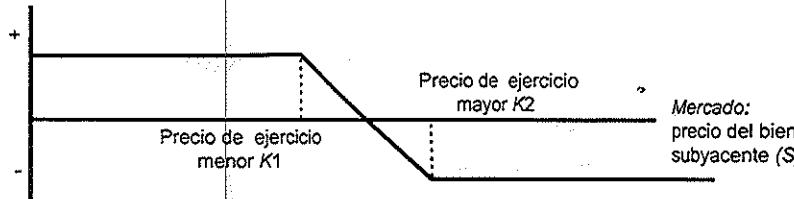


Figura 7.5 Bear spread

7.2.2. Estrategias de volatilidad

Las estrategias de volatilidad son aquellas en las que se obtiene un perfil de riesgo-rendimiento basado en expectativas sobre la futura evolución de la volatilidad. La volatilidad es una variable que influye en la evolución general de las estrategias, igual que sucede con el paso del tiempo.

7.2.2.1. Straddle largo

Esta estrategia consiste en la compra de un *call* y la compra de un *put* con igual vencimiento y con el mismo precio de ejercicio. Los puntos de equilibrio son dos: uno se encuentra en el precio de ejercicio menos la prima pagada y otro en el precio de ejercicio más la prima pagada. (Figura 7.6).

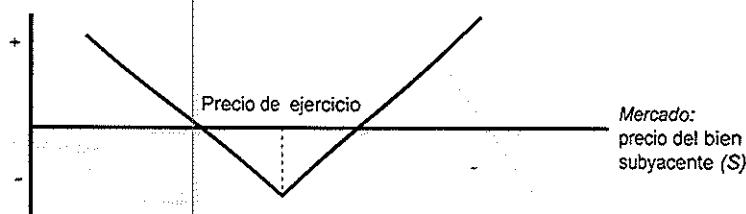


Figura 7.6 Straddle largo

Esta estrategia se utiliza cuando se espera un aumento en la volatilidad (gran variabilidad) al alza o a la baja en el precio del bien subyacente. La ganancia es ilimitada dependiendo de lo lejos que se encuentre el precio del punto de equilibrio al vencimiento. La pérdida es limitada a la suma de las primas pagadas (*call* y *put*), y es máxima cuando el precio del bien subyacente coincide con el precio de ejercicio.

7.2.2.2. Straddle corto

Esta estrategia consiste en la venta de un *call* y la venta de un *put* con igual vencimiento y con el mismo precio de ejercicio. Los puntos de equilibrio son dos: uno se encuentra en el precio de ejercicio menos la prima pagada y otro en el precio de ejercicio más la prima pagada. (Figura 7.7).

Esta estrategia se utiliza cuando se espera un descenso en la volatilidad o un comportamiento estable en el precio del bien subyacente. La ganancia es limitada a la suma de las primas cobradas (*call* y *put*), y es máxima cuando el precio del bien subyacente coincide con el precio de ejercicio. La pérdida es ilimitada.

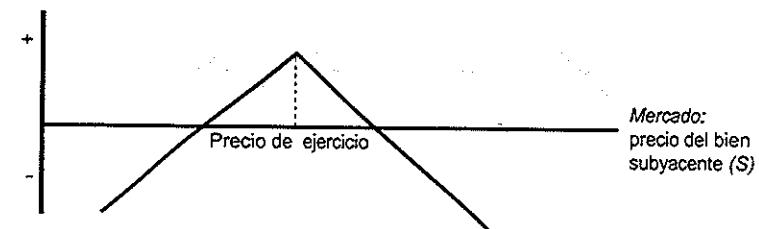


Figura 7.7 Straddle corto

7.2.2.3. Strangle largo

Esta estrategia consiste en la compra de un *call* y la compra de un *put* con igual vencimiento y con precios de ejercicio distintos (menor el del *put*). Los puntos de equilibrio son dos: uno se encuentra en el precio de ejercicio menor, menos la prima total pagada, y otro en el precio de ejercicio mayor más la prima total pagada. (Figura 7.8).

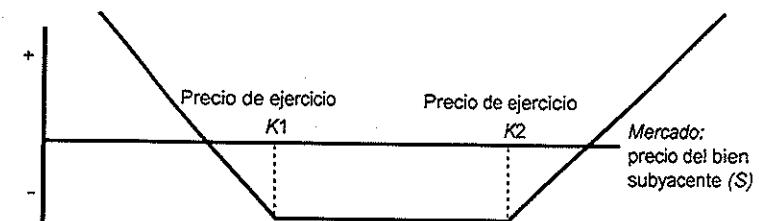


Figura 7.8 Strangle largo

Este portafolios se utiliza cuando se espera un aumento importante de la volatilidad en el precio del bien subyacente (gran variabilidad). La pérdida es limitada y es igual al valor de las primas pagadas. La ganancia es ilimitada.

7.2.2.4. Strangle corto

Esta estrategia consiste en la venta de un *call* y la venta de un *put* con igual vencimiento y con precios de ejercicio distintos (menor el del *put*). Los puntos de equilibrio son dos: uno se encuentra en el precio de ejercicio menor, menos la prima total ingresada, y otro en el precio de ejercicio mayor, más la prima total ingresada (figura 7.9).

Este portafolios se utiliza cuando el precio del bien subyacente se encuentra entre los dos precios de ejercicio y se espera un descenso de la volatilidad o que el precio de dicho bien subyacente se mantenga estable hasta el vencimiento. La ganancia es limitada y es igual a la suma de primas ingresadas. La pérdida es ilimitada.

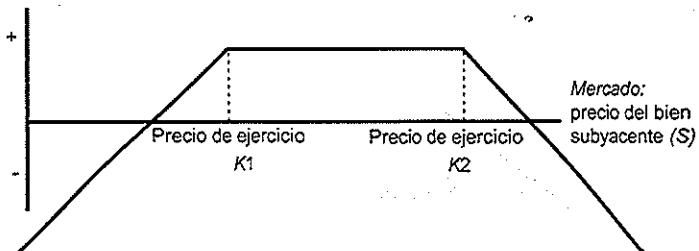


Figura 7.9 Strangle corto

7.2.3. Estrategias mixtas

Son aquellos portafolios que incluyen estrategias de volatilidad y de tendencia simultáneamente. En este grupo se consideran las mariposas y los cóndores.

7.2.3.1. Mariposa corta

Esta estrategia se construye de la siguiente manera:

- Vender una opción *call* con precio de ejercicio K_1 .
- Comprar dos opciones *call* con precio de ejercicio K_2 .
- Vender una opción *call* con precio de ejercicio K_3 .

También se puede construir de la siguiente manera:

- Vender una opción *put* con precio de ejercicio K_1 .
- Comprar dos opciones *put* con precio de ejercicio K_2 .
- Vender una opción *put* con precio de ejercicio K_3 .

Para obtener una mariposa se debe cumplir que:

$$K_1 < K_2 < K_3$$

La gráfica donde se aprecia el perfil de riesgo-rendimiento se muestra en la figura 7.10.

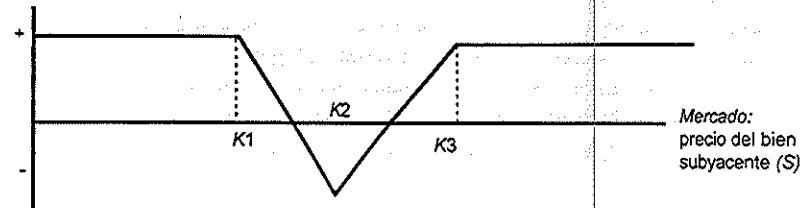


Figura 7.10 Perfil de riesgo-rendimiento de la mariposa corta

7.2.3.2. Mariposa larga

Esta estrategia se construye de la siguiente manera:

- Comprar una opción *call* con precio de ejercicio K_1 .
- Vender dos opciones *call* con precio de ejercicio K_2 .
- Comprar una opción *call* con precio de ejercicio K_3 .

También se puede construir de la siguiente manera:

- Comprar una opción *put* con precio de ejercicio K_1 .
- Vender dos opciones *put* con precio de ejercicio K_2 .
- Comprar una opción *put* con precio de ejercicio K_3 .

Para obtener una mariposa se debe cumplir que:

$$K_1 < K_2 < K_3$$

La gráfica donde se aprecia el perfil de riesgo-rendimiento se muestra en la figura 7.11.

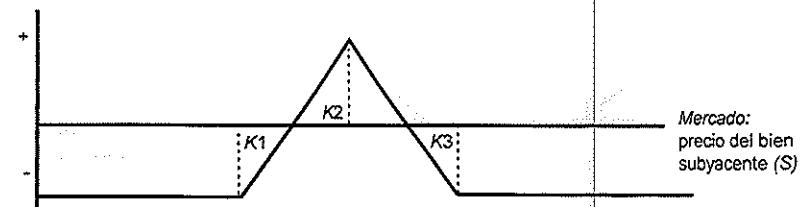


Figura 7.11 Perfil de riesgo-rendimiento de la mariposa larga

7.2.3.3. Cónedor corto

Esta estrategia se construye de la siguiente manera:

- Comprar una opción *call* con precio de ejercicio K_1 .
- Vender una opción *call* con precio de ejercicio K_2 .
- Vender una opción *call* con precio de ejercicio K_3 .
- Comprar una opción *call* con precio de ejercicio K_4 .

También se puede construir de la siguiente manera:

- Comprar una opción *put* con precio de ejercicio K_1 .
- Vender una opción *put* con precio de ejercicio K_2 .
- Vender una opción *put* con precio de ejercicio K_3 .
- Comprar una opción *put* con precio de ejercicio K_4 .

Para obtener un cónedor se debe cumplir que:

$$K_1 < K_2 < K_3 < K_4$$

La gráfica donde se aprecia el perfil de riesgo-rendimiento se muestra en la figura 7.12.

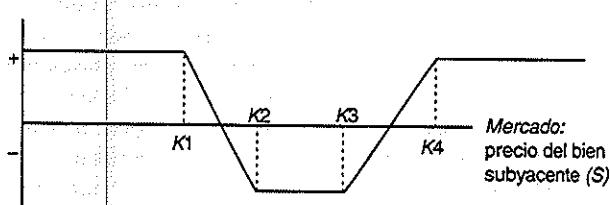


Figura 7.12 Perfil de riesgo-rendimiento del cónedor corto

Como se puede observar, el cónedor es muy similar a la mariposa, con la salvedad de que en lugar de vender dos opciones con un mismo precio de ejercicio, ambas se venden con diferentes precios de ejercicio.

De manera enteramente semejante se obtiene el cónedor largo: (véase la figura 7.13).

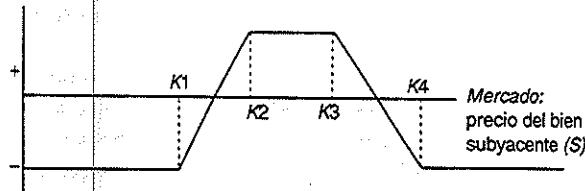


Figura 7.13 Perfil de riesgo-rend del Cónedor largo

Notas

1. Note que se trata de la relación *put-call* sin traer a valor presente el precio de ejercicio K .
2. Recuerde que la inclinación de cada recta en una posición larga es de 45 grados y, por tanto, la pendiente de una recta (la tangente del ángulo) es de +1. Para una posición corta, la pendiente es de -1, y para una recta horizontal, la pendiente es de 0.

Metodología de márgenes en opciones listadas en MexDer

8.1. Antecedentes de la metodología TIMS

ASIGNA, la Cámara de Compensación del MexDer, calcula el requerimiento de márgenes a través de un modelo internacional conocido como TIMS (Theoretical Intermarket Margin System), diseñado por la Options Clearing Corporation (occ). Éste es un modelo de marginación para portafolios de futuros y opciones estándar aplicado en otros mercados de derivados internacionales. [1]

El diseño del TIMS está basado en cuantificar el riesgo de mercado del portafolio que se mantenga abierto ante la Cámara de Compensación.

De acuerdo con la teoría de portafolios, el riesgo de una cartera de activos diversificada siempre es menor a la suma de los riesgos individuales de cada activo que forma parte del portafolios. El propósito de aplicar el modelo TIMS consiste en optimizar la marginación de portafolios con futuros y opciones, tomando en cuenta la disminución del riesgo ocasionada por la diversificación, es decir, incorporando las correlaciones entre grupos de productos del portafolios.

La aplicación de este modelo le permitirá a ASIGNA determinar la aportación inicial mínima (AIM) o requerimiento de margen de un portafolio integrado por futuros y opciones, tanto de un mismo subyacente como de diversos subyacentes correlacionados.

Para la determinación del margen se utiliza, como insumo para realizar una simulación, la variación máxima esperada (VME) en un día de los rendimientos del activo subyacente. Para estimar la VME, ASIGNA utiliza distintos modelos de valor en riesgo con 99% de confianza y horizonte de un día, ya que al asumir el riesgo contraparte, debe medir el riesgo de mercado valuando diariamente (*mark to market*) las posiciones registradas. La VME es el parámetro base para que, utilizando los

modelos de valuación de opciones, se proyecte el valor de liquidación de cada portafolio con el método TMS, asumiendo cambios en el precio de cada producto.

El procedimiento de cálculo inicia integrando todos los contratos de futuros y opciones que tienen un mismo activo subyacente en lo que se denomina grupo clase. Cuando los activos subyacentes de dos o más grupo clase tienen una alta correlación de precios, esos grupos clase se integran en un grupo producto. El requerimiento de margen que determine ASIGNA se basará en la posición total dentro de los grupos clase y de los grupo producto.

Por ejemplo, los futuros sobre Telmex y las opciones sobre Telmex constituyen un grupo clase (Telmex). Los futuros sobre el IPC y las opciones sobre el IPC constituyen otro grupo clase (IPC). Ambos grupos clase presentan alta correlación, por lo que tanto los derivados de Telmex como del IPC forman un grupo producto.

El modelo TMS considera las modalidades de margen que se describen en los siguientes apartados.

8.2. Margen por posiciones opuestas

Los márgenes por posiciones opuestas (*spreads*) aplican a portafolios de futuros largos y cortos del mismo activo subyacente pero con fechas de vencimiento distintas. Por ejemplo, un portafolio de 10 contratos de futuros de IPC largos con vencimiento a marzo de 2004 y 10 contratos de futuros de IPC cortos con vencimiento a diciembre de 2004, conforman una posición opuesta o *spread*.

El margen se calcula de la siguiente manera:

Margen de posiciones opuestas = posición opuesta \times margen por *spread* dado por ASIGNA

En la página siguiente se muestra un ejemplo.

Obsérvese que el margen por posiciones opuestas es de 14 contratos, que forman una posición opuesta (7 largos y 7 cortos), multiplicado por el margen por posición opuesta, que en este caso es de \$120. Sin embargo, debido a que hay 8 contratos largos, se tiene un contrato de futuro aislado al cual es necesario aplicar la metodología siguiente: a partir del precio de mercado del activo subyacente, ASIGNA determina el máximo precio al alza y el mínimo precio a la baja utilizando la VME. En nuestro ejemplo, la $VME = +/- 2.0$. Posteriormente se calculan los precios potenciales del activo subyacente a intervalos iguales entre el precio de mercado y los precios extremos al alza y a la baja, estableciendo 10 posibles escenarios.

El margen del futuro será el peor escenario de los 10 simulados. El margen para cada escenario se obtiene multiplicando el margen simulado por el número de contratos y por el tamaño del contrato. En este caso el peor escenario es un débito de \$200. Por tanto, el requerimiento total de margen es de \$1,880.

Posición:	No. Contratos	largas/cortas		Derivado Futuros	Clase GCAA GCAA	Serie DC 03 MR 04
		8	7			
Tamaño del contrato futuro GCAA =						
Márgen por posiciones apuestas =						
Máx. intervalo de margen =						
Escenarios:						
Márgenes	-2					
No. Contratos	1					
Tamaño	100					
Márgen:	-200					

Solución:
Se tienen 14 contratos de futuros opuestos (7 largos y 7 cortos) y 1 contrato de futuro adicional, por lo que el margen por posiciones opuestas es de:

Margen por posiciones apuestas = \$	1,680 (es decir, 14 contratos x \$120).
El margen del futuro =	<u>\$ 200</u>

8.3. Margen por prima

Es el componente de valuación a mercado (*mark-to-market*) de la posición en opciones que permitirá a ASIGNA liquidar el portafolio a precios de mercado, y se calcula de la siguiente manera:

Margen por prima = prima de la opción × No. de contratos × tamaño del contrato.

La prima pactada en la negociación es la que paga el comprador de la opción y que cobra el vendedor de la opción al siguiente día hábil (t+1).

Las posiciones largas (compradores de opciones) generan *créditos* (signo negativo), y las posiciones cortas generan *débitos* (signo positivo). Estos créditos y débitos son neteados para determinar el margen por prima para cada grupo clase. Sólo los vendedores de opciones que generan débitos entregan margen a ASIGNA. Los compradores generan créditos pero no entregan margen a ASIGNA, sólo entregan la prima.

8.4. Margen por riesgo

Es el componente que proporciona a ASIGNA los recursos suficientes para absorber el impacto de movimientos potenciales del mercado de un día, que pudieran ser adversos al momento de liquidar el portafolio.

Como ya se mencionó anteriormente, los márgenes por riesgo se determinan mediante el peor escenario simulado, que es generado considerando cinco escenarios al alza y cinco escenarios a la baja en el precio del subyacente, de tal suerte que se crean 10 posibles escenarios para el valor teórico de la opción. Para la determinación de estos escenarios, ASIGNA se apoya en la variación máxima esperada (VME) para el precio del activo subyacente.

El margen por riesgo de las opciones se calcula multiplicando los valores intrínsecos de cada uno de los 10 escenarios por el número de contratos asignados y por el número de activos subyacentes que ampare el contrato.

En este margen existe un efecto de disminución del riesgo por diversificación en el grupo producto al aplicar el factor de correlación correspondiente. ASIGNA determina los instrumentos que pertenecen a un mismo grupo producto.

A partir del precio de mercado del activo subyacente, se proyectan el máximo y el mínimo precio utilizando la VME. Posteriormente se determinan los precios potenciales del activo subyacente a intervalos iguales entre el precio de mercado y los precios extremos al alza y a la baja, estableciendo los 10 posibles escenarios mencionados anteriormente. De esta forma se determinan las primas teóricas de las opciones en cada uno de los escenarios.

Al terminar todos los cálculos para los contratos que pertenecen a un mismo grupo clase, se compensan entre sí, para posteriormente determinar el peor escenario que constituirá el margen por riesgo para ese grupo clase.

Margen de entrega para opciones

El cálculo anterior para cada uno de los escenarios es efectuado durante la ejecución del algoritmo general TMS para determinar la aportación inicial mínima por riesgo de la clase:

$$\begin{aligned}
 & \text{Margen de opciones y futuros} \\
 & \quad \text{margen por riesgo de opción corta} - \text{margen por riesgo de opción larga} \\
 & \quad + \\
 & \quad \text{margen por riesgo de opción asignada} - \text{margen por riesgo de opción ejercida} \\
 & \quad + \\
 & \quad \text{margen por riesgo de futuro corto} - \text{margen por riesgo de futuro largo} \\
 & \quad - \\
 & \quad \text{margen por prima}
 \end{aligned}$$

En la página siguiente se incluye un ejemplo para el cálculo de requerimiento de márgenes de acuerdo con la metodología TMS. Se trata de un portafolios que contiene dos contratos cortos de opciones *call* de TMX, un contrato largo de opción *put* de TMX, tres contratos cortos de opciones *call* del IPC y dos contratos de futuros largos del IPC.

8.5. Margen de entrega para opciones ejercidas/asignadas al vencimiento

En el caso de las opciones ejercidas/asignadas al vencimiento cuya liquidación es en especie, tanto la posición corta, que recibió la asignación del ejercicio, como la posición larga, que ejerció su derecho, tendrán que entregar a la Cámara de Compensación un margen por entrega, debido a que el ejercicio de la opción hace exigible la obligación de liquidación del contrato, adquirida tanto por la posición corta, cuando cobró la prima, como por la posición larga.

Las opciones pueden ejercerse en efectivo o en especie. Si la opción ejercida se liquida en efectivo, no se requiere margen por entrega, ya que el ejercicio de este tipo de opciones implica un flujo de efectivo que se cubre al día siguiente de la notificación del ejercicio y es igual al valor intrínseco de la opción, multiplicado por el número de contratos ejercidos y por el tamaño del contrato. Dicho flujo de efectivo se le cobra al titular de la posición corta a la cual le fue asignado el ejercicio, y se le paga al titular de la posición larga que ejerció la opción ejercida.

Los márgenes por entrega para posiciones ejercidas (asignadas) al vencimiento de la opción deben ser suficientes para cubrir el riesgo existente entre los días de vencimiento y de liquidación. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Margen de entrega} = \text{número de contratos} \times \text{margen por entrega calculado por ASIGNA}$$

Posición:	No. Contratos	Largos/Cortos	Derivado	Clase	Serie	Precio Ejerc.	Prima			
	2	Largos	Futuros	IPC	DC 03	-	-			
	2	Largo	Opción Put	TMX	DC 03	50.00	4.16			
	2	Cortos	Opciones Call	TMX	DC 03	55.00	0.02			
	2	Cortos	Opciones Call	IPC	DC 03	70.75	241.69			
Índice de correlación entre IPC y CCAA = 0.85										
Tamaño del contrato futuro IPC = 10										
Tamaño del contrato opción IPC = 10										
Tamaño del contrato opción TMX = 100										
Solución:										
a) Margen por Prima:										
		TMX:	-4150.0 (1x4.16x100)							
		TMX:	-40.0 (2x0.02x100)							
			-4120.0							
		IPC:	7,250.7 (3x241.69x10)							
Margen por prima = \$ 6,838.70										
Observese que la metodología establece "cortos - largos" y por ello el margen de la opción Put es negativo.										
b) Margen por Riesgo:										
Put largo TMX:										
Primas	4,000	4,671	4,539	4,41	4,266	4,043	3,924	3,605	3,608	3,571
No. Contratos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tamaño	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Margen:	400.3	453.9	441.0	426.6	404.3	392.4	360.6	368.8	357.1	357.1
Call cortos TMX:										
Primas	0.01	0.011	0.013	0.015	0.017	0.022	0.025	0.027	0.03	0.147
No. Contratos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tamaño	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Margen:	2.0	2.2	2.6	3.0	3.4	4.4	5.0	5.4	6.0	29.4
Calls cortos IPC:										
Primas	220.93	225.01	229.09	233.16	237.26	245.43	249.51	253.6	257.68	261.76
No. Contratos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tamaño	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Margen:	6,627.9	6,750.3	6,872.7	6,995.4	7,117.8	7,262.9	7,485.3	7,608.0	7,730.4	7,852.8
Futuros largos IPC:										
Margenes	-307.5	-246	-194.5	-123	-61.5	61.5	123	184.5	246	307.5
No. Contratos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tamaño	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Margen:	-6,150.0	-4,920.0	-3,690.0	-2,460.0	-1,230.0	1,230.0	2,460.0	3,690.0	4,920.0	6,150.0
Margen por riesgo para cada Grupo Clase:										
Margen TMX:	-400.3	-453.9	-441	-426.6	-404.3	-392.4	-380.6	-368.8	-357.1	-357.1
	2.0	2.2	2.5	3.0	3.4	4.4	5.0	5.4	6.0	29.4
-Margen por prima:	-478.3	-451.7	-484	-425.6	-400.9	-388	-375.6	-363.4	-351.1	-337.7
	-12.0	-12.0	-412.0	-412.0	-412.0	-412.0	-412.0	-412.0	-412.0	-412.0
	-66.3	-39.7	-26.4	-13.6	-11.1	-24	-38.4	-48.6	-60.9	-84.3
Margen IPC:	6,627.9	6,750.3	6,872.7	6,995.4	7,117.8	7,262.9	7,485.3	7,608.0	7,730.4	7,852.8
	6,150.0	4,920.0	3,690.0	2,460.0	1,230.0	1,230.0	2,460.0	3,690.0	4,920.0	6,150.0
-Margen por prima:	-12,777.9	-11,670.3	-10,562.7	-9,465.4	-8,347.8	-6,122.9	-5,025.3	-3,918.0	-2,810.4	-1,702.8
	-7,250.7	-7,250.7	-7,250.7	-7,250.7	-7,250.7	-7,250.7	-7,250.7	-7,250.7	-7,250.7	-7,250.7
	-5,527.2	-4,419.6	-3,912.0	-2,204.7	-1,097.1	-1,117.8	-2,225.4	-3,322.7	-4,440.3	-5,547.3
Total Margen Gpo Clase:	5,460.90	4,279.90	3,265.60	2,191.10	1,108.20	1,093.90	2,169.00	3,284.10	4,379.40	5,463.60
Debito =	5,460.90									
Crédito =	-	5,463.60								
Margen corregionado =	-	4,544.06	(5,463.6 x 0.85)							
Requerimiento de margen total =	5,300.90	+ 6,998.70								
Requerimiento de margen total =	12,299.60									

Nota: Observese que al factor de correlación sólo se aplica a los créditos.

Tipo de opción	Subserie	Precio Ejerc.	Serie	No. Contratos	Prima	Ejercidos/Asignados				
C	GCAAQ	33	06/03	8	5.05					
C	GCAAO	35	06/03	7	4.00	Ejercidos anticipado				
C	GCAO	33	06/03	1		Ejercido anticipado				
C	GCAAO	45	06/03	1		Ejercido al vencimiento				
C	GCAAO	33	06/03	2		Ejercicios al vencimiento				
C	GCAAO	35	06/03	3		Asignaciones al vencimiento				
P	GCAAO	35	06/03	1		Ejercicio al vencimiento				
Margen de Entrega =		\$ 500.0								
Tamaño del contrato opción GCAAQ =		100								
Precio de mercado de GCAAQ =		\$ 380								
Solución:										
a) Margen por Prima:										
Opciones largos		- 404.00	(5,05x100)							
Opciones cortos		- 2,920.00	7,440.00x100)							
		- 1,596.00								
Posiciones asignadas al vencimiento:		900 (0.05x100)								
Posiciones ejercidas al vencimiento:		- 1,000.00 (2x5x100)								
		- 200.00 (1x3x100)								
		- 200								
Posiciones asignadas anticipadamente:		200 (1x2x100)								
Posiciones ejercidas anticipadamente:		- 500 (1x5x100)								
		- 300								
Total de Margen por Prima =		- 2,096.00								
b) Margen por Riesgo:										
Call largo DC 03										
Primas	4.06	4.46	4.66	5.26	5.65	6.45	6.96	7.26	7.65	8.06
No. Contratos	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Tamaño	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Margen:	- 3,248	- 3,989	- 4,208	- 4,520	- 5,168	- 5,488	- 6,008	- 6,178	- 6,448	
Call corto DC 03										
Primas	2.07	2.47	2.66	3.26	3.66	4.46	4.86	5.26	5.66	6.06
No. Contratos	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Tamaño	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Margen:	- 1,445	- 1,723	- 2,002	- 2,262	- 3,122	- 3,402	- 3,562	- 3,562	- 4,242	
Call ejercido DC 03										
Primas	2.5	3	3.5	4	4.5	5.5	8	6.5	7	7.5
No. Contratos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tamaño	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Margen:	- 250	- 200	- 360	- 400	- 450	- 500	- 600	- 650	- 700	- 750
Put asignado DC 03										
Primas	4.5	4	3.5	3	2.5	1.5	1	0.5	0	- 0.5
No. Contratos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tamaño	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Margen:	- 450	- 400	- 350	- 300	- 250	- 150	- 100	- 50		
Margen por riesgo =		1,259.00	- 1,729.00	- 1,966.00	- 2,226.00	- 2,486.00	- 2,926.00	- 2,726.00	- 2,886.00	- 3,006.00
Margen por prima =		2,096.00	- 2,096.00	- 2,096.00	- 2,096.00	- 2,096.00	- 2,096.00	- 2,096.00	- 2,096.00	- 2,096.00
		- 800.00								
Margen por entrega de posiciones al vencimiento =		- 5,000.00								
Requerimiento de margen total = \$ 1,401.00 (450 + 5,000 - 2,096)										

Por ejemplo, si se tienen dos contratos de opción *put* de una acción GCAA que vence en diciembre de 2005 y el margen por entrega para la clase GCAA es de \$125.00, el margen de entrega será:

$$\text{Margen de entrega para posición ejercida/asignada} = 2 \times 125 = \$250.00$$

Si el ejercicio de la opción es al vencimiento, el margen por prima de opciones ejercidas y asignadas será simplemente el valor intrínseco de mercado de la opción, multiplicado por el número de contratos y por el tamaño del contrato.

8.6. Opciones ejercidas/asignadas anticipadamente

El margen por prima se aplica sobre la opción ejercida y asignada con una variante en lugar de utilizar el valor de la prima de mercado, se utiliza el valor intrínseco de la opción, multiplicándolo por el número de contratos ejercidos (asignados) y por el tamaño del contrato:

$$\begin{aligned} \text{Margen por prima para opciones ejercidas/asignadas anticipadamente} \\ = \text{valor intrínseco} \times \text{No. de contratos} \times \text{tamaño del contrato} \end{aligned}$$

Si la posición ejercida tiene valor intrínseco positivo, el monto será un crédito; si la posición ejercida tiene valor intrínseco negativo, el monto será un débito; si la posición asignada tiene valor intrínseco positivo, el monto será un débito; si la posición asignada tiene valor intrínseco negativo, el monto será un crédito.

A estas opciones también se les calcula el margen por riesgo de manera enteramente semejante a las opciones vigentes de acuerdo con la metodología mencionada anteriormente.

El ejemplo de la página 127 en el recuadro ilustra el cálculo del margen requerido con opciones ejercidas (asignadas) anticipadamente y al vencimiento.

Y en las páginas 128 y 129 se presenta un ejemplo que incluye todas las modalidades:

- Posiciones opuestas.
- Posiciones ejercidas/asignadas anticipadamente.
- Posiciones ejercidas/asignadas al vencimiento.
- Posiciones de futuros.
- Posiciones de opciones.

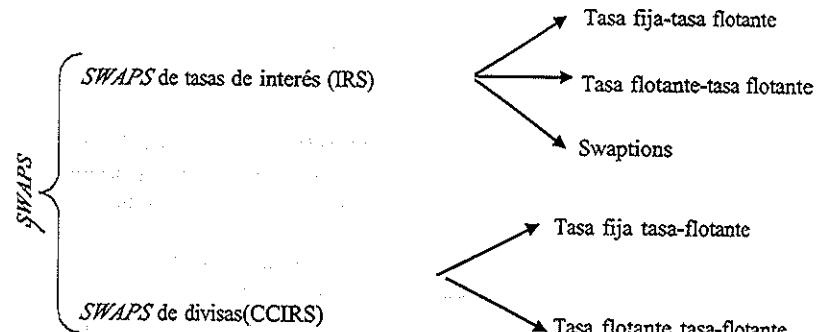
Notas

1. La metodología TMS se aplica en otros mercados, como en la *Canadian Derivatives Clearing Corporation* (CDCC), la *Cassa di Compensazione e Garanzia* (Milán) y la *HKFE Clearing Corporation Ltd* (HKCC), entre otras, a través del *Intermarket Trade Clearing System* (Intracs/400).
2. Asigna proporciona a los socios liquidadores estos 10 escenarios y la VME.

Swaps

Los swaps o permutes financieras, como se les conoce en los países de habla hispana, son contratos de intercambio de flujos de efectivo en el tiempo. En estos contratos se pretende cambiar el pago de flujos de una deuda pactada a tasa flotante a pagos de una deuda a tasa fija, o viceversa.

Existen dos tipos principales de swaps negociados en el mercado mexicano: [1]



Los swaps, al ser contratos hechos a la medida de las necesidades de cada contraparte y al ser comercializados en su mayoría en el mercado secundario, son considerados contratos OTC (*over the counter*), aunque recientemente se han listado algunos contratos dentro del MexDer denominados engrapados, que son considerados como un swap pero que al ser listados y con características bien definidas, dejan de ser un instrumento OTC para convertirse en un instrumento listado.

Los swaps se originaron en la década de 1970 y se desarrollaron con mucha fuerza en la década de 1980. Hoy en día el mercado de swaps en el mundo es superior a los 3 trillones de dólares.

Para estandarizar los contratos de swaps se creó la Asociación Internacional de Swaps y Derivados (ISDA), que en 1986 homogeneizó las características de los swaps en el ámbito internacional. Sin embargo, en la actualidad hay un número importante de características particulares que se deben negociar con la contraparte. Las más importantes son la tasa de interés fija que regirá durante la vigencia del contrato, la frecuencia de los pagos (mensual, trimestral, semestral o anual), la tasa flotante de referencia y la convención de los días por aplicar (360 o 365 días al año).

9.1. Swaps de tasas de interés

La definición básica de swap de tasa de interés es la siguiente:

- Es un acuerdo entre dos partes;
- para intercambiar flujos de efectivo periódicos, en fechas previamente establecidas en el futuro y basadas en un monto denominado nocional o principal;
- denominados en la misma moneda;
- pero calculados en diferentes bases (tasas de referencia): una parte paga flujos de efectivo basados en una tasa fija y otra parte paga flujos de efectivo basados en tasa flotante;
- no se intercambian el monto principal resultante, solamente el flujo de intereses.

El swap de tasa de interés más común en el mercado es el que busca el intercambio de una tasa flotante por tasa fija en relación con un monto o nocional determinado. Un ejemplo sería un contrato en el cual una parte acuerda pagar un flujo de efectivo fijo semestral a una tasa del 10% anual sobre el monto nocional de 100 millones de pesos y recibe de la contraparte un flujo de efectivo basado en la tasa TIIE de 28 días (tasa flotante) sobre el mismo monto nocional (figura 9.1).

En este tipo de swaps, la contraparte que paga tasa fija se beneficiará si la tasa TIIE de 28 días se incrementa por arriba de 10% anual, pero perderá si dicha tasa de referencia es menor que 10%. Un swap de tasa de interés es similar a la operación y definición de un futuro de tasa de interés o de un FRA, pero que opera en múltiples períodos.

En este caso en particular estamos hablando de un IRS swap del tipo fijo-flotante, el cual representaría sus flujos de efectivo en el tiempo como se representa en la figura 9.2.

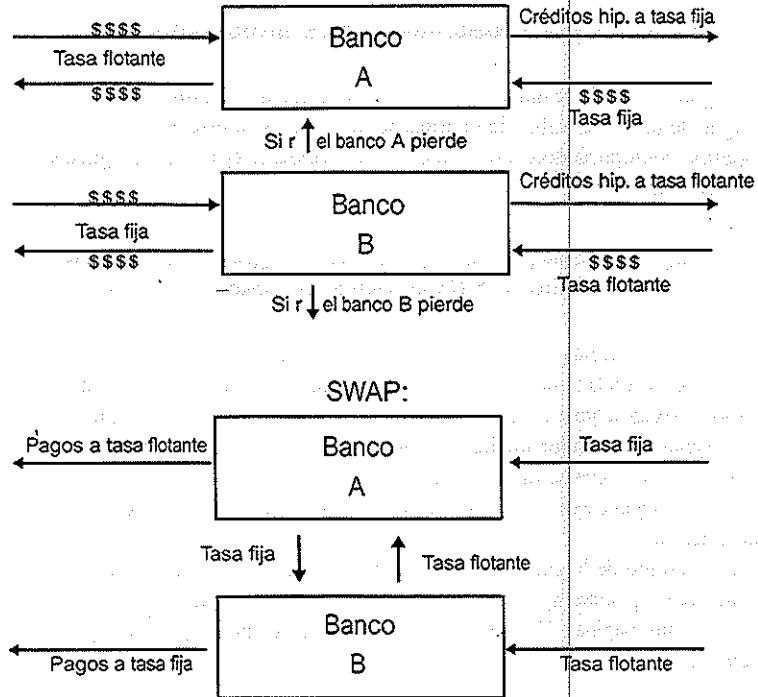


Figura 9.1

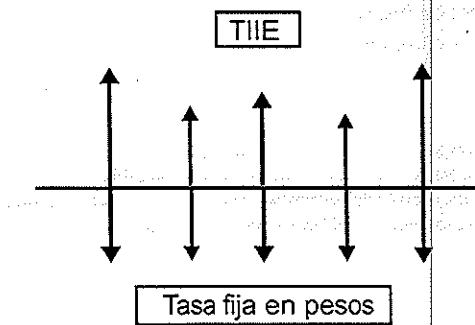


Figura 9.2

El primer pago ocurre al final del primer período y las contrapartes únicamente se liquidan el neto de la posición (la diferencia entre ambos flujos de efectivo). En lugar de que cada contraparte pague su flujo de efectivo a la otra, simplemente el

deudor neto le paga al acreedor neto la diferencia resultante de los flujos de efectivo. El ciclo se repite hasta el pago final, que se realiza al vencimiento del contrato. En el mercado mexicano este tipo de contratos presentan una duración de tres a diez años.

Como ejemplo considere una empresa que tiene una deuda a un plazo de 112 días (4 períodos de 28 días), con pagos de intereses a TIE 28 cada 28 días y un pago del principal a vencimiento de \$100'000,000. La empresa desea estar cubierta ante cambios en tasas y acude a un banco para negociar un IRS *swap* mediante el cual la empresa cambie su deuda de tasa flotante a tasa fija y, por tanto, realice un pago constante a lo largo de los 112 días de su deuda. El IRS *swap* tiene las siguientes características:

Principal	\$100'000,000
Tasa flotante	TIE 28 + 2.7%
TIE de 28 días actual (2004)	6.5%
Convención de días/año	360
Fecha de firma del contrato	Febrero 4, 2004
Fecha efectiva de inicio	Febrero 6, 2004
Fecha de vencimiento	Mayo 29, 2004
Frecuencia de pagos	Cada 28 días

Información de mercado

Plazo	Tasa TIE28
28	6.50%
56	6.80%
84	6.95%
112	7.10%

- El banco tendría que asegurar la tasa del crédito pactando una serie de forwards (FRA):

$$f_{12} = \left(\frac{1+r_2 * \frac{t_2}{360}}{1+r_1 * \frac{t_1}{360}} - 1 \right)$$

Tasas FRA efectivas [2]

S ₂₈ =	0.506%
FRA ₂₈₋₅₆ =	0.549%
FRA ₅₆₋₈₄ =	0.558%
FRA ₈₄₋₁₁₂ =	0.578%

SPREAD	0.210%
--------	--------

- Ya que se calcularon las tasas forward y el spread fijo en los diferentes períodos, se calculan los flujos de pago de interés en cada uno de ellos y se traen a valor presente a las tasas de mercado (figura 9.3).

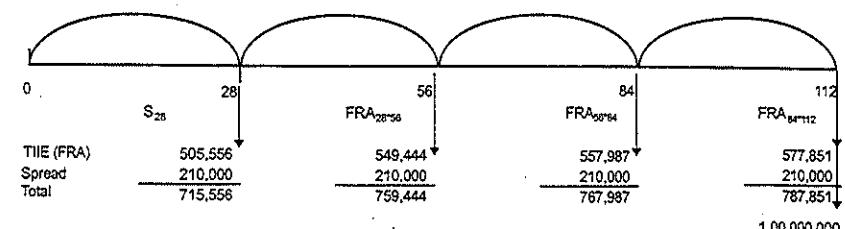


Figura 9.3

$$\sum VP = \frac{715,556}{1 + (.0650 * 28/360)} + \frac{759,444}{1 + (.0680 * 56/360)} + \frac{767,987}{1 + (.0695 * 84/360)} + \frac{100,787,851}{1 + (.0710 * 112/360)}$$

$$\sum VP = 100,828,856.02$$

- Calcular el flujo fijo "X" que iguale los valores presentes de ambos flujos de efectivo: $VP(\text{Tasa flotante}) = VP(\text{Tasa fija})$

$$\sum VP = 100,828,856.02 = \frac{x}{1 + (.0650 * 28/360)} + \frac{x}{1 + (.0680 * 56/360)} + \frac{x}{1 + (.0695 * 84/360)} + \frac{100,000,000}{1 + (.0710 * 112/360) + 1 + (.0710 * 112/360)}$$

$$\sum VP = 100,828,417.48 = x \left[\frac{1}{1 + (.0650 * 28/360)} + \frac{1}{1 + (.0680 * 56/360)} + \frac{1}{1 + (.0695 * 84/360)} \right] + \frac{100,000,000}{1 + (.0710 * 112/360) + 1 + (.0710 * 112/360)}$$

$$\sum VP = 100,828,417.48 - 97,838,849 = x(3.946933)$$

$$x = \$ 757,552.04$$

Es decir, la cantidad que tendría que pagar la empresa mensualmente es de \$757,552.04 pesos, que representa una tasa nominal fija anual de:

$$T_{nom28} = \frac{757,552.04 * 360}{100,000,000 / 28} = 9.74\%$$

La contraparte, en este caso el banco, debería venderle a la empresa el IRS *swap* con una tasa fija del 9.74% anual contra una tasa flotante de TIE28+2.7%.

Ahora bien, como ya se mencionó, los *swaps* son instrumentos que pagan al final de cada período sólo el diferencial de tasas, entre la tasa de mercado flotante y la tasa pactada.

Los pagos de interés fijos se determinan de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$F^x = VN \times r^x \times \left(\frac{t}{Base} \right)$$

Donde:

F^x = el pago de interés fijo.

VN = el monto principal o nocional.

r^x = la tasa de interés fija pactada en el swap.

t = número de días por liquidar del periodo valuado.

Base = convención de número de días al año (360 o 365).

Los pagos de interés de flujo flotante se determinan de acuerdo con lo siguiente:

$$F^f = VN \times r_f \times \left(\frac{t}{Base} \right)$$

Donde:

F^f = el pago de interés flotante.

VN = el monto principal o nocional.

r_f = la tasa de interés forward para el periodo t .

t = número de días por liquidar del periodo valuado.

Base = convención de número de días al año (360 o 365).

Supóngase que la tasa TIE 28 de mercado dentro de 28, 56, 84 y 112 días corresponde a los siguientes valores: 6.6, 6.9, 7.05 y 7.5% respectivamente. La siguiente tabla ilustra los flujos de efectivo que se presentarían con los datos del ejemplo anterior, desde el punto de vista de la empresa que es la que paga flujos a tasa fija:

Escenarios de los flujos de la empresa al pactar un IRS swap fijo-flotante

Fecha	Días del año	Tasa flotante	Spread	TIE+2.7	Flujos de tasa flotante	Tasa fija	Flujos de tasa fija	Flujo neto
6-Feb-04	28	6.50%	2.70%	9.20%	100,715,556	9.74%	100,757,552	-41,996.49
5-Mar-04	28	6.60%	2.70%	9.30%	100,723,333	9.74%	100,757,552	-34,218.71
2-Abr-04	28	6.90%	2.70%	9.60%	100,746,667	9.74%	100,757,552	-10,885.38
30-Abr-04	28	7.05%	2.70%	9.75%	100,758,333	9.74%	100,757,552	781.29
28-May-04	28	7.50%	2.70%					

Es interesante observar que la parte que paga tasa fija, en este caso la empresa, los primeros tres períodos es un deudor neto, y es el acreedor el último período, como consecuencia del alza en la tasa flotante TIE de 28 días. Este es un swap típico conocido como "plain vanilla swap".

Es importante hacer notar que los pagos de tasa flotante se realizan conociendo la tasa por adelantado. Es decir, que la tasa TIE actual conocida (del 6.5%) sirve de base para el pago para el próximo período, y así sucesivamente. Debido a que las tasas flotantes no se conocen desde que se pacta el swap, es necesario, para propósitos de valuación, estimar las tasas forward y suponer que se cumplen, como se indica a continuación.

9.1.1. Valuación de swaps de tasas de interés

Si la posición del swap es larga, el valor del mismo debe calcularse con el valor presente de los flujos netos del swap de la siguiente manera:

$$Valor_{swap} = \sum_{i=1}^n \frac{(F_i^f - F_i^x)}{1 + r_i \times \left(\frac{t}{Base} \right)}$$

Donde:

$Valor_{swap}$ = el valor del swap.

F^f = el pago de interés flotante.

F^x = el pago de interés fijo.

n = el número de períodos que componen el swap.

r = la tasa spot para el período t .

t = número de días por liquidar del período valuado.

Base = convención de número de días al año (360 o 365).

Si la posición del swap es corta, el valor del mismo debe calcularse con el valor presente de los flujos netos del swap de la siguiente manera:

$$Valor_{swap} = \sum_{i=1}^n \frac{(F_i^x - F_i^f)}{1 + r_i \times \left(\frac{t}{Base} \right)}$$

Donde:

V_{swap} = el valor del swap.

F^f = el pago de interés flotante.

F^f = el pago de interés fijo.

n = el número de periodos que componen el swap.

r = la tasa spot para el periodo t .

t = número de días por liquidar del periodo valuado.

Base = convención de número de días al año (360 o 365).

En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo con la valuación de un swap de tasas de interés considerando a dos años de plazo, con pagos trimestrales a la tasa TIE de 28 días como referencia para la tasa flotante. El ejemplo está hecho desde la perspectiva de que la contraparte A paga tasa fija (12.5%) y B paga tasa flotante.

Valuación de un swap de tasas de interés en pesos.

Monto nocial	\$ 100,000,000
A	Entrega tasa fija 12.50%
B	Paga tasa flotante TIE 28 días
Plazo	1 año
Periodo de pago	Cada 28 días
Fecha de inicio	06-Feb-04
Fecha de vencimiento	04-Feb-05

Fecha	Plazos	Curva de tasas tie
06-Feb-04	1	10.7533
	28	12.4177
	56	13.0631
	84	13.4930
	112	13.8222
	140	14.1205
	168	14.4060
	196	14.6968
	224	14.9669
	232	15.2223
	280	15.5432
	308	15.8397
	336	16.1417
	364	16.4496

Fecha de pago	Días en el periodo	Días transcurridos	Flujo fijo A	Tasas forward	Flujo flotante B	Flujo neto	Valor presente de cada flujo
05-Mar-04	28	28	\$ 972,222.22	12.4177%	\$ 965,821.11	\$ (6,401.11)	\$ (6,339.68)
02-Apr-04	28	56	\$ 972,222.22	13.6170%	\$ 1,059,986.76	\$ 86,876.56	\$ 85,143.75
30-Apr-04	28	84	\$ 972,222.22	14.0273%	\$ 1,091,014.02	\$ 118,791.80	\$ 115,165.95
28-May-04	28	112	\$ 972,222.22	14.3579%	\$ 1,116,715.05	\$ 144,492.83	\$ 138,535.47
25-Jun-04	28	140	\$ 972,222.22	14.6823%	\$ 1,141,958.60	\$ 169,736.27	\$ 160,900.82
23-Jul-04	28	168	\$ 972,222.22	15.0093%	\$ 1,167,389.52	\$ 195,167.30	\$ 182,873.10
20-Aug-04	28	196	\$ 972,222.22	15.3403%	\$ 1,193,134.61	\$ 220,912.39	\$ 204,555.81
17-Sep-04	28	224	\$ 972,222.22	15.6743%	\$ 1,219,109.34	\$ 246,887.12	\$ 225,853.93
15-Oct-04	28	252	\$ 972,222.22	16.0419%	\$ 1,247,705.99	\$ 275,483.77	\$ 248,008.59
12-Nov-04	28	280	\$ 972,222.22	16.409%	\$ 1,276,274.51	\$ 304,052.29	\$ 271,259.28
10-Dec-04	28	308	\$ 972,222.22	16.7759%	\$ 1,304,794.09	\$ 332,571.86	\$ 292,881.42
07-Ene-05	28	336	\$ 972,222.22	17.1417%	\$ 1,333,244.00	\$ 361,021.78	\$ 313,752.92
04-Feb-05	28	364	\$ 972,222.22	17.5063%	\$ 1,361,603.73	\$ 389,381.51	\$ 333,853.72
VP total: \$ 2,567,344.99							

En respuesta a diversas necesidades de las empresas, se han creado diferentes swaps de tasas de interés. Los siguientes son los de uso más común.

Swap simple o Plain Vanilla: implica el intercambio periódico de pagos de tasa fija por flotante, como se ilustró en el ejemplo anterior.

Swap forward: implica el intercambio de pago de intereses que no inicia sino hasta una fecha específica en el futuro. Por ejemplo, se puede pactar un swap forward que inicie dentro de dos años. La ventaja de este tipo de swap es que una empresa puede negociar una tasa fija actual que es menor a la tasa fija esperada dentro de dos años.

Swap redimible por tasa fija o por tasa flotante: este swap proporciona a la parte que hace los pagos de tasa fija o de tasa flotante, el derecho de concluir el swap antes de su vencimiento. Permite que el pagador de tasa fija o de tasa flotante evite intercambiar flujos futuros si así lo desea.

Swap prorrogable: contiene una cláusula de extensión que permite que el participante en un swap amplíe el periodo de validez del contrato.

Swap amortizable: el cálculo de los pagos de tasa fija y flotante se realizan con referencia a un monto nocial que es decreciente durante la vida del swap.

Swap de cupón cero por flotante: el pagador de tasa fija realiza un solo pago en la fecha de vencimiento del swap, mientras que el pagador de tasa flotante realiza los pagos periódicamente durante todo el periodo del swap.

Swap con techo de tasas: se refiere al intercambio de pagos de tasa fija por pagos de tasa flotante que tienen un límite superior. Por ejemplo, se puede fijar un techo del 12%, de manera que el pagador de tasa flotante sabe cuál será el monto máximo a pagar. El pagador de tasa flotante paga un monto inicial al de tasa fija por tener este beneficio.

9.2. Swaps de divisas

Un swap de divisas es similar a un swap de tasas de interés, excepto que:

- Las monedas de los dos flujos del swap son diferentes.
- Siempre hay intercambio de principal al vencimiento.
- Los flujos o pagos pueden ser:
 - Ambos de tasa fija.
 - Ambos de tasa flotante.
 - Uno de tasa fija y otro de tasa flotante.

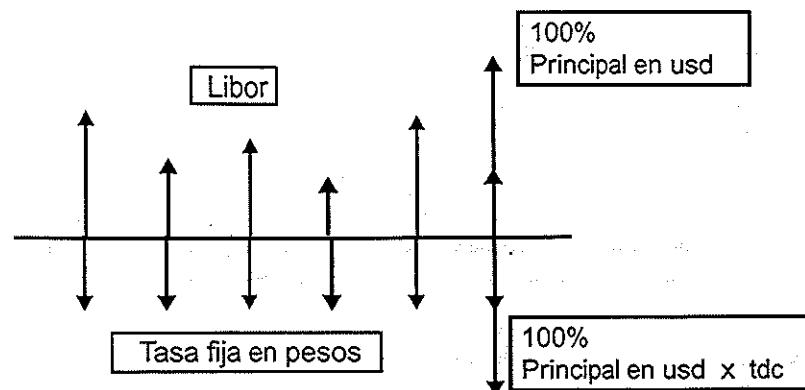


Figura 9.4

Para obtener el valor teórico de un *swap* de divisas, el procedimiento es semejante al de un *swap* de tasas de interés, únicamente que es necesario considerar que se denomina en moneda extranjera, por lo que debemos de tomar el tipo de cambio de las divisas incluidas en el *swap*.

Consideremos el siguiente ejemplo: una empresa mexicana tiene una deuda en dólares a una tasa libor + 1.80% a un plazo de 112 días (4 períodos de 28 días). Los riesgos que está enfrentando la empresa son los siguientes :

- a) Un aumento en la tasa Libor.
- b) Un aumento en el tipo de cambio.

Para evitar este tipo de riesgos, la empresa acude a un banco a cotizar un CCIRS *swap* que le ofrezca cambiar la tasa libor por una tasa fija en pesos (figura 9.4). El CCIRS *swap* tiene las siguientes características:

Principal	\$100'000 USD
Tasa flotante	Libor + 1.80
Libor actual (2004)	1.2%
Convención de días/año	360
Fecha de firma del contrato	Febrero 4, 2004
Fecha efectiva de inicio	Febrero 6, 2004
Fecha de vencimiento	Mayo 29, 2004
Frecuencia de pagos	Cada 28 días

Información de mercado

Plazo	Tasa libor
28	1.20%
56	1.30%
84	1.35%
112	1.38%

Plazo	Tasa libor
28	6.50%
56	6.80%
84	6.95%
112	7.10%

$$TDC \text{ sport} = 10.6 \text{ pesos por dólar}$$

- El banco tendría que asegurar la tasa de crédito pactando una serie de FRA a tasa Libor:

$$f_{12} = \left(\frac{1+r_2 \times \frac{t_2}{360}}{1+r_1 \times \frac{t_1}{360}} - 1 \right)$$

Tasas FRA Efectivas	
S_{28}	0.093%
FRA_{28-56}	0.109%
FRA_{56-84}	0.113%
FRA_{84-112}	0.114%
SPREAD	0.140%

- El banco tendrá también que asegurar el tipo de cambio pactando una serie de forwards:

$$F = S \times \left(\frac{1+r_d \times \frac{t}{Base}}{1+r_e \times \frac{t}{Base}} \right)$$

TDC Forward	
TDC_{FWD28}	10.64365
TDC_{FWD56}	10.69051
TDC_{FWD84}	10.73807
TDC_{FWD112}	10.78783

- Ya que se calcularon las tasas FRA, el spread fijo y los TDC_{FWD} en los diferentes períodos, se calculan los flujos de pago de interés en cada uno de ellos y se traen a valor presente a la tasa de mercado doméstico porque los flujos ya están en pesos (figura 9.5).

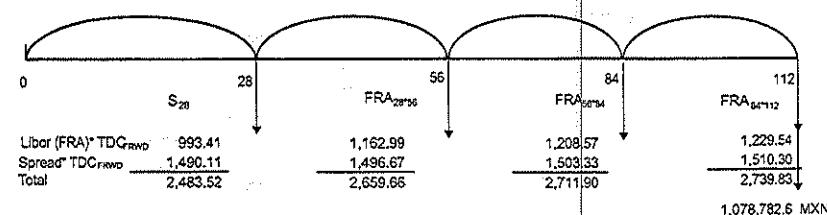


Figura 9.5

$$\begin{aligned}\sum VP &= \frac{2,483.52}{1 + (.0650 * 28/360)} + \frac{2,659.66}{1 + (.0680 * 56/360)} + \frac{2,711.93}{1 + (.0695 * 84/360)} + \frac{1,081,522.47}{1 + (.0710 * 112/360)} \\ \sum VP &= 1,065,920.62\end{aligned}$$

4. Calcular el flujo fijo "X" que iguale los valores presentes de ambos flujos de efectivo:

$$VP(\text{Tasa flotante}) = VP(\text{Tasa fija})$$

$$\begin{aligned}\sum VP &= 1,065,920.62 = \frac{x}{1 + (.0650 * 28/360)} + \frac{x}{1 + (.0680 * 56/360)} + \frac{x}{1 + (.0695 * 84/360)} \\ &\quad + \frac{x}{1 + (.0710 * 112/360)} + \frac{1060000}{1 + (.0710 * 112/360)} \\ \sum VP &= 1,065,920.62 = x \left[\frac{1}{1 + (.0650 * 28/360)} + \frac{1}{1 + (.0680 * 56/360)} + \frac{1}{1 + (.0695 * 84/360)} \right] \\ &\quad + \frac{1060000}{1 + (.0710 * 112/360)} \\ \sum VP &= 1,065,920.62 - 1,037,091.79 = x(3.946933)\end{aligned}$$

$$x = \$7,304.11$$

Es decir, la cantidad que tendría que pagar la empresa mensualmente es de \$7,304.11 pesos, que representa una tasa nominal anual de:

$$T_{nom28} = \frac{7,304.11 * 360}{1,060,000 * 28} = 8.859\%$$

La empresa cambió de una deuda pactada en dólares (\$100,000.00 USD) a una tasa flotante (libor), a una deuda en pesos y con una tasa fija.

9.2.1. Valuación de swaps de divisas

Para obtener el valor teórico de un swap de divisas, el procedimiento es semejante al de swaps de tasa de interés, únicamente que es necesario aplicar el tipo de cambio de las divisas de que se está tratando, es decir, el valor de un swap de divisas, también es el valor presente de los flujos netos del swap.

$$V = TC \times VP_e - VP_d$$

Donde V es el valor del swap de divisas, TC es el tipo de cambio spot expresado en número de unidades de la moneda doméstica por unidad de moneda externa, VP_e es el valor presente de los flujos (pagos del swap) en moneda externa y VP_d es el valor presente de los flujos en moneda doméstica.

Por lo anterior, el valor del swap estará determinado por la estructura de tasas en la moneda doméstica, la estructura de tasas en la moneda externa y por el tipo de cambio spot.

A continuación se muestra un ejemplo numérico de un swap de divisas peso-dólar, en cuyo caso ambos flujos son flotantes:

VALUACIÓN DE SWAP DE DIVISAS

Monto nocial en uso= 100 millones
Monto nocial en pesos= 1,150 millones

Tipo de cambio (peso/dólar)= 11.5

DÍAS	Tasas en pesos	Tasas forward	Flujo en pesos	DÍAS	Tasas en dólares	Tasas forward	Flujo en dólares	Flujo neto en pesos	Valor presente del flujo neto
182	6.50%	6.50%	37,790	182	2.30%	2.30%	1,163	24,418	23,641
364	11.00%	15.01%	67,248	364	2.44%	2.55%	1,289	72,421	65,172
546	11.50%	11.25%	65,400	546	2.45%	2.41%	1,219	51,385	43,754
728	12.43%	12.96%	75,346	728	2.50%	2.56%	1,292	60,491	48,340
									180,908

9.3. Swaptions

Las opciones sobre un swap o lo que se denomina swaption, son opciones que tienen como valor subyacente un swap de tasas de interés (IRS).

Un swaption da al tenedor de la opción el derecho pero no la obligación de entrar en un swap de tasas de interés en una fecha futura previamente acordada.

Si una empresa o institución sabe de antemano que en un periodo (por ejemplo seis meses) contratará un crédito a largo plazo (por ejemplo cinco años) cuya tasa será flotante y desea convertir ese crédito a tasa fija, la empresa podría pactar un swaption a cinco años empezando dentro de seis meses, que le dará el derecho pero no la obligación de pagar a la contraparte montos en tasa fija (por ejemplo 8% anual) y recibir pagos de tasa flotante (por ejemplo referenciados a la tasa libor).

En este ejemplo, si las tasas de interés bajan en el periodo de seis meses, la empresa no ejercerá el derecho que el swaption le confiere. Si, por el contrario, las tasas suben en el periodo de seis meses, la empresa ejercerá el swaption y entrará a un swap de tasas de interés en condiciones más favorables que las que prevalezcan en el mercado en ese momento.

9.3.1. Valuación de un swaption

Considérese un *swaption* en el que se tiene el derecho de pagar una tasa fija K y recibir tasa flotante (libor en dólares o TIE en pesos). La fórmula que aplica es la conocida como de Black (1976) para valuar opciones de tasas de interés:

$$C = N \times A \times [FN(d_1) - KN(d_2)]$$

$$d_1 = \frac{\ln\left[\frac{F}{K}\right] + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left[\frac{F}{K}\right] - \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Donde:

$$A = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m e^{-ri t_i}$$

N = el valor nociional del swap.

F = la tasa forward entre el vencimiento de la opción y el plazo del swap.

K = la tasa fija del swap pactada.

σ = la volatilidad de la tasa de interés.

t = el plazo de la opción.

m = el número de pagos por año.

r = la tasa de interés de mercado (figura 9.6).

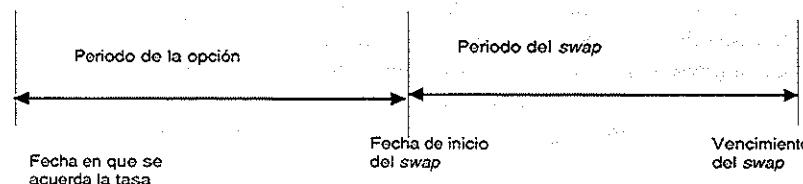


Figura 9.6

Para el cálculo de la tasa forward se aplica la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\left[1 + r_L \times \frac{t_L}{360}\right] \times \frac{360}{t_L - t_S}}{\left[1 + r_S \times \frac{t_S}{360}\right]}$$

Donde r_L y r_S son la tasa de interés "larga" y la tasa de interés "corta", respectivamente. Y t_L , t_S y t_S son los plazos forward, y el largo y corto del swaption, respectivamente.

A continuación se muestra un ejemplo para la aplicación de la fórmula de swaption.

Sea un *swaption* con plazo de cinco años, para entrar a un *swap* de tres años con pagos semianuales. La volatilidad de la tasa de interés es del 20% anual y el precio de ejercicio es de 6.2% anual. El valor nociional es de \$100 millones.

Asimismo, asuma que la curva de las tasas de mercado (TIE) es flat y es del 6% anual.

El valor presente de los flujos del *swap* es:

$$A = \frac{1}{2} [e^{-0.06 \times 5.5} + e^{-0.06 \times 6.0} + e^{-0.06 \times 6.5} + e^{-0.06 \times 7.0} + e^{-0.06 \times 7.5} + e^{-0.06 \times 8.0}] = 2.0035$$

Posteriormente se determina el valor de d_1 y d_2 :

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{0.06}{0.062}\right) + \left(\frac{0.2^2}{2}\right) \times 5}{0.20 \times \sqrt{5}} = 0.150287$$

$$d_2 = 0.150287 - 0.20 \times \sqrt{5} = -0.29693$$

y, por tanto, el valor del *swaption* es:

$$\text{Swaption} = 100 \times 2.0035 \times [0.060 \times N(0.150287) - 0.062 \times N(-0.29693)] = \$1.9677$$

En tablas: $N(0.15028) = .5597$
 $N(-0.29693) = .3833$

Notas

- Las siglas conocidas internacionalmente para swaps de tasas de interés son IRS (*Interest rate swaps*) y para swaps de divisas son CCIRS (*Cross currency interest rate swaps*).
- Note que son tasas de 28 días.

Consideraciones contables y fiscales de los derivados en México

En este capítulo se estudia la normatividad aplicable en México para el registro y valuación de los instrumentos derivados, de acuerdo con los boletines emitidos por el Instituto Mexicano de Contadores Públicos (IMCP) y los criterios emitidos por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

También se realiza una comparación con las reglas aplicables en Estados Unidos de América, así como con las Normas Internacionales de Contabilidad (NIC).

Finalmente se efectúan breves comentarios sobre el tratamiento fiscal aplicable en México, de acuerdo con las disposiciones fiscales vigentes en 2004.

10.1. Tratamiento contable según boletines C-2 y C-10 del IMCP

Debido al desarrollo de diversos instrumentos financieros que han sido creados para satisfacer las diferentes necesidades de los mercados, los organismos de la profesión contable, en particular el IMCP, han elaborado reglas específicas que tienen por objetivo valuar y registrar dichos instrumentos.

En el año 2001 el IMCP emitió el boletín C-2 “Instrumentos financieros”, el cual tuvo como finalidad la valuación, presentación y revelación de la información relacionada con las inversiones que se realicen en instrumentos financieros.

Adicionalmente, la Comisión de principios de contabilidad del IMCP consideró necesario el tener un nuevo boletín que complementa las disposiciones contenidas en el boletín C-2, por lo que en febrero de 2004 emitió el boletín C-10 “Instrumentos financieros derivados y operaciones de cobertura”. Este boletín entrará en vigor a partir del 1º de enero de 2005.

10.1.1. Boletín C-2

El boletín C-2 establece tanto las reglas generales de valuación de los activos y pasivos financieros resultantes de cualquier tipo de instrumentos financieros, como las reglas de presentación y revelación de la información respectiva.

Todos los activos y pasivos financieros deben valuarse a su valor razonable. Se define como valor razonable “la cantidad por la cual puede intercambiarse un activo financiero, o liquidarse un pasivo financiero, entre partes interesadas y dispuestas, en una transacción de libre competencia.” [1]

Cuando el valor de mercado satisface las condiciones de libre competencia, puede ser considerado como valor razonable. En caso contrario, el valor razonable se debe obtener aplicando modelos teóricos de valuación reconocidos y aceptados en el mercado.

La diferencia en la valuación de un periodo a otro debe reconocerse en el estado de resultados del periodo de que se trate, así como la disminución en el valor de un instrumento de capital por el efecto del pago de los dividendos. Estos dividendos deben reconocerse como un ingreso en la contabilidad del comprador del derivado en el periodo en que se pagan.

Los instrumentos financieros de deuda conservados hasta el vencimiento deben ser valuados a su costo de adquisición. Los gastos sobre compra, primas o descuentos forman parte del costo de adquisición, pero deben ser amortizados durante la vida de la inversión con base en el saldo insoluto. Es decir, el monto de los gastos, primas o descuentos debe reconocerse en el estado de resultados en forma periódica durante la vigencia del instrumento. Por ejemplo, cuando se paga una prima de una opción con vencimiento a un año, debe reconocerse en el estado de resultados una doceava parte del monto de dicha prima, mes a mes.

Por su parte, los pasivos financieros resultantes de la emisión de instrumentos de deuda deben registrarse al valor nominal, más los gastos, primas y descuentos relacionados con la emisión. Estos últimos deben ser amortizados como se explicó anteriormente.

Si el instrumento conservado a vencimiento contiene un derivado implícito, éste debe ser separado para efectos de valuación del contrato de referencia, y valuarse a su valor razonable. Por ejemplo, en el caso de una nota estructurada compuesta por un instrumento de deuda y una opción de tipo de cambio, la opción debe valuarse separada del bono.

Cuando se tenga evidencia de que no se recuperará en su totalidad el valor de un activo financiero conservado a vencimiento, el quebranto debe reconocerse en el estado de resultados del periodo al que corresponda dicho deterioro.

Los instrumentos financieros derivados que tienen como objetivo la cobertura deben valuarse a su valor razonable. En consecuencia, los efectos de la valuación de estos instrumentos deben reconocerse en el estado de resultados netos de costos, gastos o ingresos provenientes de los activos o pasivos cubiertos.

Cuando una empresa realice operaciones con fines de cobertura, los instrumentos derivados involucrados en dichas transacciones deben valuarse bajo los mismos criterios aplicados sobre los activos y pasivos cubiertos. Este razonamiento debe seguirse sobre los derivados implícitos que resulten en la cobertura de algún riesgo que de otra forma hubiese sido cubierto por una transacción con un instrumento financiero derivado con fines de cobertura.

Los efectos de la valuación de los derivados deben reconocerse en el estado de resultados netos de los costos, gastos o ingresos provenientes de los activos o pasivos cuyos riesgos se cubren. Las primas provenientes de estas transacciones deben amortizarse durante su vigencia, considerando el saldo insoluto de los activos y pasivos cubiertos.

Por otro lado, la regla básica de presentación de la información consiste en que las entidades registren en el balance general todos los activos y pasivos financieros que resulten de cualquier tipo.

Mientras se tenga el derecho y/o la obligación sobre los activos y/o pasivos financieros, deben permanecer presentes en el balance general de la entidad. La eliminación puede realizarse parcialmente a medida que se dejen de tener los derechos o las obligaciones.

Las revelaciones mínimas a incluir en las notas de los estados financieros son:

- Las bases de valuación de los instrumentos financieros. En caso de que se utilicen valuaciones técnicas del valor razonable, deberá explicarse la metodología utilizada para calcular dicho valor.
- El criterio seguido por la empresa para el registro y la presentación de los instrumentos derivados, así como sus costos, rendimientos y dividendos.
- En caso de existir quebranto esperado sobre la capacidad de pago del emisor, se deben revelar el criterio y las bases para el reconocimiento de dicho quebranto.
- Las políticas de administración de riesgos.
- Características de los instrumentos financieros clasificados como de deuda o de capital, fechas de vencimiento, tasas promedio de rendimiento y los riesgos que los instrumentos generan a la entidad.

10.1.2. Boletín C-10

Este boletín desarrolla los lineamientos contables correspondientes a instrumentos financieros derivados y operaciones de cobertura.

Un instrumento financiero derivado se puede utilizar ya sea con fines de negociación o cobertura. En el primer caso el instrumento se mantiene con la intención original de obtener ganancias con base en los cambios en su valor razonable, mientras que en el segundo se utiliza con el objeto de compensar alguno o varios de los riesgos financieros generados por una transacción.

De acuerdo con la naturaleza de la exposición al riesgo, las coberturas se clasifican en:

- a) Cobertura de valor razonable.
- b) Cobertura de flujos de efectivo.
- c) Cobertura de moneda extranjera.

La cobertura de valor razonable cubre las posibles variaciones en el valor de: [2]

- Un activo o un pasivo registrado en el balance general.
- Un compromiso en firme para comprar o vender un activo a un precio fijo, no registrado en la contabilidad.
- Un portafolios de activos con riesgo similar, un portafolios de pasivos con riesgo similar o un portafolios de compromisos con riesgo similar.

La cobertura de flujos de efectivo cubre la variabilidad en los flujos de efectivo provenientes de: [3]

- Variaciones en el valor de un pasivo o un activo registrado en el balance general.
- Transacciones pronosticadas. [4]
- Un portafolios de activos, pasivos o transacciones pronosticadas con riesgo similar.

La cobertura de moneda extranjera cubre las variaciones provenientes de:

- Cambios en el valor razonable en la moneda extranjera.
- Variaciones en los flujos de efectivo denominados en moneda extranjera.
- Variaciones en el valor de la inversión en una subsidiaria extranjera.

Efectividad de las coberturas

Una cobertura se considera como altamente efectiva si en la evaluación inicial y durante el periodo de duración, los cambios en el valor razonable o flujos de efectivo de la posición primaria [5], son compensados por el instrumento de cobertura en un cociente o razón en un rango del 80 al 125% de correlación inversa. De las políticas de administración de riesgos dependerá el método que se adopte en una empresa para la determinación de la efectividad o inefectividad de la cobertura.

Al inicio de la cobertura se pueden utilizar técnicas estadísticas con objeto de evaluar la efectividad futura probable, lo cual se conoce como efectividad prospectiva. Posteriormente, la efectividad se medirá de acuerdo con los resultados pasados y en términos de compensaciones monetarias, lo cual se denomina efectividad retrospectiva.

Cada vez que la empresa elabore estados financieros debe determinar la efectividad de la cobertura, para lo cual es necesario considerar el efecto del valor del dinero en el tiempo.

Reglas de valuación y presentación

Inicialmente los derechos y obligaciones provenientes de los instrumentos financieros derivados deben reconocerse como activos y pasivos financieros, a su valor razonable, el cual está representado por la contraprestación pactada.

Posteriormente, el valor razonable de dichos activos y pasivos financieros está representado por el precio de mercado. En caso de que éste no exista, se estimará utilizando los precios de mercado de instrumentos financieros similares, o bien, en función de modelos teóricos de valuación reconocidos y aceptados en el mercado.

Las ganancias o pérdidas originadas por los cambios en el valor razonable de los activos o pasivos financieros se deben reconocer como resultados del periodo, salvo que se trate de una operación de cobertura, en cuyo caso se tendrá lo siguiente:

- a) En las coberturas de valor razonable, incluyendo las de moneda extranjera, las ganancias o pérdidas resultantes de valuar el instrumento deben ser registradas en los resultados del periodo en que ocurran, mientras que para la posición primaria la ganancia o pérdida resultante debe ajustar el valor en libros de la posición y reconocerse como parte de los resultados del periodo.
- b) Tratándose de las coberturas de flujo de efectivo, incluyendo las operaciones en moneda extranjera, la utilidad o pérdida considerada como altamente efectiva debe registrarse como cuenta de capital contable, mientras que la porción inefectiva debe registrarse en los resultados del periodo. El valor de la posición primaria registrado en el capital contable debe ajustarse al menor entre: i) la ganancia acumulada del instrumento de cobertura o, ii) el cambio acumulado en el valor razonable de los flujos de efectivo de la posición primaria desde el inicio de la operación de cobertura.

Todos los instrumentos financieros derivados deben reconocerse en el balance general, ya sea como activos o como pasivos financieros, conforme a los derechos y obligaciones estipulados en los contratos.

Los activos y pasivos financieros pueden compensarse cuando son de la misma naturaleza o surgen de un mismo contrato, si tienen el mismo plazo de vencimiento y se liquidarán simultáneamente, o si tienen el derecho contractual de compensar las cantidades reconocidas.

Sin embargo, se prohíbe la presentación neta de los instrumentos financieros derivados con los activos o pasivos registrados en el balance general asociados, de tal manera que no se altere la sustancia y la presentación de cada uno por separado.

A continuación se muestra un ejemplo de una cobertura de flujo de efectivo.

La empresa X, S.A., solicitó el 1º de enero de 2005 un préstamo por \$1,000,000, pagando intereses a la tasa de interés interbancaria de equilibrio a 28 días (TIE28) más un punto porcentual. El plazo de dicho préstamo es de dos años.

Considerando las expectativas del mercado, la empresa desea cubrirse de posibles alzas en la tasa de referencia, por lo que decide adquirir una opción tipo *call* americana sobre la TIE28, con vencimiento igual al plazo del préstamo. En caso de que la TIE28 exceda del 5%, la empresa recibirá una cantidad equivalente a $\$1,000,000 \times (\text{TIE28 observada} - 5\%)$, de lo contrario no se ejercerá la opción. Se pagó por la opción una prima de \$38,000.

La idea de la compañía es generar una cobertura perfecta y pagar sobre este préstamo una tasa máxima del 6%. A continuación se muestra una tabla con la solución:

Valores al cierre del ejercicio					
	TIE28 observada	Valor intrínseco del <i>call</i>	Intereses por pagar sobre préstamo	Interés neto por pagar (\$)	Interés neto por pagar (%)
2005	4%	-	50,000	50,000	5%
2006	7%	20,000	80,000	60,000	6%

El valor intrínseco del *call* es: $\text{Max}\{\text{TIE28 observada} - 5\%, 0\} \times \$1,000,000$. Los intereses por pagar son: $(\text{TIE28 observada} + 1\%) \times \$1,000,000$. El monto de los intereses netos por pagar es la diferencia entre los intereses por pagar sobre el préstamo y el valor intrínseco del *call*.

En la tabla que se muestra a continuación se determina el valor en el tiempo, el cual se define como el componente del valor extrínseco de una opción, atribuible al tiempo remanente antes de su expiración. El valor extrínseco se calcula restando al valor razonable de la opción el valor intrínseco, a una misma fecha.

	(a) Valor razonable <i>call</i> antes del pago de intereses	(b) Valor intrínseco antes del pago de intereses	(a) - (b) Valor en el tiempo	Cambio en el valor razonable	Cambio en el valor en el tiempo
01/01/2005	38,000	0	38,000	38,000	0
31/12/2005	35,000	0	35,000	(3,000)	(3,000)
31/12/2006	20,000	20,000	0	(15,000)	(35,000)

Para efectos de este ejemplo, se asume que el valor intrínseco del *call* es igual a los flujos de efectivo esperados, para lo cual se excluyó el valor del dinero en el tiempo.

A continuación se muestran los asientos contables a realizarse el 1º de enero y el 31 de diciembre de 2005, así como el 31 de diciembre de 2006. Para estos efectos se utilizarán las siguientes letras a fin de identificar el tipo de cuenta de que se trata:

A = activo

P = pasivo

CC = capital contable

ER = cuenta del estado de resultados

CO = cuenta de orden

1º de enero de 2005

— 1 —	
Efectivo (A) (Entrada del Préstamo)	1'000,000

1'000,000	
Préstamo por pagar (P)	1'000,000

— 2 —	
Instrumentos financieros (A) (Pago de la Prima)	38,000

38,000	
Efectivo (A) (Egreso de la prima)	38,000

31 de diciembre de 2005

— 3 —	
Gastos financieros (ER) (intereses pagados del préstamo)	50,000

50,000	
Efectivo (A)	50,000

— 4 —	
Gastos financieros (ER) (pérdida del valor razonable del <i>call</i>)	3,000

3,000	
Instrumentos financieros (A) (disminución del valor de la prima)	3,000

31 de diciembre de 2006

— 5 —

Gastos financieros (ER)	80,000
(intereses pagados con la nueva tasa)	
Efectivo (A)	80,000

— 6 —

Gastos financieros (ER)	35,000
(pérdida del valor razonable del all)	
Instrumentos financieros (A)	35,000

(disminución del valor de la prima)

— 7 —

Instrumentos financieros (A)	20,000
(reconocimiento del valor intrínseco)	
Utilidad integral (CC)	20,000

(reconocimiento del ingreso)

— 8 —

Utilidad integral (CC)	20,000
Productos financieros (ER)	20,000

— 9 —

Efectivo (A)	20,000
(entrada por liquidación de cobertura)	
Instrumentos financieros (A)	20,000

(cancelación del instrumento)

Como se puede observar, a través de la operación de cobertura la empresa limita el pago de intereses al 6% durante los dos años del préstamo.

10.2. Contabilización para instituciones de crédito según criterios de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV)

El criterio B-5, "Instrumentos financieros derivados", emitido por la CNBV, establece las reglas de registro, valuación, presentación y revelación de los instrumentos financieros derivados, con fundamento en la circular 1488.

De acuerdo con dicho criterio, las instituciones deberán reconocer en el balance general el importe de los instrumentos financieros que tengan en su posición, ya sea en el activo, pasivo o ambos, de acuerdo con los derechos y obligaciones contenidos en cada instrumento.

Esta normatividad reconoce dos tipos de instrumentos de acuerdo con su finalidad: negociación y cobertura.

En todos los casos, las instituciones de crédito, ya sea como compradores o como vendedores, deben registrar una posición activa y/o una posición pasiva al momento de contratar la operación financiera derivada de que se trate.

A continuación se muestra un cuadro donde se resumen las diferencias para cada tipo de instrumento:

	Negociación		Cobertura	
	Registro inicial	Valuación posterior	Registro inicial	Valuación posterior
Forwards	Comprador	Activo a VN Pasivo a VN	Activo a VR Pasivo a VN	Activo a spot Pasivo a VN (Spot - VN) = CD
	Vendedor	Activo a VN Pasivo a VN	Activo a VN Pasivo a VR	Activo a VN Pasivo a spot (Spot - VN) = CD
Futuros		Activo a VR Pasivo a VR	Valuación diaria Activo y pasivo a VR	Igual que los forwards
Opciones	Comprador	Activo: prima pagada	Activo a VR	Activo: prima pagada
	Emisor	Pasivo: prima cobrada	Pasivo a VR	Pasivo: prima cobrada
Swaps		Activo a VR Pasivo a VR	Activo a VR Pasivo a VR	Misma valuación que los activos o pasivos cubiertos

VN = valor nominal

VR = valor razonable

CD = cargo o crédito diferido

Ejemplo 1: contratos de opciones con fines de negociación

El 15 de agosto el Banco AAA, S.A., emite 1000 opciones *call* (*warrant*), con las que se asumirá una posición corta sobre 1000 acciones de la empresa Mex, S.A. de C.V., la cual cotiza en la bolsa. El precio de ejercicio es de \$150 por acción y el vencimiento es el 1º de octubre. La prima a la que se emite la opción es de \$50 por acción y se pacta la liquidación en efectivo.

La totalidad de dicha emisión será adquirida por el Banco XYZ, S.A.

	Valor de la acción	Valor de la opción
15 de agosto	120	50
30 de agosto	100	35
30 de septiembre	130	0

Registro del emisor:

15 de agosto

— 1 —

Efectivo (A) (entrada a bancos)	50,000
Valuación de opciones con fines de negociación (P) (emisión de opciones)	50,000

— 2 —

Control de montos contratados	150,000
en instrumentos derivados (CO)	
Reportos e instrumentos derivados	
Control de montos contratados (CO)	150,000
(registro del monto del call para efectos de control)	

30 de agosto

- 3 -

Valuación de opciones con fines de negociación (P)	15,000
(cambio en el valor razonable del call)	Resultado por valuación a mercado (ER) (ingreso por valuación)
	15,000

30 de septiembre

- 4 -

Valuación de opciones con fines de negociación (P)	35,000
(cambio en el valor razonable del call)	Resultado por valuación
a mercado (ER)	
(ingreso por valuación)	35,000

El Banco XYZ, S.A., decide no ejercer la opción, dado que el valor de mercado es menor que el precio de ejercicio.

Registro del comprador:

15 de agosto

— 1 —

Valuación de opciones con fines de negociación (A)	50,000
(compra del instrumento) Efectivo (A) (Salida de bancos)	50,000

3

Control de montos
contratados en instrumentos
derivados (CO) 150,000

Reportos e instrumentos
derivados

Control de montos
contratados (CO)

(Registro del valor de
ejercicio del call para
efectos de control)

30 de agosto

— 3 —

Resultado por valuación
a mercado (ER)

15,000	Valuación de opciones con fines de negociación (A)	15,000
--------	---	--------

30 de septiembre

— 4 —

Resultado por valuación
a mercado (ER)

35,000	Valuación de opciones con fines de negociación (A)	35,000
--------	---	--------

Ejemplo 2: contratos de opciones con fines de cobertura

El 15 de agosto el Banco AAA, S.A., emite 1000 opciones *call* (*warrant*), con las que se asumirá una posición corta sobre 1000 acciones de la empresa Mex, S.A. de C.V., la cual cotiza en la bolsa. El precio de ejercicio es de \$150 por acción y el vencimiento es el 1º de octubre. La prima a la que se emite la opción es de \$20 por acción y se pacta la liquidación en efectivo.

La totalidad de dicha emisión será adquirida por el Banco XYZ, S.A.

A continuación se muestra el valor de mercado de la acción y la opción:

	Valor de la acción	Valor de la opción
15 de agosto	185	20
30 de agosto	200	30
30 de septiembre	215	35

Registro del emisor:**15 de agosto**

— 1 —

Efectivo (A)
(entrada a bancos)

20,000	Valuación de opciones con fines de cobertura (P) (emisión de opciones)	20,000
--------	--	--------

— 2 —

Control de montos
contratados
en instrumentos
derivados (CO)

150,000

Reportos e instrumentos
derivados
Control de montos
contratados (CO)

150,000

30 de agosto

— 3 —

Resultado por valuación
a mercado (ER)

10,000

Valuación de opciones
con fines de cobertura (P)

10,000

30 de septiembre

— 4 —

Resultado por valuación
a mercado (ER)

5,000

(pérdida por valuación
del call)Valuación de opciones
con fines de cobertura (P)
(cambio en el valor razonable
del call)

5,000

1º de octubre

— 5 —

Valuación de opciones
con fines de cobertura (P)
(cancelación del instrumento)

35,000

Efectivo (A)
(entrada abancos
por liquidaciones de la
operación)

150,000

Títulos para negociar (A)
(entrega de acciones al valor de
de mercado de compra)

185,000

Registro del comprador:**15 de agosto****— 1 —**

Valuación de opciones con fines de cobertura (A) (compra del call)	20,000
Efectivo (A) (salida de bancos)	20,000

— 2 —

Control de montos contratados en instrumentos derivados (CO)	150,000
--	---------

Reportos e instrumentos derivados	
Control de montos contratados (CO)	150,000
(registro del valor de ejercicio para efectos de control)	

30 de agosto**— 3 —**

Valuación de opciones con fines de cobertura (A) (cambio en el valor razonable del call)	10,000
Resultado por valuación a mercado (ER) (ingreso por valuación)	10,000

30 de septiembre**— 4 —**

Valuación de opciones con fines de cobertura (A) (cambio en el valor razonable del (call))	5,000
Resultado por valuación a mercado (ER) (ingreso por valuación)	5,000

1º de octubre**— 5 —**

Títulos para negociar (A) (adquisición de acciones a valor de mercado actual)	215,000
Valuación de opciones con fines de cobertura (A) (cancelación del instrumento)	35,000
Efectivo (A) (salida de bancos por liquidación de la operación)	150,000
Incremento en el valor de los títulos (ER) (ganancia por valuación del subyacente)	30,000

10.3. Estados Unidos de Norteamérica: US GAAP

De acuerdo con los *US GAAP* (United States General Accepted Accounting Principles), lo primero que debe hacer una entidad es clasificar si el instrumento es derivado o no, para lo cual existen cuatro condiciones que sirven como puntos de referencia:

1. Instrumento financiero con uno o más subyacentes.
2. Instrumento financiero con una o más provisiones por liquidación, [7] cantidades nacionales, o una combinación de ambas.
3. Instrumento financiero cuya inversión inicial es menor que la que se paga por instrumentos similares en el mercado, o bien que no tiene inversión inicial.
4. Instrumento financiero que permite o requiere pagos netos. [8]

Una vez que la empresa ha identificado que tiene un instrumento derivado, el siguiente paso es clasificarlo como de cobertura o de no cobertura.

Los instrumentos clasificados como de no cobertura deben ser registrados en el balance general como activos o pasivos, al llamado *fair value* o valor razonable.

Cualquier cambio en su valor debe ser llevado al estado de resultados, en el periodo en que esto ocurra.

La normatividad estadounidense define como *fair value* la cantidad que el comprador está dispuesto a pagar, y la que el vendedor está dispuesto a aceptar, por una transacción de libre competencia, en la compra-venta de un activo o en la situación donde se contrae la deuda.

El precio de mercado es el mejor método para obtener el *fair value*, pero si no existe o bien no se encuentra disponible, se pueden utilizar otros métodos para su cálculo:

- El precio de mercado de derivados similares.
- El valor presente de los flujos de efectivo esperados.
- Modelos teóricos reconocidos o de valuación de opciones, como el de *Black & Scholes*.

Por otra parte, la contabilización de los instrumentos catalogados como de cobertura depende de dos factores: 1) efectividad, y 2) tipo de cobertura.

La efectividad es directamente proporcional al grado de correlación entre el subyacente y el instrumento derivado.

Para entender mejor la efectividad de un derivado, a continuación se presenta un ejemplo.

Una compañía que cosecha trigo y se quiere cubrir ante posibles bajas en el precio del producto, decide vender un futuro.

CASO I

El valor de la cosecha baja en \$150,000 y la ganancia obtenida en el mercado de futuros es de \$150,000. En este caso existe una correlación perfecta entre el subyacente y el derivado, ya que la diferencia entre la pérdida del mercado de físicos y la ganancia del mercado de futuros es cero. Por lo tanto, se diría que la cobertura es perfectamente efectiva.

CASO II

El valor de la cosecha baja en \$150,000 y la ganancia en el mercado de futuros es de \$100,000. En este caso no existe una correlación perfecta entre el subyacente y el derivado, aunque se podría decir que es altamente efectiva. La parte no cubierta, en este caso \$50,000, debe llevarse a los resultados del periodo de su ocurrencia.

Una vez que se ha evaluado la efectividad del instrumento, el siguiente paso es analizar el tipo de cobertura. Se contemplan básicamente tres tipos:

1. Coberturas *fair value*.
2. Coberturas de flujos de efectivo.
3. Coberturas sobre monedas extranjeras.

La clasificación de FAIR VALUE surge cuando se cubre el riesgo de cambios en el valor del activo o del pasivo de la entidad. Un ejemplo de este tipo de coberturas es un contrato futuro de venta que tiene por objeto asegurar el precio de venta del inventario de plata de una empresa que se dedica a la extracción de este mineral.

Cuando el derivado se clasifica como *fair value* y es altamente efectivo, se registra en la contabilidad precisamente al *fair value*, y los cambios en su valor se llevan directamente al estado de resultados. Asimismo, el valor del subyacente debe ajustarse por las variaciones, y estos cambios deben llevarse a los resultados. Se debe eliminar el derivado de la contabilidad cuando:

- a) El instrumento derivado es ejercido, vendido o expira.
- b) El subyacente es removido por la empresa.
- c) El instrumento ya no cumple con los requisitos para ser catalogado como cobertura.

Se clasifica un instrumento como cobertura de flujo de efectivo cuando cubre el riesgo sobre el efectivo proveniente de variaciones en activos o en pasivos reconocidos en el balance general. Un ejemplo de este tipo de coberturas sería una opción *call americana* sobre tasas de interés, que tiene por objeto cubrir del alza en la tasa de referencia de un préstamo bancario.

Esta categoría se registra en la contabilidad al *fair value*. Los cambios en el *fair value* deben dividirse en la parte efectiva y la inefectiva. La primera se debe registrar en la cuenta de utilidad integral (capital contable) y se necesitan las siguientes especificaciones:

- Cualquier ganancia o pérdida proveniente de la parte inefectiva debe reportarse como un componente del ingreso.
- El saldo debe ajustarse por la ganancia o pérdida de la cobertura.
- Incluir en otros ingresos la cantidad necesaria para efectuar el ajuste indicado en el punto anterior.
- Incluir como componente del ingreso cualquier ganancia o pérdida requerida como resultado del punto anterior.

Un instrumento derivado o contrato se define como cobertura de moneda extranjera cuando el instrumento cubre el riesgo resultante de una exposición a posibles cambios en los tipos de cambio.

La normatividad divide las coberturas en los siguientes tipos:

- Coberturas de compromisos con entidades no registrados en la contabilidad.
- Coberturas de activos disponibles para la venta.
- Coberturas de transacciones pronosticadas.
- Coberturas relacionadas con inversiones de operaciones extranjeras.

Las primeras dos categorías se clasifican como coberturas de *fair value* y son contabilizadas con el criterio descrito anteriormente.

De la misma forma, las coberturas de transacciones pronosticadas, los compromisos con entidades no reconocidas en la contabilidad, así como los activos y los pasivos reconocidos, son clasificados como coberturas de flujo de efectivo, siempre y cuando se cumpla con los requisitos establecidos por la normatividad.

Por otro lado, la ganancia o pérdida que surge al consolidar las operaciones extranjeras, debe formar parte del resultado acumulado. En consecuencia, la ganancia o pérdida resultante de la cobertura también debe reportarse como parte de los resultados acumulados.

A continuación se muestra un ejemplo.

La compañía ABC emitió el 1º de julio un bono con 20,000 títulos, cuyo valor nominal es de \$100 cada uno. El plazo del instrumento es de dos años, y paga cupones fijos trimestrales. La tasa cupón es 6% anual y el rendimiento a vencimiento es 6%.

En esa fecha compró un *swap* por la misma cantidad y por el mismo plazo. El objetivo es intercambiar una tasa fija por una tasa variable, es decir, pagar una cantidad fija y recibir a cambio un monto variable.

La tasa variable se encuentra referenciada a cetes a 91 días. Las tasas para los próximos dos años son las siguientes:

Mes	Tasa de cetes a 91 días
Julio 2004	6.0%
Octubre 2004	6.2%
Enero 2005	6.5%
Abril 2005	6.7%
Julio 2005	6.8%
Octubre 2005	7.0%
Enero 2006	7.3%
Octubre 2006	7.6%
Julio 2006	8.0%

La empresa clasificó esta cobertura como *fair value*, y se asume que el *swap* es totalmente efectivo.

Al tomar estos supuestos se seguirán los siguientes pasos:

- 1) Calcular el importe de los intereses generados por el bono, agregándole a esta cantidad cualquier diferencia entre la tasa fija y la variable.
- 2) Calcular el cambio en el valor del *swap*, descontando a la tasa variable la diferencia en flujos entre la tasa fija y la variable.
- 3) Ajustar el valor del *swap* con la diferencia obtenida anteriormente.
- 4) Ajustar el valor de la deuda con el mismo importe utilizado en el punto anterior.

Valor de la deuda: \$2,000,000

Cupón trimestral: 6%/4= 1.5%

El valor presente de la diferencia en flujos se calcula tomando como tasa de descuento la tasa variable llevada al periodo. Por ejemplo, la primera diferencia (\$1,000) se considera constante durante siete trimestres; este flujo se descuenta a la tasa trimestral ($0.062/4=0.0155$). En la segunda diferencia se realiza el mismo

CÁLCULO DEL VALOR DEL SWAP								
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8
Flujos con tasa fija	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000
Flujos con tasa variable								
t_1 $2,000,000 \times 6.2\%/4$	\$31,000							
t_2 $2,000,000 \times 6.5\%/4$		\$32,500						
t_3 $2,000,000 \times 6.7\%/4$			\$33,500					
t_4 $2,000,000 \times 6.8\%/4$				\$34,000				
t_5 $2,000,000 \times 7\%/4$					\$35,000			
t_6 $2,000,000 \times 7.3\%/4$						\$36,500		
t_7 $2,000,000 \times 7.6\%/4$							\$38,000	
t_8 $2,000,000 \times 8\%/4$								
Diferencia en Flujos	\$1,000	\$2,500	\$3,500	\$4,000	\$5,000	\$6,500	\$8,000	
Valor presente de las diferencias en flujos, a la tasa variable	\$6,585	\$14,183	\$16,654	\$15,342	\$14,490	\$12,653	\$7,851	
Tasa variable trimestral	1.55%	1.63%	1.68%	1.70%	1.75%	1.83%	1.90%	
Número de períodos para traer el flujo a VP	7	6	5	4	3	2	1	0

proceso; se considera el flujo constante de \$2,500 durante seis períodos, descontados a la tasa trimestral del 1.63% ($0.065/4$), y así sucesivamente hasta el último trimestre.

Tomando el resultado de estas diferencias descontadas, se calcula el cambio en el valor del *swap*, como se muestra a continuación:

CÁLCULO DEL CAMBIO EN EL VALOR DEL SWAP

	Saldo Inicial del Swap	Saldo Final del Swap	Incremento (Decreimento) en el Swap
t_1	0	6,585	-6,585
t_2	6,585	14,183	-7,597
t_3	14,183	16,654	-2,471
t_4	16,654	15,342	1,311
t_5	15,342	14,490	.853
t_6	14,490	12,653	-1,837
t_7	12,653	7,851	4,802
t_8	7,851	0	7,851

El último paso consiste en calcular el pago por interés del bono para cada trimestre. Es importante hacer notar que no existe diferencia entre la tasa cupón fijada sobre el bono y la tasa fija del *swap*.

CÁLCULO DEL GASTO POR INTERÉS

	Diferencia en la Tasa Fija al Vencimiento	Valor Nominal	Tasa de Interés	Gasto por Interés
			Variable Trimestral	
t ₁	0%	2,000,000	1.55%	31,000
t ₂	0%	2,000,000	1.63%	32,500
t ₃	0%	2,000,000	1.68%	33,500
t ₄	0%	2,000,000	1.70%	34,000
t ₅	0%	2,000,000	1.75%	35,000
t ₆	0%	2,000,000	1.83%	36,500
t ₇	0%	2,000,000	1.90%	38,000
t ₈	0%	2,000,000	2.00%	40,000

La contabilización de las operaciones sería como se muestra a continuación:

1º de julio de 2004
(emisión)

— 1 —

Efectivo (A)
(entrada a bancos por emisión del bono)

2'000,000

Cuentas por pagar (P)
(emisión del bono)

El siguiente asiento es por el cambio en el *fair value*, tanto del *swap* como del bono, así como el reconocimiento del gasto por interés de la deuda de la empresa:

— 2 —

Pérdida por interés del *swap*
(ER) (pérdida por valuación)

6,585

Interés del *swap* (P)
(cambio en el valor del swap)

30 de septiembre de 2004
(Reconocimiento de intereses y cambios en el *fair value*)

— 3 —

Cuentas por pagar (P) (cambio en el valor del bono)	6,585	Ganancia por ajuste al <i>fair value</i> del bono (ER)	6,585
---	-------	--	-------

— 4 —

Gastos financieros (ER) (pago de intereses)	31,000	Efectivo (A) (salida de bancos)	31,000
--	--------	------------------------------------	--------

Los siguientes asientos del reconocimiento del cambio en el valor del *swap* y de la deuda son iguales, únicamente cambian los importes, los cuales se muestran en la Tabla "Cálculo del valor de swap".

El registro cambia hasta el periodo 4, como se muestra a continuación:

— 5 —

Interés del <i>swap</i> (A) (cambio en el valor del swap)	1,311	Ganancia por interés del <i>swap</i> (ER) (ingreso por valuación)	1,311
---	-------	---	-------

— 6 —

Pérdida por ajuste al <i>fair value</i> del bono (ER)	1,311	Cuentas por pagar (P) (cambio en el valor del bono)	1,311
---	-------	--	-------

Para los siguientes períodos, las cuentas y los movimientos son exactamente iguales, cambiando las cantidades, de acuerdo con los resultados de la Tabla "Cálculo del cambio en el valor del *swap*".

El último registro sería como sigue:

— 7 —

Gastos financieros (ER)	40,000	Efectivo (A) (salida de bancos)	40,000
-------------------------	--------	------------------------------------	--------

— 8 —

Cuentas por pagar (P) (cancelación del pasivo)	1'992,150
Interés del swap (A) (cambió en el valor del swap)	7,850
Efectivo (A) (pagado del principal)	2'000,000

El saldo de \$1'922,150 de cuentas por pagar se obtuvo restándole a 2'000,000 los incrementos (decrementos) en el valor del swap ($-6,583 - 7,597 - 2,471 + 1,311 + 853 + 1,837 + 4,803$).

10.4. Normas Internacionales de Contabilidad (NIC)

Las Normas Internacionales de Contabilidad definen un instrumento derivado como:

- a) Aquel cuyo valor cambia en respuesta a las variaciones en una tasa de interés, de un precio de acciones, de un precio de mercancías, de una tasa de cambio de divisas, de un indicador de precios, de una clasificación o de un índice crediticio o de una variable similar a las anteriores (que se denomina subyacente).
- b) Aquel que requiere, al principio, una inversión neta muy pequeña o nula, con respecto a otro tipo de instrumentos que presentan una respuesta similar ante cambios en las condiciones de mercado.
- c) Aquel que se liquidará en una fecha futura.

Asimismo, para efectos de contabilización los derivados son considerados por las NIC como coberturas, o con el propósito de ser negociados y, por lo tanto, se miden a su valor razonable.

Esta normatividad define como valor razonable: "*la cantidad por la cual puede ser intercambiado un activo entre un comprador y un vendedor debidamente informados, o puede ser cancelada una obligación entre un deudor y un acreedor con suficiente información, que realizan una transacción libre*".

Se pueden cubrir tanto activos como pasivos del balance general, como son los compromisos en firme o las transacciones futuras no comprometidas todavía, pero con alta probabilidad de ocurrencia, y que pueden ser conocidas por anticipado.

En el registro de una cobertura se reconocen, de forma simétrica, los efectos de compensación que los cambios en el valor razonable del instrumento de cobertura y del instrumento objeto de cobertura producen en la ganancia o pérdida neta del periodo.

Así como en los *US GAAP*, las NIC catalogan las coberturas en tres tipos:

- 1) Cobertura sobre el valor razonable: una cobertura a la exposición en los cambios en el valor razonable de activos o pasivos previamente reconocidos en el balance general, o de una porción identificada del valor de dichos activos o pasivos que sea atribuible a un riesgo en particular y que pueda afectar el resultado neto que se presenta en los estados financieros.
- 2) Cobertura sobre los flujos de efectivo, una cobertura a la exposición en la variabilidad de los flujos de efectivo que: 1) se atribuye a un riesgo en particular asociado con un activo o un pasivo previamente reconocido, o a una transacción prevista, y que 2) van a afectar la ganancia o pérdida neta. Una cobertura correspondiente a un compromiso firme de compra o venta, que no haya sido objeto de reconocimiento en los estados financieros, se debe contabilizar como una cobertura de flujos de efectivo, incluso si se trata de una exposición del valor razonable.
- 3) Cobertura de la inversión neta en una entidad extranjera: cubre las variaciones en los tipos de cambio de monedas extranjeras.

Al igual que los *US GAAP*, las NIC evalúan la eficacia de la cobertura de acuerdo con el grado en que los cambios en el valor razonable o en los flujos de efectivo de la partida cubierta son compensados por los cambios en el valor razonable de la cobertura.

Registro

Coberturas sobre el valor razonable.

Si una empresa cataloga el instrumento dentro de esta clase, la ganancia o pérdida proveniente del cambio en el valor razonable del instrumento de cobertura debe ser reconocida de forma inmediata en los resultados netos del periodo, mientras que el cambio en el valor del rubro que está siendo cubierto debe ajustarse afectando el valor registrado en libros, contra la ganancia o pérdida neta del periodo.

Coberturas sobre los flujos de efectivo

La porción de la pérdida o ganancia del instrumento de cobertura, que se haya clasificado como una cobertura eficaz, debe ser reconocida directamente sobre el capital contable. La porción considerada como ineficaz debe ser tratada de alguna de las siguientes formas:

1. Ser llevada inmediatamente a la ganancia o pérdida neta del periodo, si el instrumento de cobertura es un derivado.

2. Ser tratada como cualquier ganancia o pérdida surgida por una variación en el valor razonable proveniente de un activo o pasivo financiero, que no forma parte de una operación de cobertura.

Coberturas sobre la inversión neta en una entidad extranjera

La porción de la pérdida o ganancia, incluida en el instrumento de cobertura, que se haya clasificado como una cobertura eficaz debe ser reconocida directamente sobre el capital contable. La porción considerada como ineficaz debe ser tratada de alguna de las siguientes formas:

1. Ser llevada inmediatamente a la ganancia o pérdida neta del periodo, si el instrumento de cobertura es un derivado.
2. Ser considerada como parte del capital contable, hasta que se produzca la desapropiación de la inversión, en cuyo momento serán objeto de reconocimiento como gasto o ingreso.

10.5. Generalidades del tratamiento fiscal aplicable a los derivados en México

En esta sección se describirá brevemente el régimen fiscal aplicable a las operaciones financieras derivadas en México para personas físicas y morales residentes en territorio nacional.

Cabe mencionar que la legislación fiscal del país es reformada cada año, por lo que las disposiciones a que se haga referencia podrían ser modificadas y, con ello, podría cambiar la interpretación presentada en esta sección. [9].

Generalidades

En materia fiscal el concepto de instrumentos financieros derivados se define en el Código Fiscal de la Federación como las operaciones en las que una de las partes adquiere el derecho o la obligación de adquirir o enajenar a futuro mercancías, acciones, títulos, valores, divisas u otros bienes fungibles que coticen en mercados reconocidos, a un precio establecido al celebrarlas, o a recibir o a pagar la diferencia entre dicho precio y el que tengan esos bienes al momento del vencimiento de la operación derivada, o bien el derecho o la obligación a celebrar una de estas operaciones.

También se entiende por operaciones financieras derivadas aquellas referidas a un indicador o a una canasta de indicadores, de índices, precios, tasas de interés, tipo de cambio de una moneda, u otro indicador que sea determinado en mercados

reconocidos, en las que se liquiden diferencias entre su valor convenido al inicio de la operación y el valor que tengan en fechas determinadas.

Para efectos de lo anterior se consideran como mercados reconocidos los siguientes:

- La Bolsa Mexicana de Valores.
- El Mercado Mexicano de Derivados.
- Bolsas de valores y otros sistemas equivalentes de cotización de títulos, contratos o bienes, siempre que hayan sido autorizados por las leyes del país en que estén establecidos, que los precios sean del conocimiento público y no alterables por las partes de la operación financiera derivada, y cuenten con cinco años de operación.
- En el caso de los índices de precios, para que se considere que el subyacente se encuentra determinado en un mercado reconocido, el banco central o la autoridad monetaria equivalente deberá publicar dichos índices.
- En el caso de tasas de interés, tipo de cambio de una moneda u otro indicador, se entenderá que el subyacente se negocia o se determina en mercado reconocido cuando se obtenga información pública de una institución reconocida en el mercado de que se trate y dicha información se publique en un medio impreso.

Las operaciones financieras derivadas se clasifican en dos tipos, de acuerdo con el subyacente al que estén referidas, de la siguiente forma.

Operaciones financieras derivadas de deuda: son aquellas referidas a tasas de interés, títulos de deuda o al Índice Nacional de Precios al Consumidor. De acuerdo con la Resolución Miscelánea Fiscal vigente para 2004, se consideran operaciones financieras derivadas de deuda, entre otras, las siguientes:

- a) *Warrants* referidos al Índice Nacional de Precios al Consumidor, celebrados por los sujetos autorizados que cumplan con los términos y condiciones previstos en las circulares emitidas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- b) Futuros sobre tasas de interés nominales, celebradas conforme a lo previsto en las circulares emitidas por el Banco de México.
- c) Futuros sobre el nivel del Índice Nacional de Precios al Consumidor, celebradas conforme a lo previsto por las circulares emitidas por el Banco de México.

Operaciones financieras derivadas de capital: son aquellas que se encuentran referidas a otros títulos, mercancías, divisas o canastas o índices accionarios. Entre otros se pueden mencionar los siguientes:

- a) Operaciones de cobertura cambiaria de corto plazo y las operaciones con futuros de divisas celebradas conforme a lo previsto en las circulares emitidas por el Banco de México.
- b) Operaciones con *warrants*, celebradas conforme a lo previsto en las circulares emitidas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- c) *Forwards* referidos a una divisa o tipo de cambio, excepto cuando se trate de dos o más *forwards* con fechas de vencimiento distintas, adquiridos simultáneamente por un residente en el extranjero, y la operación con el primer vencimiento sea una operación contraria a otra con vencimiento posterior, de tal modo que el resultado previsto en su conjunto sea para el residente en el extranjero equivalente a una operación financiera derivada de tasas de interés por el plazo entre las fechas de vencimiento de las operaciones *forwards* referidas a la divisa.

En este último caso se considera que el conjunto de operaciones no es una operación financiera derivada de capital, sino de deuda.

- *Ganancia o pérdida de las personas morales:* operaciones liquidables en efectivo:

La Ley del Impuesto sobre la Renta establece que cuando una operación se liquide en efectivo, se considerará como ganancia o como pérdida, según sea el caso, la diferencia entre la cantidad final que se perciba o se entregue como consecuencia de la liquidación o del ejercicio de los derechos u obligaciones contenidas en la operación, y las cantidades previas que se hayan pagado o percibido por celebrar dicha operación o por haber adquirido posteriormente los derechos o las obligaciones de que se trate.

Por ejemplo, tratándose de una posición larga en una opción de venta (*put*) sobre el tipo de cambio, la ganancia sería la diferencia entre la cantidad percibida al momento de ejercer la opción de venta y la prima pagada al inicio de la operación.

Cabe señalar que las cantidades que se paguen al inicio (primas) se deben actualizar por inflación por el periodo que transcurra entre el mes en que se paguen o se perciban y el mes el que la operación financiera se liquide o se ejerza el derecho de que se trate.

Ejemplo:

- Posición larga en *put* sobre el tipo de cambio.
- Monto de la operación: \$100,000 dólares.
- Prima pagada: \$10,000 pesos.
- Tipo de cambio de ejercicio pactado: \$11/dólar.
- Tipo de cambio a la fecha de ejercicio: \$10/dólar.
- Inflación transcurrida: 5%.

		Monto en dólares	Monto en pesos
Tipo de cambio <i>strike</i>	11	100,000	1,100,000
Tipo de cambio <i>spot</i>	10	100,000	1,000,000
		Flujo	100,000
		Prima actualizada	10,050
		Ganancia fiscal	89,950
• Operaciones liquidables en especie			

En caso de que una operación se liquide con la entrega de mercancías, títulos, valores o divisas, se considerará que los bienes de que se trate se enajenaron o se adquirieron, según sea el caso, al precio percibido o pagado en la liquidación, adicionado con la prima pagada o recibida.

Por ejemplo, en un contrato en una opción de compra (*call*) sobre acciones, al momento de ser ejercida, la persona que entrega las acciones deberá considerar la transacción como una enajenación de bienes y determinar la ganancia conforme a las disposiciones fiscales correspondientes. En términos generales, deberá considerar como ingreso acumulable lo siguiente:

$$\text{Ganancia} = \text{prima} + (\text{strike} - \text{costo fiscal por acción}) \times \text{número de acciones}$$

Por otro lado, la contraparte que está en posición larga en el *call*, deberá considerar como costo comprobado de adquisición para futuras enajenaciones el precio de ejercicio más la prima pagada al inicio de la operación.

- Operaciones no ejercidas o enajenadas antes del vencimiento

En caso de que el instrumento derivado sea enajenado antes de su vencimiento, se considerará como ganancia o pérdida la diferencia entre el precio de enajenación y la prima pagada al inicio de la operación, actualizada por inflación.

Como es de esperarse, la Ley del Impuesto sobre la Renta establece que cuando una operación expire sin ser ejercida, se considerará como ganancia o pérdida el monto de la prima recibida o pagada, actualizada por inflación.

- Opciones compuestas

Cuando se realice una operación mediante la cual se adquiera el derecho o la obligación de realizar otra operación financiera derivada, la ganancia o la pérdida se determinará conforme al procedimiento mencionado previamente, en la fecha en la que se liquide la operación subyacente.

- Acciones de tesorería

Cuando el titular del derecho concedido en la operación ejerza el derecho y el obligado entregue acciones emitidas por él y que no hayan sido suscritas acciones de tesorería, dicho obligado no acumulará el precio o la prima que hubiese percibido por celebrarla ni el ingreso que perciba por el ejercicio del derecho concedido, sino que deberá considerar ambos montos como aportaciones a su capital social.

- Liquidaciones periódicas

En las operaciones en las que se liquiden diferencias durante su vigencia, se considerará en cada liquidación como ganancia o pérdida el monto de la diferencia liquidada. En caso de que hubiera primas pagadas o recibidas al inicio de la operación, se sumará o se restará del monto de la última liquidación para determinar la ganancia o la pérdida correspondiente a la misma.

- Operaciones referidas al tipo de cambio

La ganancia o pérdida de las operaciones referidas al tipo de cambio de una divisa se debe determinar al cierre de cada ejercicio, aun en el caso de que el vencimiento de la operación sea un ejercicio posterior y, por tanto, la operación todavía no haya sido ejercida.

Para tales efectos, la ganancia o pérdida se determina considerando el tipo de cambio del último día del ejercicio que se publique en *el Diario Oficial de la Federación*.

- Operaciones con garantía para readquisición de bienes

En el caso de operaciones financieras derivadas por medio de las cuales una parte entregue recursos líquidos a otra, y esta última, a su vez, garantice la responsabilidad de readquirir el activo subyacente, por un monto igual al entregado por la primera más un cargo proporcional, se considera que dicho cargo proporcional es un interés a favor o a cargo, según corresponda.

Es decir, tratándose de operaciones de financiamiento con garantía para la readquisición de los bienes a los que se refiere la operación, el sobrecargo que se pacte tendrá el tratamiento de un producto o gasto financiero.

En este tipo de operaciones, a diferencia de los casos descritos en párrafos precedentes, las primas no se actualizan por inflación y se considerarán como créditos o deudas para efectos del ajuste anual por inflación a que se refiere la Ley del Impuesto sobre la Renta.

- Operaciones financieras derivadas de deuda y mixtas

Tratándose de operaciones financieras referidas a tasas de interés, títulos de deuda o al Índice Nacional de Precios al Consumidor, la ganancia o pérdida que se determine se considerará como interés para efectos fiscales.

Cabe resaltar que cuando una misma operación esté referida a varios bienes que hagan que la operación sea de deuda y de capital a la vez, se le dará el tratamiento correspondiente a las operaciones financieras de deuda, por la totalidad de las cantidades pagadas o percibidas por la operación de que se trate.

Ganancia o pérdida de las personas físicas: a diferencia de las personas morales, cuando las personas físicas residentes en México obtengan ingresos por operaciones financieras derivadas, las casas de bolsa o las instituciones de crédito que intervengan en las operaciones o, en su defecto, las personas que efectúen los pagos correspondientes, deberán retener una cantidad equivalente al 25% del monto del interés o de la ganancia acumulable que resulte de las operaciones realizadas durante el mes, disminuida de las pérdidas originadas por las demás operaciones que hubiera realizado dicha persona.

La retención antes mencionada tendrá el carácter de pago provisional, por lo que la persona física podrá acreditar el monto de las retenciones contra su impuesto anual.

Cabe señalar que las personas físicas cuentan con una exención del impuesto sobre la renta, tratándose de ingresos provenientes de operaciones financieras derivadas referidas a acciones emitidas por sociedades mexicanas en bolsa de valores concesionada en los términos de la Ley del mercado de Valores o de acciones emitidas por sociedades extranjeras cotizadas en dichas bolsas de valores, siempre y cuando los ingresos se liquiden mediante la entrega de las acciones.

Notas

1. Véase el párrafo 22 del boletín C-2 de los Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados (PCGA) emitidos por el IMCP.
2. Un ejemplo de cobertura de valor razonable podría ser el activo fijo del Balance, ya que éste puede registrar variaciones en su valor, pero no hay flujo de efectivo. Véase el boletín C-15 "Deterioro en el valor de los activos de larga duración".
3. Todos los instrumentos financieros que contemplen un flujo de efectivo (cupones, dividendos, etc.) son cobertura de flujo de efectivo.
4. Una transacción pronosticada es aquella en la que una entidad espera realizar una transacción con alta probabilidad de materializarse, pero por no haberse concretado no se encuentra registrada en la contabilidad como un activo o un pasivo. Sin embargo genera una exposición a riesgos en cuanto a la magnitud de los flujos de efectivo que la empresa espera cubrir o recibir en el futuro.
5. Se entiende por posición primaria los activos o pasivos registrados en el balance general, un compromiso en firme no registrado en la contabilidad o una transacción pronosticada.
6. Las cuentas de orden son registros cuyo objetivo es llevar un control de las transacciones que no afectan el activo, pasivo, capital y resultados de la entidad.

7. Una provisión se define como una obligación presente cuya cuantía y vencimiento son inciertos. Sin embargo, la entidad debe reconocer periódicamente una cantidad estimada en los resultados de cada periodo.
8. Un ejemplo sería el caso de los *swaps* mencionados en el capítulo 9.
9. Los principales artículos aplicables durante 2004 son el 16-A y 16-C del Código Fiscal de la Federación, así como los artículos 22, 23, 167 y 171 de la Ley del Impuesto sobre la Renta.

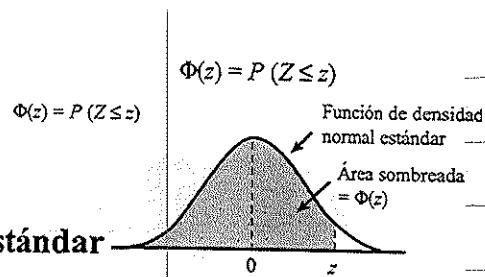
Bibliografía

1. Aportación Inicial Mínima (AIM) para portafolios con futuros y opciones. Cubriendo el futuro, diciembre, 2003.
2. Benninga Simon. *Financial Modeling*. 2a. edición, MIT Press, 2000.
3. Berstein Peter. *Against the gods. A remarkable story of risk* 1998.
4. Black Fischer & Myron Scholes. "The pricing of options and corporate liabilities." *Journal of Political Economy*, mayo-junio 1973, vol.81.
5. Black Fischer. "Fact and fantasy In the use of options". *Financial Analysts Journal*, julio-agosto 1975, vol. 31.
6. Black Fischer. "The holes in Black-Scholes. Revista Risk"
7. Boyle Phelim P. "Options: A Montecarlo Approach." *Journal of Financial Economics* 4 (1977), pp. 323-338.
8. Circular 1488. Comisión Nacional Bancaria y de Valores. octubre de 2000.
9. Cox John & Rubinstein Mark. *Options Markets*. Ed. Prentice-Hall, 1985.
10. Cox John, Rubinstein Mark & Ross Stephen. "Option pricing: A simplified approach." *Journal of Financial Economics*, marzo 1979, pp. 229-263.
11. Damodaran Aswath. *Investment valuation*. Wiley Frontiers in Finance. 1996.
12. De Lara, Alfonso. *Forwards, futuros y opciones sobre el tipo de cambio*. Ejecutivos de finanzas, 1995.

13. De Lara, Haro Alfonso. *Medición y control de riesgos financieros*. 3a. edición. Ed. Limusa, 2003.
14. Díaz Tinoco Jaime y Hernández Trillo Fausto. *Futuros y opciones financieras*. Ed. Limusa.
15. Dimitris Chorafas. *Managing Derivatives Risk*. Ed. Irwin, 1995.
16. Fabozzi Frank. *Bond Markets, Analysis and Strategies*. 2a. edición, Prentice Hall, 1993.
17. Fabozzi Frank. *Fixed income mathematics*. 3a. edición, Mc Graw Hill, 1997.
18. Faesi Alejandro y Sud Hoffe Gabriel, *Engrapados: un instrumento ideal para disminuir riesgos*. Cubriendo el Futuro, octubre 2002.
19. Galitz C. Lawrence. *Financial engineering: Tools and techniques to manage financial risk*. Irwin, 1995.
20. Garman M & Kohlhagen S. "Foreign Currency Options Values." *Journal of International Money and Finance*. diciembre, 1983.
21. Gemmill Gordon. *Options pricing: an international perspective*, Mc.Graw Hill, 1993.
22. Group of Thirty "Derivatives: Practices and principles G-30", 1993.
23. Hildy Richelson & Stan Richelson. *Bonds & bonds funds*, Mc.Graw Hill, 1996.
24. Hill Joanne & Scheneeweis Thomas. "Reducing volatility with financial futures." *Financial Analysts Journal*, nov-dic 1984, vol. 40.
25. Hubbard Glenn. *Money the financial system and the economy*. Addison Wesley, 1994.
26. Hull John & White Alan. "Modern greek". *Revista Risk*.
27. Hull John & White Alan. "Pricing interest rate derivative securities." *The Review of Financial Studies*, vol. 3, 1990.
28. Hull John & White Alan. "Root and Branch". *Revista Risk*.
29. Hull John White Alan. "The pricing of options on assets with stochastic volatilities. *The Journal of Finance* (junio 1987), pp. 281-300.
30. Hull John. *Options, futures and other derivatives*. 5a. edición, Ed. Prentice Hall, 2003.
31. Icaza Fernández del Castillo, *Contrato de futuros del M10*. Cubriendo el Futuro, octubre 2003.
32. Jarmagin, Bill D. *2003 U.S. Master GAAP Guide*. CCH Incorporated, 2002, Chicago.
33. Jarrow Robert & Turnbull Stuart. *Derivative securities*, Ed. South-Western, 1996.
34. Jarrow Robert. *Volatility: New estimation techniques for pricing derivatives*. Risk Books.
35. Ley del Impuesto sobre la Renta 2004.
36. MexDer, *Mercado Mexicano de Derivados: una introducción*. www.mexder.com. 2004.
37. Miller Merton. *Financial innovations & market volatility*. Ed. Blackwell.

38. Miller Merton. *Merton Miller on derivatives*. Ed. John Wiley, 1997.
39. Normas Internacionales de Contabilidad 2001, Instituto Mexicano de Contadores Pùblicos.
40. *Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados*. 20a. edición. Instituto Mexicano de Contadores Pùblicos. mayo de 2004.
41. Reilly Frank. *Investment analysis and portfolio management*. 4a. edición The Dryden Press. 1994.
42. Roll Richard. "An analytic valuation formula for unprotected american call options on stocks with known dividends." *Journal of Financial Economics*, noviembre 1977, vol.5.
43. Satyajit Das, *Swaps and derivatives financing*, McGraw Hill, 1994.
44. Schwartz Robert Clifford Smith Jr., *Derivatives handbook*, Ed. Wiley, 1997.
45. Siegel Daniel & Siegel Diana, *Futures Markets*, Ed. Dryden, 1990.
46. Solnik Bruno, *International Investments*. 3a. edición, Ed. Addison-Wesley, 1996.
47. Telser Lester. "Futures and actual markets: How they related". *Journal of Business*, abril 1986, vol. 59.
48. Valentine Jerome & Mennis Edmund. Quantitative techniques for financial analysis. edición rentada. The Institute of Chartered Financial Analyst, 1980.
49. Varian Hal. *The arbitrage principle in financial economics*. Economic Perspectives, Fall 1987, vol 1.
50. Whaley Robert. "On valuing american futures options". *Financial Analysts Journal*, mayo-junio 1986, vol. 42.
51. Zipf Robert, *How the bond markets works*, 2a. edición, New York Institute of Finance, 1997.

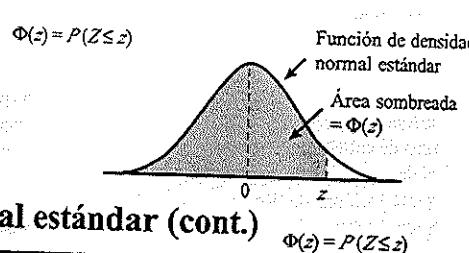
Apéndice



Áreas de la curva normal estándar

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0024	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0038
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0310	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3482
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.471	0.4681	0.4641

(continúa)



Áreas de la curva normal estándar (cont.)

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8840	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9278	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9494	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9975	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

Índice temático

- A**
 - Activos subyacentes, 21, 38, 50, 85, 97, 98
 - Aportación inicial mínima (AIM), 22, 30, 31, 32, 33, 121
 - Arbitraje, 12, 41, 42, 53, 54, 109
 - Asigna, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 49, 85, 121, 122, 124
 - Asociación Internacional de Swaps y Derivados (ISDA), 132
- B**
 - Banco de México, 29, 67, 171, 172
 - Barrier Options, 36
 - Bear spread, 113
 - Boletín C-10, 147, 149
 - Boletín C-2 IMCP, 147, 148
 - Bolsa Mexicana de Valores, 40, 41, 54, 108
 - Bondes, 64
 - Bonos con cupones, 64
 - Bonos cupón cero, 62
 - Bonos IPAB, 64
 - Bonos M, 64, 66, 69
 - BREMs, 64
 - Bull spread, 113
- C**
 - Cadenas de futuros de TIIE, 73
 - Cámara de Compensación, 35
 - Cetes, 40, 43, 51, 54, 58, 60, 72
- D**
 - Débitos (TIMS), 124
 - Delta call, 98, 99
 - Delta hedge, 103
 - Delta put, 98, 99
 - Delta, 97

Índice temático

- Derivados de crédito, 35
 Duración de Macaulay, 67, 68, 70
 Duración modificada, 67, 68, 70
 Duración, 67
- E**
 Efectividad de las coberturas, 150
 Engrapados de divisas, 47
 Estrategias de tendencia en opciones, 112
 Estrategias de volatilidad en opciones, 112
 Estrategias mixtas en opciones, 112
- F**
 Factores de conversión, 75
 Fitch, 33
 Fondo de Compensación, 31, 32
 Fondo de Contribución, 31
 Formadores de Mercado, 28
 Forward rate agreement (FRA), 35, 71, 73, 134
 Forwards sintéticos, 18, 19
 Futuros de Bonos M, 74, 76
 Futuros de IPC, 49, 50, 52
 Futuros de tasas de interés, 71
 Futuros del dólar, 37, 40
- G**
 Gamma, 103
- H**
 Haircuts, 33
 Hedging, 12, 44
- I**
 Índice de cobertura óptima, 46
 Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV, 14, 49
 Instituto Mexicano de Contadores Públicos (IMCP), 147
 Interest rate swaps (IRS), 25, 35, 131, 137, 145
 Intracs-400, 130
- M**
 Marcar a mercado (mark to market), 22, 34, 121, 124
 Margen de entrega, 126
 Margen excedente, 31, 32
 Margen por posiciones opuestas, 122
- Margen por prima, 124
 Margen por riesgo, 124
 Márgenes en contratos de futuros, 22, 30
 Mariposa corta, 116
 Mariposa larga, 117
 Mercado Español de Futuros y Opciones Financieros (MEFF), 14, 29
 Mercado Mexicano de Derivados (MexDer), 14, 21, 22, 27, 28, 29, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 47, 49; 71, 72, 75, 84, 131
 Metodología TIMS, 121
 Modelo de Black-76, 91, 92, 144
 Modelo de Black-Scholes, 87
 Modelo de Cox-Rubinstein, 93
 Modelo de Garman Kohlhagen, 90
 Modelo Montecarlo, 106
 Moodys, 33
- N**
 Nafrac, 54
 New York Stock Exchange, 13
 Normas Internacionales de Contabilidad (NIC), 147, 168
 Notas estructuradas, 35
- O**
 Opción call, 23, 81, 82, 85, 87, 109
 Opción dentro del dinero, 84
 Opción en el dinero, 84
 Opción fuera del dinero, 84
 Opción put, 23, 81, 82, 85, 87, 109
 Opciones de divisas, 35
 Opciones de tasas de interés, 35
 Opciones de tasas de interés, 92
 Opciones ejercidas / asignadas, 130
 Opciones sobre acciones individuales, 35
 Opciones sobre futuros, 91
 Option Clearing Corporation (OCC), 121
 Over the Counter (OTC), 11, 27, 34, 71, 131
- P**
 Paridad put-call, 97
 Plain vanilla (producto), 12, 25, 139
 Posición corta, 15, 34
 Posición larga, 14, 34
 Prima de la opción, 24
 Producto Derivado, 11
 Productos derivados exóticos, 35, 108

Índice temático

- R**
 Random walk, 89
 Razón de cobertura, 102, 103
 Red de seguridad de Asigna, 30
 Reporto (compra de, Reverse repo), 65
 Reporto (Repo), 65
 Rho, 105
 Riesgo de la Base, 46
- S**
 SD Indeval, 29
 Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 29
 SIMAR, 36
 Socios liquidadores de Asigna, 28, 30, 32,
 Standard & Poors, 33
 Straddle corto, 115
 Straddle largo, 114
 Strangle corto, 116
 Strangle largo, 115
 Swap amortizable, 139
 Swap con techo de tasas, 139
 Variación máxima esperada, 121, 124, 130
 Vega, 105
 Venta en corto, 16, 41
 Swap prorrogable, 139
- T**
 Tasas continuas, 57
 Tasas de interés (estructura), 58
 Tasas de interés, 55, 56
 Tasas discretas, 57
 Tasas forward, 59, 60, 62, 72, 92, 136
 Theta, 104
 TIIE, 54, 72
 Treasury bill, 41
- U**
 United States General Accepted Accounting Principles (US GAAP), 161
- V**
 Valor en Riesgo (VaR), 31, 36, 66, 79
 Valor razonable, 148, 150, 151, 161, 168
 Variación máxima esperada, 121, 124, 130
 Vega, 105
 Venta en corto, 16, 41
 Volatilidad, 105