



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



8
29.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
“ A C A T L Á N ”

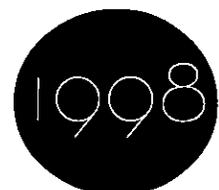


“ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE OPCIONES SOBRE ACCIONES (WARRANTS) Y SU ESTIMACIÓN A FUTURO”

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ACTUARIO

presenta

Lorena León Batres



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**Cierto,
nuestra verdad no es toda la verdad,
pero es imposible oír siquiera la de otros
si no somos fieles a la nuestra.**

octavio paz

A mi padre Francisco León Zerker
quien cimentó, diseñó y construyó una familia de ensueño
y a quien dedico con todo mi corazón esta tesis
como muestra de lo que hemos logrado juntos.

A mi mami Cristina Batres
dedico esta Tesis
como muestra de lo que he aprendido
en mi vida junta a ella
y como agradecimiento por toda la paciencia
y amor que nos ha regalado.

IN MEMORIAM

*AL M. en C. Lucio Pérez Rodríguez
con quien inicié este trabajo
y de quien tengo las mejores enseñanzas.*

Por ser mis mejores amigas y hermanas, (en ese orden) y por que sin su ayuda y motivación este trabajo no estaria completo. ||||GRACIAS!!!!

Gracias por tu paciencia, comprensión, amistad, amor, y todos los fines de semana que me dedicaste. Un gogolplex de gracias.

Gracias por tu amistad, tu tiempo y tu confianza y sobre todo por tu interés en esta Universidad.

Por invitarme a vivir una aventura increíble trabajando en la UNIVERSIDAD, a enseñarme que el día tiene más de 24 horas para vivir, y más que nada por la confianza que pusiste en mi, MIL GRACIAS.

Por tu tiempo, tu interés en lo que haces y tu entusiasmo, gracias.

Por tus sonrisas y amistad, gracias.

Por tus comentarios y tu honestidad, gracias.

Por estar en todo momento conmigo, a pesar de la distancia.

Gracias por compartir conmigo su tiempo y pasar juntos momentos envidiables. Los quiero mucho.

Por enseñarme no solo el orden y la puntualidad, sino también el valor de la sinceridad. Gracias por ser mi jefa y amiga.

Por que a pesar de la distancia, nuestra amistad es lo que más aprecio.

Por hacer que mi camino en la universidad fuera especial.

Por que creo que sin tu ayuda no hubiera podido concluir este sueño, mil gracias.

Gracias por todo lo que de ustedes aprendí y por su particular interés en que esta carrera siga siendo la mejor.

Donde estudié y ahora trabajo, gracias por abrirme tus aulas y enseñarme no solo Actuaría, sino también por ser un medio de expresión, un espacio para los ideales, y por conocer en tus aulas a profesores excepcionales y amigos inigualables. Gracias.

Por dejarme llegar hasta este punto en el tiempo y ponerme en el camino de todos ustedes

	No. de pág.
<i>LISTA DE FIGURAS Y TABLAS</i>	i
<i>RESUMEN</i>	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
<i>INTRODUCCIÓN</i>	iv
● EL RIESGO Y LOS PRODUCTOS FINANCIEROS DERIVADOS	
<i>i Entorno económico mundial</i>	23
<i>i i Entorno actual en México</i>	25
<i>i i i El riesgo</i>	27
<i>Riesgo endógeno y exógeno</i>	28
<i>i v Productos Financieros Derivados</i>	31
<i>Historia</i>	31
<i>Definición</i>	34
<i>Tipos de productos: Forwards, Futuros, Swaps y Opciones</i>	37
● WARRANTS	
<i>i Definición</i>	49
<i>Definiciones</i>	50
<i>Contenido</i>	54
<i>i i Clasificación</i>	55
<i>i i i Tipos de Opciones</i>	60
<i>i v Rendimiento de acuerdo a la estrategia</i>	66
<i>Posición sin cobertura</i>	67
<i>Posición con cobertura</i>	71
<i>Posición spread</i>	74
<i>Posición combinada</i>	77
<i>Arbitraje</i>	78
<i>Volatilidad</i>	78
<i>v Método de valuación</i>	83
<i>v i Características en el mercado mexicano</i>	90
<i>Emisión</i>	91
● ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
<i>i Pronóstico y Estimación</i>	95
<i>Metodología para el pronóstico de la medida del riesgo</i>	96
<i>Volatilidad</i>	96
<i>Covarianza y correlación</i>	104
<i>Pronóstico para varios días</i>	107
<i>CONCLUSIONES</i>	111

LISTA DE FIGURAS

➤	Figura 2.1	Esquema básico de negociación de un Warrant	51
➤	Figura 2.2	Esquema de Warrant de compra	55
➤	Figura 2.3	Posición larga en la negociación de una acción (sin cobertura)	67
➤	Figura 2.4	Posición larga en un call	68
➤	Figura 2.5	Posición corta en la negociación de una acción (sin cobertura)	68
➤	Figura 2.6	Posición larga en un put	69
➤	Figura 2.7	Posición corta en un call	69
➤	Figura 2.8	Posición corta en un put	70
➤	Figura 2.9	Posición combinada: posición corta de un call y larga de una acción	71
➤	Figura 2.10	Posición combinada: posición corta de dos calls y larga de una acción	72
➤	Figura 2.11	Posición combinada: posición larga de dos calls y corta de una acción	73
➤	Figura 2.12	Spread vertical bull	75
➤	Figura 2.13	Spread vertical bear	76
➤	Figura 2.14	Comportamiento de la volatilidad	79
➤	Figura 3.1	Tasa de cambio en DEM/GBP	98
➤	Figura 3.2	Precio logarítmico de GBP/DEM y varianza estimada	99
➤	Figura 3.3	Diferencia de varianzas en los modelos	99
➤	Tabla 1.1	Relación entre tasas de interés, tipo de cambio, etc, por año.	26
➤	Tabla 2.1	Diferencias entre una Opción y un Warrant	53
➤	Tabla 3.1	Estimadores de la volatilidad	97
➤	Tabla 3.2	Ejemplo de la estimación de la volatilidad por ambos métodos	101
➤	Tabla 3.3	Cálculo de la volatilidad por el esquema recursivo de pesos exponenciales	103
➤	Tabla 3.4	Estimadores de la covarianza	104
➤	Tabla 3.5	Predicciones de covarianza y correlaciones recursivas	106

ABSTRACT

In global economical context, risk is identified as a contingent element in any investment. Therefore it is at this point where a need for new financial instruments arises. Instruments that can use this factor as a benefit and thus manage, transform, eliminate and turn risk into opportunity, focusing only on the elements that seem more attractive. Warrants meet almost all these needs, but there is still an unanswered question: What kind of yield do these instruments pay? This work is an approach and a proposal of an explanatory forecasting method that can result in close desirable measure parameters in order to make more realistic decisions when selecting a Warrant.

INTRODUCCIÓN

Para iniciar este proyecto, la búsqueda de un tema actual y novedoso era principio único de mi aspiración; donde el riesgo era el sujeto de la oración que debía armar para poder incorporar las matemáticas, los seguros, la estadística, las finanzas y el ámbito económico social, y con esto poder describir parte del quehacer de un Actuario.

En un principio el área en que yo tenía mayor interés en trabajar era estadística, pero al conocer los productos financieros derivados me interesé por conjuntar las dos áreas, con lo que al entrarme más en el tema y descubrir el funcionamiento de los Warrants, decidí incorporar deductivamente la aleatoriedad en los mercados, el riesgo existente, los productos que lo tratan y el modo de identificar su eficiencia.

El objetivo de la tesis es el determinar la historia y uso de uno de los instrumentos financieros bursátiles actuales llamados Títulos Opcionales o Warrants, resultado de los Productos Derivados aplicados en acciones; y con base en ello analizar su trayectoria para dar una expectativa de su rendimiento y aceptación a futuro en México y definir su actuación dentro del mercado de valores. Esto bajo la hipótesis de analizar el rendimiento que presentan estos productos y así conocer su eficiencia.

En este trabajo se utilizan términos económicos y financieros básicos, fundamentos de matemáticas y estadística, empleados en el capítulo tres, que tal vez requieran por parte del lector elementos formales en estos temas.

En el capítulo uno se reconoce la existencia del riesgo dentro del entorno mundial y en la actualidad mexicana, definiendo y clasificándole según su tipo en los mercados financieros, así se introducen los conceptos de los “Productos Financieros Derivados” cuya aparición obedeció a los cambios abruptos existentes en las economías, buscando a través de éstos no solo identificar, controlar, predecir y disminuir al riesgo como factor de incertidumbre sino que por el contrario se aprovecha y se moldea a conveniencia, para así, transformarlo de un factor adverso, en un elemento de oportunidad. Asimismo se define a grandes rasgos cada uno de ellos por característica de operación, factores que los integran y aplicaciones.

En el siguiente capítulo se define a detalle al producto financiero derivado conocido como WARRANTS y que a lo largo de este trabajo no presenta distinción alguna con las denominaciones de “Opciones o Títulos Opcionales” dado que en México operan de manera casi idéntica. Esta elección resultó de la similitud observada en este tipo de productos con respecto a la conceptualización clásica del seguro, con lo cual se cubría ya el objetivo de contemplar la aplicación de la formación actuarial en las áreas de finanzas y seguros. Aquí se muestran definiciones principales para su manejo, su clasificación, los tipos de Warrants existentes, las combinaciones más usuales, el método de valuación más común y la proyección de este producto en México.

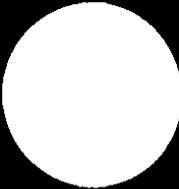
El Capítulo 3, Análisis Estadístico es donde toma lugar la incógnita que la hipótesis de este trabajo pretende despejar, en los capítulos anteriores se habló de la necesidad y operación de los Warrants, el por qué de su existencia, su historia, como valuar su precio, como sacar mejores rendimientos según la estrategia a seguir, etc; pero ... ¿qué rendimiento tiene este tipo de instrumentos en el mercado?, ¿cómo se puede valorar esto?, ¿qué metodología existe y como se calcula?. Dentro de este apartado se desarrolla el método a seguir para realizar el análisis del rendimiento para estos instrumentos y se determinan otras técnicas de alternativas.

Durante el desarrollo de la tesis hubo valiosas intervenciones que no puedo dejar de mencionar, como el material proporcionado por el M. en C. Luis Angel Barrientos quien aportó no sólo instrumentos para atacar óptimamente el problema sino también aclaró numerosas dudas al respecto; al M. en C. Lucio Pérez Rodríguez quien aportó las primeras ideas, comentarios y material para este trabajo y a mi asesora la Act. Isabel Rodríguez Rebolledo que siguió paso a paso esta investigación.

Esta Tesis está dirigida a estudiantes de Actuaría, Economía, Ingeniería y cualquier otra persona que esté interesada en conocer estos nuevos productos que el mercado financiero ha desarrollado y el método de análisis estadístico que aquí se propone.

Por último espero que este esfuerzo culminado en tesis sea en la medida de lo posible material adicional de consulta para cualquiera de los temas abarcados en él.

llb, primavera de 1998.



EL RIESGO
Y LOS PRODUCTOS
FINANCIEROS DERIVADOS

FALTAN PAGINAS

De la: 1

A la: 22



i ENTORNO ECONÓMICO MUNDIAL

Cotidianamente nos encontramos bombardeados por diversos medios acerca de los cambios económico-financieros del país, de una empresa o de una divisa; la sección de "finanzas" del periódico, la radio, la televisión y actualmente también en internet se muestran día a día gráficas, tablas y análisis, los cambios que sufren las acciones en el mercado o el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), los CETES, los bonos, las divisas, la inflación, etc.

Es así como normalmente utilizamos términos financieros como indicativos no sólo de la situación que pasa el país sino como un posible cambio en la situación que viviremos en algún negocio, inversión, viaje o incluso en la economía familiar. Por lo que eventos como la Guerra del Golfo, la caída del muro de Berlín y la reunificación alemana, la ascendencia indudable de los países del sudeste asiático como potencia económica, la liberación de la economía de América Latina y un sin fin de eventos locales y mundiales que no sólo afectan al país que lo vive, sino por el contrario, la estabilidad de los mercados del mundo entero se ven afectados; haciendo a los negocios inestables y poco seguros y a las inversiones un acto riesgoso.

Si analizáramos el comportamiento de las Bolsas mundiales y mexicana en eventos como los mencionados anteriormente o como los sucedidos en México con los levantamientos en Chiapas o a últimas fechas con la devaluación de la moneda en Hong Kong, nos topáramos con fluctuaciones cambiarias irregulares y desequilibradas que confirmarían nuestra idea del elegante, joven corredor de bolsa hollywoodense que vive intensamente la caída del precio del café y que de un momento a otro gana millones con solo una transacción y con riesgo de un paro cardíaco.

De esta forma se puede comprobar que los mercados financieros no solamente están sujetos a los propios factores de mercado considerados puramente técnicos, sino que la mayoría

de las veces los factores totalmente externos son los que producen variaciones descontroladas en las balanzas económicas de un cierto mercado y a mayor escala repercutiendo en todo un país.

Ejemplo de esto puede ser el efecto nocivo que causa a los mercados financieros una decisión de índole meramente diplomática, como lo sucedido con las políticas de certificación del combate a las drogas establecidas por los Estados Unidos; ya que para un país el cual obtiene esta certificación además de recibir por parte de los Estados Unidos fondos para continuar combatiendo dicho mercado ilegal obtiene el apoyo del sector financiero del país, alentando la inversión no solo de los Estados Unidos sino de muchos mercados que siguen las mismas políticas. Por el contrario, la no certificación al respecto provoca bloqueos económicos de esta potencia mundial, prohibiendo a cualquier empresa de esta nacionalidad invertir en el país que no obtuvo la aprobación y no solo esto, prohibiendo también que cualquier otra empresa que continúe negociando en el país afectado pueda hacerlo con inversionistas estadounidenses.

Otra prueba de que los factores externos inciden tanto en el comportamiento del mercado financiero de un país como en el de la balanza general del país en sí, lo encontramos al mencionar el bloqueo económico que sufre la isla de Cuba mediante la controvertida ley Helms-Burton, con la que se prohíbe el intercambio comercial de cualquier empresa con inversión estadounidense con similares cubanas y no solo ello, también prohibiendo que cualquier empresa extranjera no estadounidense comercie en Cuba bajo la amenaza de la incautación de todos los bienes que esta tenga en los Estados Unidos. La principal controversia suscitada por esta ley radica en el hecho de que la misma no solo es aplicable para los ciudadanos estadounidenses haciéndola surtir efecto fuera del territorio norteamericano, además de no tener ningún tipo de sustento fuera de la consideración del desacuerdo ideológico político de sus dirigentes.

Es así, como se vuelve indudable la existencia del riesgo no solo por cuestiones propias de una inversión sino también del cambiante mundo donde vivimos. Y es aquí donde ante la necesidad de inversiones seguras o por lo menos que no estén regidas en función del azar (clima, naturaleza, política, etc.) se vuelve una condición en el ámbito financiero.


ii **ENTORNO
ACTUAL
EN
MÉXICO**

México no es la excepción de todos estos cambios ocurridos alrededor del mundo y que por la globalización afectan a todas las economías, esto aunado a los problemas propios que nuestro país ha tenido que enfrentar, alcanzando así en su desesperada lucha por salir a flote métodos como los utilizados en economías tan importantes como las de Estados Unidos y Japón. Ejemplo de esto y de manera más gráfica son los hechos ocurridos en últimas fechas con la caída de la Bolsa en Hong Kong que aún continúa siendo el centro de gravedad en los mercados internacionales.

Si nos remontamos algunos años atrás, la economía de México vivió una situación sumamente difícil al iniciar el periodo presidencial de Miguel de la Madrid que amenazaba con deteriorarse aún más si no se tomaban medidas inmediatas.

El año de 1996 arrojó mejores resultados que el año previo, las principales variables financieras y económicas mejoraron sustancialmente y los desequilibrios en los mercados fueron menos frecuentes. En agosto de 1996 entró en operaciones el BMV-SENTRA Capitales en el cual se incorporaron la negociación automatizada de la mitad de las series accionarias, además de los Warrants y obligaciones.

Por ejemplo si vemos la siguiente tabla y comparamos los años que en ella se presentan observamos claramente la brusca caída que sufrió la economía mexicana en el año de 1994 debido en gran parte a las erróneas políticas económicas adoptadas durante el gobierno salinista, las cuales trajeron también efectos sociales como el surgimiento del EZLN (Ejército Zapatista de Liberación Nacional) provocando incertidumbre a los inversionistas extranjeros respecto a la

estabilidad social del país y a la certeza de garantía sobre sus inversiones. Así pues, podemos ver de manera resumida algunos indicadores interesantes de diferentes años que nos permiten observar los efectos previos y posteriores a los cambios antes citados. (tabla 1.1)

	DICIEMBRE			
	1993	1994	1995	1996
Tasas de Interés				
Pagare en rendimiento liquidable al vencimiento a 28 días	13.37	20.14	42.53	26.43
Tasa de Interés Interbancaria en equilibrio			51.36	29.92
Costo de captación a plazo en moneda nacional				28.19
	14.68	16.96	46.54	26.97
	11.78	18.51	18.62	27.23
	3.29	6.31	5.63	5.45
	6.00	8.59	8.66	8.25
Índice de cambio de la moneda	3.1059	5.3250	7.6425	7.8669

Tabla 1.1

Hasta este punto sólo hemos hablado de consideraciones externas que afectan el comportamiento de los mercados financieros de un país, las cuales aparentemente resultan imposibles de predecir y que pueden hacer variar drásticamente a cualquier tipo de pronóstico si no se contempla como una variable más dentro del riesgo implícito de cada inversión. Así pues, resulta evidente el hecho de estudiar el riesgo que cualquier transacción conlleva no sólo bajo consideraciones de tipo técnicas, sino también la asignación de un valor específicos a los factores externos de contingencia. En la siguiente sección se definirá el riesgo y los tipos existentes.

iii EL RIESGO

Si hay alguna constante en la historia del progreso humano, y en particular en la historia de los últimos años, esta constante ha de ser que nada es constante. Y es aquí donde el identificar, calcular, manejar y delimitar el riesgo, es tan importante en nuestros días, en cualquier área a la que nos refiramos y en especial en situaciones financieras. Es aquí donde el Actuario toma gran importancia por ser el profesionalista que se especializa en reconocer cualquier tipo de riesgo o riesgos existentes, los analiza, trata de reducirlos al máximo y si no es posible los delimita y trabaja con ellos. Creando así certidumbre en las inversiones al reconocer el riesgo y convertirlo en oportunidad ... ¡es un genio!

Al riesgo lo podemos considerar como un evento incierto en el sentido de que no se sabe con certeza si ocurrirá. El riesgo se refiere a una situación, posición o elección involucrada con una posible pérdida. El concepto de riesgo y, por lo tanto, el de exposición, son muy cercanos a la idea de un resultado, el cual puede ser probable pero no necesariamente cierto.

En términos financieros, el riesgo es la posibilidad de que el rendimiento esperado de una inversión no se realice. Lo cual dependerá de que los parámetros que intervienen en la estimación de ganancias (pérdidas), no coincidan exactamente con el valor previsto que se les confirió. Y cualquier inversionista tendrá que vivir con dos ideas básicas:

- ⇒ *El cambio es y va a ser constante*
- ⇒ *El mundo se ha quedado pequeño. La competencia y el cambio ahora pueden venir de cualquier parte del mundo*

Y el rendimiento será una medida cuantitativa de la productividad de la inversión, pues representa el porcentaje de incremento de los recursos del negociante financiero como resultado de una transacción realizada. Una característica fundamental que presentan los inversionistas es su afán por incrementar sus bienes. Lo cual se traduce en la obtención del mayor rendimiento posible, sin embargo generalmente las mayores ganancias se ven acompañadas por los mayores

niveles de riesgo y los inversionistas son capaces de identificar las inversiones dependiendo de sus niveles de riesgo gracias a la competitividad natural y a la especulación de los mercados financieros.

El empresario y el financiero, hoy en día, están expuestos a cambios y peligros constantes que hacen necesario estar siempre alerta, y que requieren también un nuevo modo de administrar negocios; pero no todo es peligro, el cambio constante significa también oportunidades nuevas para hacer negocios, pero los métodos deterministas para un mundo estático no sirven, se necesitan modelos que sigan la línea amorfa y arrítmica del comportamiento de los cambios.

Es por esto que el riesgo del que hablamos tiene una descripción matemática dado que proviene de los precios y las variables financieras que se mueven constantemente de manera aleatoria y no somos capaces de predecir el futuro. Sin embargo, podemos evitar el riesgo sin necesidad de predecir el futuro con herramientas estadísticas que tratan a la incertidumbre de una manera matemática.

RIESGO ENDÓGENO Y EXÓGENO

Llamaremos a los riesgos endógenos a todos aquellos que se tienen por naturaleza de la actividad y no son susceptibles de cobertura; entre esta clase de riesgos se encuentran: el riesgo de liquidez que se refiere a la incapacidad de mantener el equilibrio del activo cuando se realiza su compra-venta en grandes cantidades, el riesgo crediticio, el riesgo de insolvencia que surge cuando la contraparte de un contrato no cumple su obligación financiera, y el riesgo de producción, etc. Todos estos tipos de riesgos pueden ser inmunizados de diferentes maneras como contratos de cobertura, depósitos de garantía, etc.

Los riesgos exógenos serán los que se encuentran fuera del alcance del participante financiero, cualquiera que fuese su dimensión y no obstante, sean susceptibles de ser cubiertos. Estos riesgos pueden clasificarse principalmente en: riesgos de tasas de interés, riesgos de variación de precios y riesgo cambiario.

El **Riesgo de Tasas de Interés** es el originado por la posibilidad de variaciones de los tipos de interés, lo cual hace que mientras más dure la inversión, mayor será su riesgo de tasa de

interés. Como la relación de un instrumento, su plazo y su tasa de interés es compleja, medir el riesgo de tasas de interés es por consiguiente una tarea difícil. Para medir la sensibilidad del precio de un instrumento por cada punto base¹ de cambio en la tasa de interés; este indicador incluye el concepto del vencimiento del instrumento. La idea básica de establecer una cobertura, contra este tipo de riesgo y otros más, es la de adoptar posiciones compensatorias para la posición al contado, es decir, si se tiene el riesgo de baja en las tasas de interés, con lo cual el precio del instrumento de deuda se elevaría, acarreando mayores gastos de los esperados para su adquisición, el objetivo de adquirir una posición que registrara ganancias cuando disminuyen las tasas de interés, y las menores pérdidas cuando éstas subieran.

Otro tipo de riesgo que encontramos en inversiones es el **Riesgo de Variación de Precios** que es sumamente fácil de identificar por su accesible aparición en medios de comunicación, por lo que mientras más volátil sea el precio del instrumento financiero, mayor será su demanda de cobertura. La cobertura reduce el riesgo de manera tal que las ganancias (pérdidas) de la nueva posición contrarrestan las pérdidas (ganancias) de la posición que se tenía inicialmente, esto es, la cobertura tiene el efecto de cambiar el riesgo de posibles variaciones en el precio del activo que se adquirió como cobertura. Sin embargo, al eliminar parte o la totalidad del riesgo de la operación, también elimina en gran medida la posibilidad de realizar ganancias.

Dentro de este tipo de riesgos, tenemos por último al **Riesgo Cambiario** que es el derivado de variaciones en el tipo de cambio cuando la naturaleza de las operaciones tiene lugar en moneda extranjera; es el que afecta las ganancias netas sobre la posición total, y no sobre las operaciones de manera individual, mismas que pueden verse afectadas particularmente pero que en conjunto pueden equiparar sus niveles de riesgo. Por ejemplo, cuando las empresas adquieren deuda en una divisa distinta a la de su país están expuestas a alzas en el tipo de cambio que las relaciona, debido a que en un aumento de éste incrementaría automáticamente sus egresos por concepto de la cantidad adeudada; observándose el caso contrario para el acreedor; no obstante, si esas mismas empresas también asumieran posiciones de acreedor, podrían neutralizar ese riesgo cambiario.

Los instrumentos derivados pueden hacer algo parecido con el riesgo de mercado implícito en cualquier actividad comercial. El riesgo de mercado puede tener muchas formas, como puede ser el riesgo de tasas de interés, el riesgo de tipo de cambio que tiene un exportador, importador o

¹ Un punto base es igual a un centésimo de porcentaje, i.e., $1pb=0.01\%=0.0001$.

inversionistas en países extranjeros, el riesgo de variación en el precio de materias primas que tiene un productor o consumidor, etc. Pero gracias a los instrumentos financieros derivados podemos librarnos de este riesgo, eliminarlo, transformarlo, tomar sólo el riesgo que nos parezca atractivo y oportuno, y en general convertir el riesgo en oportunidad. El riesgo, enemigo inflexible de antaño, se convierte en un aliado flexible que podemos manejar y amoldar como si se tratase de barro. ¡Viva el riesgo!²

² Rodríguez de Castro, Productos Financieros Derivados


iv **PRODUCTOS
FINANCIEROS
DERIVADOS**

Los nuevos métodos en finanzas en la medición de riesgos son los Instrumentos Financieros Derivados con los que ha habido una verdadera revolución en el ámbito de lo que es posible hacer para responder a los cambios y al riesgo que presentan los mercados financieros; esta revolución continuará en estas áreas hasta ser tan necesaria como una computadora personal.

Antes de definir los Instrumentos Financieros Derivados y conocer las características de funcionamiento de cada uno de ellos, es interesante conocer la historia que provocó su aparición y el desarrollo exponencial que han tenido en los últimos años.

HISTORIA

En la época donde los señores feudales percibían rentas de sus propiedades en forma de una fracción de la cosecha, y estas rentas estaban sujetas a fluctuaciones irregulares en función de la estación del año y de factores como el clima y los desastres naturales, así como del precio de mercado del arroz; y mientras que las necesidades de la vida en la corte imperial obligaban a los señores a tener dinero líquido disponible en todo momento sin tener un mercado financiero formal empezaban a manejar el concepto de adelantarse a un hecho fortuito para sacar ventaja de él o por lo menos no arruinar una cosecha por un imprevisto. Durante este periodo se hizo frecuente el enviar a almacenes en las ciudades el arroz sobrante de la cosecha, que quedaba así disponible para satisfacer necesidades de liquidez a corto plazo. El siguiente adelanto consistió en emitir recibos contra arroz depositado en almacenes tanto rurales como en las ciudades, dando así aún más liquidez a las reservas de arroz. Estos recibos se podían comprar y vender, y ganaron aceptación como otra forma de divisa.

En 1848 la Bolsa de Chicago realizó la primera transacción formal de Forwards y en 1860 se inició el intercambio de contratos Futuros. Sin embargo, la mayor parte de estas transacciones se realizó sobre Commodities y no fue sino hasta 1972 que se crearon los Futuros sobre tipo de cambio y tres años después los Futuros sobre tasas de interés. En febrero de 1982 se intercambié por primera vez un contrato de Futuros sobre índices en Kansas City.

Los primeros Forwards sobre tasas de interés se ofrecieron sobre instrumentos denominados en dólares y aparecieron en Londres en 1983. Su mercado se expandió rápidamente y hacia fines de 1985 el volumen mensual alcanzó 7,000 millones de dólares. En la actualidad también se ofrecen en Nueva York y Chicago.

Al igual que los instrumentos derivados anteriores, las Opciones también han evolucionado a través de los años, comenzando su historia en el siglo XVII donde fueron utilizadas por los productores de tulipanes en Holanda. En abril de 1973, después de cinco años de investigación y de haber invertido 2.5 millones de dólares, el Chicago Board Option Exchange (CBOE) intercambié 16 Opciones estandarizadas sobre acciones comunes. La primera Opción sobre índices accionarios fue realizada por la CBOE en 1977.

En la década pasada fue importante la introducción de Opciones sobre bonos del tesoro americano. En 1984 el Singapore International Monetary Exchange (SIMEX) y el Chicago Mercantile Exchange (CME) formaron un enlace mediante el cual los inversionistas podían operar contratos intercambiables en ambas Bolsas. Este fue el primero de muchos sistemas y redes que se han implementado en el proceso de globalización, existiendo a partir de entonces intercambio automático de instrumentos durante las 24 horas del día. A principios de 1991, el CME y el Chicago Board of Trade (CBOT) ofrecieron el sistema "globex", por medio del cual se puede comprar y vender electrónicamente alrededor del mundo cuando los mercados de Chicago se encuentran cerrados.

Para dar una idea del tamaño actual del mercado de derivados en países como Estado Unidos y Japón, el monto total negociado en instrumentos derivados guarda una proporción de 3 a 1 sobre sus correspondientes bienes subyacentes. Además, se espera que a nivel mundial el mercado de derivados crezca a una tasa compuesta de 20% anual.

En México la historia de los Productos Financieros Derivados, y sus valores subyacentes, es diversa y amplia. Se cotizaron contratos de futuros sobre el peso en el Chicago Mercantile Exchange (1978-1982). De 1983 a 1987 se operaron contratos a Futuro sobre acciones individuales y Petrobonos en la Bolsa Mexicana de Valores y desde 1987 se celebran contratos Forward sobre el dólar denominados *Contratos de Cobertura Cambiaria* cuyo registro realiza el Banco de México.

Los contratos sobre instrumentos derivados tienen aparentemente una larga historia, pero su institución como tal fue desde que se introducen en las principales bolsas del mundo, a partir de 1972. El contrato de Futuros fue con el que se inició la negociación de los instrumentos derivados, y no fue sino hasta la década de los ochenta cuando este tipo de contratos diversificó de manera importante su operación, pues la gran mayoría de ellos únicamente se venían refiriendo a granos y mercancías básicas. Las Opciones sobre acciones que se comercian en bolsa aparecieron en 1973, aunque la utilización de Opciones sobre divisas y tasas de interés no se dio sino hasta mediados de la siguiente década. Los primeros Swaps sobre divisas y sobre tasas de interés fueron negociados en 1981; sin embargo, fue hasta 1985 cuando la asociación internacional de corredores de Swaps (International Swap Dealers Association), mejor conocida como ISDA, emitió un código para estandarizar los términos sobre los acuerdos de Swaps de divisas y de tasas de interés. También en este año, el mercado de adelantados del peso mexicano/dólar que había venido comercializándose activamente desapareció, debido a que el gobierno mexicano prohibió las transacciones que incluían liquidaciones con moneda nacional en el extranjero. No obstante, en 1987 se hace patente la necesidad de dotar al inversionista mexicano de una alternativa que le permitiera protegerse en contra del riesgo, en este caso, del riesgo cambiario. Y en ese momento el Banco de México (Banxico) crea el mercado de coberturas cambiarias a corto plazo, el cual se desempeña de forma similar al mercado de adelantados con la salvedad de que los contratos de coberturas cambiarias se liquidan en efectivo y en moneda nacional. Y no con la entrega física de la divisa.

Los Títulos Opcionales (Warrants) sobre acciones individuales, canastas de acciones e índices accionarios se comenzaron a operar en México a partir de octubre de 1992, y posteriormente se han incorporado otros subyacentes como el Índice Nacional de Precios al Consumidor e índices accionarios de mercados extranjeros.

Los productos o instrumentos derivados se clasifican en cuatro figuras básicas: contratos Adelantados (Forwards), Futuros (Futures), Opciones (Options) y Canjes (Swaps). Los participantes del mercado que se encargan de minimizar riesgos suelen utilizar alguno de ellos preferentemente, o cambian de uno a otro, e incluso los utilizan de manera simultánea conformando paquetes complejos.

DEFINICIÓN

Los Productos Financieros Derivados son uno de los grandes éxitos de la economía financiera moderna. Si bien es cierto que es difícil listar su contribución financiera, se pueden señalar algunos elementos de sus funciones, como son: asegurar precios futuros en aquellos mercados con precios altamente variables; neutralizar los riesgos de variaciones en las tasas de interés, con costos menores a los que se obtendrían por medio de cambios en la cartera de activos; la compraventa de activos asociada con la tenencia, producción o uso de activos y productos.

Su utilización también permite reducir costos de transacciones y costos de reasignación de activos, así como crear vías fáciles para el arbitraje entre mercados. Esto último permite por una parte, alinear precios de los instrumentos de deuda, acciones y derivados, incrementando con ello la eficiencia y la liquidez en sus respectivos mercados; por otra parte, obtener o prestar recursos financieros a tasas más favorables; realizar con mayor eficiencia las operaciones de venta en corto de valores; y controlar los costos asociados con márgenes.

Un instrumento financiero derivado es cualquier instrumento financiero cuyo valor es una función (se "deriva") de otras variables que son en cierta medida más fundamentales. De manera formal se denominan como Productos Financieros Derivados todos aquellos instrumentos cuyo valor depende del precio o cotización del instrumento empleado como valor de referencia.

La finalidad principal de los instrumentos derivados es proporcionar al inversionista alternativas de inversión que, conjuntamente con los instrumentos tradicionales, le permitan manejar el riesgo de su patrimonio de una manera eficaz. El estudio de estos productos debe ser de interés para los inversionistas ya que al comprenderlos mejor se puede obtener mayor versatilidad y con una buena aplicación se puede estabilizar y/o reducir el riesgo de las utilidades.

Los productos derivados no son los instrumentos de financiamiento que comúnmente usan las empresas como pueden ser: el papel comercial, las obligaciones, las acciones, etc. Tampoco son parecidos a los instrumentos gubernamentales como CETES; a diferencia de estos, los productos financieros derivados son utilizados tanto para alterar de forma muy flexible el riesgo de un portafolio de inversión, como para especular de una forma muy distinta a la tradicional.

Un instrumento derivado es aquel cuyo valor depende del valor de otro instrumento, conocido como bien subyacente. Los mercados derivados son aquellos en los que se intercambian instrumentos derivados. Estos siguen el perfil de pagos o movimientos del bien subyacente, aunque esto solo se observa durante la vigencia del instrumento derivado y es debido a que siempre tiene una fecha de vencimiento igual a la del bien subyacente o definida previamente.

Si la relación de precios entre el instrumento derivado y el bien subyacente fuera perfecta y por tiempo indefinido, existiría el problema de no poder hacer distinción entre el instrumento derivado y el de su bien subyacente, y entonces no se justifica la existencia del producto derivado. Es por esto que los productos derivados tienen un plazo de vencimiento previo al bien subyacente (que puede no tener vencimiento explícito como las acciones) lo que nos facilita su diferenciación.

La gama de aplicación de los instrumentos financieros derivados abarca todas las áreas de actividad financiera en una empresa. La mayor parte del uso de instrumentos derivados es en operaciones financieras de cobertura o transformación del riesgo de mercado, ya sea para eliminar riesgo de movimientos adversos en las tasas de interés, el nivel de la Bolsa, el precio de una materia prima como el petróleo, el precio de una divisa extranjera en que una empresa exporta o ha emitido deuda, o cualquier otra variable exógena que afecte los resultados de una empresa o particular.

Los instrumentos derivados son el resultado de aplicar conceptos estadísticos a la incertidumbre que presenta diariamente el futuro en el mundo de las finanzas.

La característica principal de los instrumentos derivados que determinan todas sus aplicaciones es su enorme flexibilidad. En especial en el llamado mercado "Over The Counter" (OTC), es posible rápidamente diseñar y realizar operaciones de cobertura de riesgos que habrían sido imposibles antes del desarrollo de los derivados, sin las limitaciones que necesariamente aparecen con la estandarización de instrumentos en un mercado organizado. Los conceptos en los que se basa la teoría de los instrumentos derivados esta fundamentada en el valor presente y la

volatilidad; esto es por dos cuestiones importantes de cualquier instrumento: ¿Cuánto vale hoy? y ¿Cuándo y cómo se mueven las variables que determinan su valor?, esto no solo se determina al calcular una serie de posibles variaciones en su estado actual con sus correspondientes probabilidades y hallar así su función de probabilidad, pero se pueden obtener resultados casi precisos usando el cálculo diferencial e integral sobre la función de probabilidad y así eliminar la incertidumbre matemáticamente.

Los Títulos Opcionales, al igual que los Futuros son productos derivados cuyos valores de referencia son normalmente, las series accionarias, las canastas de títulos y los índices de precios, pero pueden realizarse también a divisas, metales, tasas de interés y otro tipo de valores. Por ejemplo el valor de un Swap de tasa de interés es una función de las tasas de interés que rigen en un momento dado en el mercado, y el valor de una Opción o un Futuro sobre el índice Nikkei japonés es una función del nivel de precios en la Bolsa de Tokyo. Aunque es frecuente que así sea, no es un absoluto necesario que las variables que determinan el valor de un instrumento derivado sean los precios en el mercado de otros instrumentos no derivados.

El primer uso de contratos Forwards en Europa fue posiblemente en Francia en las ferias regionales organizadas bajo los auspicios de los Condes de Champagne, mientras que el primer caso conocido de un mercado de Futuros organizado fue en Japón hacia 1600. Este último debió su desarrollo a un clásico problema de "mismatch" de activo y pasivo entre las rentas y los gastos de los señores feudales japoneses, con muchas de las características de los problemas que tienen hoy en día las empresas.

En mercados más sofisticados que el nuestro, tales como el americano y el japonés, se han desarrollado instrumentos que amplían el espectro de alternativas de inversión y que le permiten a los inversionistas manejar de una manera mucho más flexible su patrimonio. Estos instrumentos reciben el nombre genérico de **Instrumentos Derivados** y, en términos generales abarcan cuatro tipos de productos: **Futuros, Forwards, Opciones y Warrants.**

Por otro lado, el efecto que tiene el cambio en el precio del bien subyacente sobre el valor del derivado es muy importante. Este efecto no es siempre uno a uno y puede ser directo o inversamente proporcional al movimiento del precio del bien subyacente por lo que es importante analizar las causas que se establecen entre ellos en el momento de estar conformando carteras de inversión.

Los instrumentos derivados toman como bienes subyacentes una gran variedad de productos, los cuales son agrupados en diferentes categorías:

- Acciones e índices de acciones.
- Tasas de interés (instrumentos de deuda)
- Tipos de cambio (divisas en general)
- Commodities
- Índices de precios.

En mercados financieros complejos los inversionistas tanto patrimoniales como de manejo de fondos institucionales usan instrumentos derivados para poder maximizar sus utilidades esperadas, controlando al mismo tiempo su riesgo. Con un instrumento derivado se formaliza la compra-venta de este tipo de bienes subyacentes pactando condiciones particulares de ésta en el momento en que se origina el contrato.

TIPOS DE PRODUCTOS

A continuación se definirán los tipos de Productos Financieros Derivados que existen, al tiempo que se describen las características de cada uno de ellos. Con el fin de hacer notar las aplicaciones específicas de cada instrumento y la variedad de mercados en los cuales son empleados.

FORWARDS

Los también denominados "contratos" a plazo o *Forwards* son obligaciones de comprar o vender una cierta cantidad y calidad preestablecida de un bien o activo subyacente en una fecha, lugar y precio fijados el día que se pacta el contrato. Las condiciones del contrato son "a la medida de cada cliente", es decir, son específicas de acuerdo a las necesidades detectadas por el inversionista. Los *Forwards* pueden ser utilizados por las empresas y Bancos para cubrirse contra movimientos no anticipados del tipo de cambio, de las tasas de interés, o bien para especular. Son

útiles para participantes del mercado que desean cubrir alguna exposición del riesgo, o bien para financiamiento.

Estos contratos a plazo son convenios de carácter privado entre dos partes, una de las cuales asume una posición larga en el derivado, es decir, comprará (a futuro) un activo en la fecha y precios especificados; mientras que la otra al desempeñarse como el vendedor del activo asumirá una posición corta.

La fecha de entrega en el contrato puede ser alguna mutuamente convenida y especificada a un solo día, mientras que para los Futuros existe un rango de fechas posibles de entrega.

Podemos definir de manera práctica a los Forwards como contratos no estandarizados, negociables de manera privada en los que no es posible abandonar una posición antes del vencimiento pues el contrato se anula hasta la fecha de vencimiento convenida o a menos que ambas partes lo autoricen; su liquidación se puede llevar a cabo en efectivo o en especie, siendo esta última esencial en su funcionamiento por lo que existe el riesgo de incumplimiento de una de las partes ya que los pagos se realizan hasta el vencimiento.

Los contratos de Forwards más populares son los referidos sobre divisas, prueba de esto es que los grandes Bancos estadounidenses cuentan con un área de Forwards pertenecientes a sus departamentos de cambio de divisas.

Los contratos Forwards de tasas de interés, se usan para cubrir riesgos de movimiento de tasas de interés internacionales no anticipados, y para especular. Son instrumentos que se negocian de manera extrabursátil en el mercado interbancario.

A diferencia de los Forwards sobre divisas, que generalmente implican la entrega en especie del bien subyacente, los Forwards sobre tasas de interés son fijados para una compensación en efectivo³, donde además exige que las partes establezcan una tasa de referencia como puede ser la LIBOR³, una tasa de interés y un principal notional, es decir la cantidad pactada del bien subyacente.

³ Tasa de interés guía de los euromercados de dinero que sirve de referencia para la mayoría de los préstamos internacionales en dólares, su denominación viene de LONDON INTERBANK OFFERED RATE.

Podemos destacar que los contratos Forwards del peso/dólar se comerciaron activamente antes de la crisis de principios de la década de los ochenta. En 1985, a raíz de que el gobierno mexicano prohibió a los Bancos extranjeros (salvo Citybank) recibir y entregar pesos en el extranjero, dichas instituciones dejaron de tener acceso al mercado peso/dólar por lo que este mercado Forward desapareció.

FUTUROS

Los Futuros son instrumentos similares a los Forwards, pero debido a su estandarización permiten que un mayor número de participantes pueda comerciar entre ellos a través de una bolsa especializada. Con los Futuros, la incertidumbre ya no existe porque se pacta la operación por anticipado, fijándose el plazo, el valor y la mayoría de los términos en los cuales pueda recaer.

Así pues, como una definición práctica y para diferenciarlos con los contratos de Forwards podemos decir que son contratos estandarizados que se negocian a través de Cámara de Compensación donde existe la posibilidad de abandonar una posición antes del vencimiento realizando la operación contraria, se puede negociar en el mercado secundario donde la liquidación puede ser en efectivo o en especie con un posible rango de fechas; no existiendo riesgo de incumplimiento de la contraparte dado que los inversionistas deben depositar una garantía en la Cámara de Compensación.

Un contrato de Futuro, es un contrato adelantado que se comercia en Bolsa. Como tal, los Futuros son los instrumentos financieros más revolucionarios, versátiles y de mayor aceptación. Su uso, tanto en la especulación como en la cobertura, aún no se ha generalizado entre las empresas y bancos mexicanos, aunque cabe subrayar que ha ganado importante terreno durante los últimos años.

Los contratos de Futuros tiene muchas de las características de los contratos de Opciones. Ambos coinciden en la venta y entrega de un producto, en fecha posterior a una precio acordado al día de hoy. La diferencia es que un contrato de Futuros no ofrece el derecho a renunciar a la compra futura del bien, no obstante, al igual que las opciones listadas en Bolsa, el contrato de Futuros puede ser vendido en el mercado antes de su fecha de expiración.

Los contratos de Futuros se empezaron a comerciar en grandes cantidades en los 70's y 80's. En 1971 el número de contratos que se manejaba era 14.6 millones, 19 años más tarde, en 1990, eran 276. 5 millones, esto se debió principalmente a los Futuros financieros, incluyendo aquellos sobre tasas de interés, índice de acciones y divisas.

El auge de los contratos de Futuros ha sido posible en virtud de las características bajo las que se encuentran conformados; en primer lugar como se mencionó anteriormente esta la *estandarización*, en segundo sitio la recepción de *márgenes*, y por último la existencia de la *Cámara de Compensación*.

El margen o garantía es establecido por la necesidad de asegurar que los participantes del mercado con posiciones sobre contratos de Futuros, llegado el momento cumplan sus obligaciones; en su defecto, permitiendo a la Cámara de Compensación asumir el riesgo del incumplimiento del contrato de alguna de las partes.

En México algunas empresas ya utilizan Futuros para cubrir sus exportaciones de café, jugo de naranja y granos; esto en la Bolsa de Chicago. El uso de una Bolsa extranjera ha hecho que aparezcan operadores de Futuros en México, como son desde 1988 Banamex, posteriormente Cremi y Serfin, y en la actualidad la mayoría de los bancos ha creado una división para el manejo de Futuros.

SWAPS

Los Swaps o permutas financieras son convenios privados, es decir que son negociados de manera extrabursátil, entre dos partes y se utilizan para reducir el costo y el riesgo del financiamiento de las empresas; son las transacciones financieras en las que las dos partes contractuales acuerdan intercambiar flujos monetarios durante un tiempo con el objetivo principal de mitigar las variaciones de las divisas y de las tasas de interés, siendo su razón de ser tanto las inadecuaciones de la clase de financiamiento obtenido por algún participante de este tipo de contratos, como las condiciones del mismo mercado que les sean accesibles.

Fue en 1981 cuando se negoció el primer Swap en los Estados Unidos. El cual fue emitido sobre divisas y se efectuó entre IBM y el Banco Mundial a través de la intermediación de Salomón

Brothers. Al siguiente año, en 1982, se llevó a cabo el primer Swap de tasas de interés cuando la Asociación Comercializadora de Préstamos a Estudiantes (*Student Loan Marketing Association*) cambió una tasa de interés fija por una flotante. Para mediados de los años ochenta, los Swaps se volvieron instrumentos muy populares en los ambientes financieros, al grado que los principales bancos estadounidenses y del Reino Unido comenzaron a realizar transacciones de forma muy activa. Cuando los Swaps comenzaron a utilizarse de forma rutinaria surgió la necesidad de estandarizar los contratos, debido a que cada institución financiera que fungía como intermediario, usaba sus propias convenciones y terminología al efectuar sus operaciones; esto traía como consecuencia que el comercio y/o las negociaciones entre intermediarios fueran muy problemáticas, lo que restaba liquidez al mercado.

Por lo que en 1985 la ISDA, siglas en inglés de la Asociación Internacional de Negociadores de Swaps (*International Swap Dealers Association*), estandarizó todos los términos de negociación de los contratos a través de la expedición de un código. En 1987 expidió dos convenios más; uno para los Swaps de tasas de interés y el otro para el intercambio de tasas de interés y de divisas. Posteriormente, en 1990, se desarrolló la Legislación de Compensación (o Neteo) que fue puesta en vigor en ese momento en Estados Unidos, misma que se desarrolló a raíz de que hasta entonces las partes estaban expuestas al riesgo de incumplimiento de los términos del contrato por la contraparte, aunado al hecho de que si uno de los participantes se abstenía de cumplirlos, el otro se veía obligado por ley a continuar con las obligaciones. En la actualidad, cuando estos percances suceden los contratos de Swaps vigentes se compensan o netean. De este modo, la institución financiera ya no está comprometida a continuar con las obligaciones establecidas en el contrato cuando la contraparte incumple lo pactado y la institución pasaría a convertirse en uno más de los acreedores.

Desde el punto de vista de la cobertura, los Contratos de Swaps resultan ser mejores instrumentos para cubrir la exposición a riesgos cambiarios y de tasas de interés a largo plazo, ya que presentan una mayor liquidez y menores costos en términos del tiempo. Por su parte, los contratos de Opciones, Futuros y Adelantados son más apropiados cuando las cantidades a negociar y el tiempo son menores.

En ocasiones han sido identificados como una serie consecutiva de contratos adelantados hechos a la medida, los cuales no necesariamente involucrarían la entrega física del bien subyacente al que refieren, sino que se tendrían compensaciones en efectivo. Además los Swaps

incluyen cláusulas especiales, montos y plazos mayores. Estas cláusulas pueden referirse a la forma de pago, plazo, garantías, etc.

El Swap de tasas de interés (Interest Rate Swap) es un contrato financiero entre dos partes que desean un cambio de intereses, derivados de los pagos o cobros de las obligaciones que se encuentran convenidas a diferentes bases, ya sea de tipo fijo o flotante, sin existir transferencia del principal y operando en la misma moneda. Cada uno paga los intereses de la deuda de su contraparte, excluyendo del convenio la amortización del principal, que no cambia de manos.

Su objetivo es el de optimizar el costo en términos del tipo de interés, colocando los recursos financieros con base tanto en las diferencias de calidad crediticia de los participantes en cada uno de los participantes en cada uno de los mercados, como en el mejor aprovechamiento de las deficiencias de los mismos.

Si tenemos un Swap convencional de tasa de interés en que dos partes, una que ha adquirido un préstamo a una tasa de interés fija y la otra ha adquirido otro a tasa flotante; aquí, las contrapartes intercambian sus pagos de interés, por lo cual la que iba a realizar los pagos fijos ahora los hará flotantes y recibirá una tasa fija, es decir, la contraparte se compromete a pagar una tasa fija y recibir una flotante realizando estos pagos con una frecuencia preestablecida, haciendo sólo el pago compensatorio de la diferencia entre ambas tasas.

El Swap de divisas es un contrato financiero entre dos partes que desean intercambiar su principal, mismo que se encuentra en diferentes divisas o monedas, por un periodo de tiempo acordado. Al ser transferido el capital, se aprovechan las ventajas relativas de que dispone cada prestatario en el mercado primario en el que emite. Al término del contrato los principales son intercambiados al tipo de cambio original, asimismo, durante el período del contrato las partes pactan pagar sus intereses recíprocos.

El Swap de divisas, al igual que el de tasas de interés, es motivado por las ventajas que representa para los contratantes, ya que cada parte puede obtener los fondos que requiere de una forma más barata que si los hubiese conseguido directamente en los mercados de difícil acceso para la misma.

Existen dos instancias que pueden ser participantes del mercado de contratos de Swaps. Los primeros son los llamados **usuarios finales** o **contrapartes**, los cuales pueden ser cualquier entidad con deseos de participar en tales contratos, industrias, instituciones financieras, empresas paraestatales, Secretarías del gobierno, Bancos de primer y segundo piso, instituciones de ahorro y fomento a la inversión, así como organismos multilaterales, entre otros.

Los segundos participantes del mercado de Swaps son los llamados **intermediarios**, que a la fecha son constituidos, principalmente, por instituciones financieras en el extranjero, como Estados Unidos, el Reino Unido, Japón y Suiza. Estos intermediarios desempeñan por lo general tres funciones que se encuentran muy relacionadas entre sí; la primera de ellas es el **corretaje**, que consiste en la búsqueda y reunión de los dos usuarios finales de un contrato de Swaps, siendo ésta una de las operaciones más importantes debido al tiempo y costos empleados.

Otra función importante es el **diseño** de los contratos. Los intermediarios se han vuelto usuarios finales importantes, y a los mercados de Swaps les han dotado de un creciente volumen comercial y de una mayor competencia y sofisticación.

Un Swap, en su forma más general, es un instrumento financiero que involucra el intercambio de flujos monetarios durante el tiempo conforme a un patrón que depende del valor de una o más variables subyacentes.

El **Swap de tasa flotante por flotante** es concebido para aquellos usuarios finales que no tienen la necesidad de intercambiar una tasa fija por una flotante o viceversa, sino que desean el intercambio por otra flotante; por ejemplo, en el caso de una compañía inglesa que haya contratado un crédito a tasa LIBOR más algunos puntos base y que necesita cambiarla por alguna americana flotante como la de los Certificados del Tesoro (*Treasury Bills*).

OPCIONES

Las opciones son diferentes a los Forwards y Futuros, ya que estos contratos constituyen un derecho y no una obligación adquirida.⁴

⁴ La definición, características y tipos de Títulos Opcionales se tratan por completo en el siguiente capítulo.

Los Warrants son contratos que otorgan un derecho similar a las Opciones, pero que se diferencian en el emisor, plazo, utilización y algunas otras características. Sin embargo, el concepto es prácticamente el mismo.

La definición de un Warrant es la misma que la de una Opción. La diferencia principal es que los Warrants únicamente pueden ser emitidos por empresas sobre sus propias acciones e instituciones financieras sobre cualquier acción o canasta de acciones (Indices).

Dado que en México no se negocian Opciones sino Títulos Opcionales o Warrants, sólo se abarca una parte de las operaciones opcionales en el mercado financiero, aunque se está estudiando la posibilidad de crear una infraestructura legal y tecnológica para dar origen a un Mercado de Opciones.

Aún cuando se podría desarrollar a detalle cada uno de los instrumentos Financieros Derivados mencionados en este capítulo, no se profundiza en los mismos teniendo en consideración el objetivo de esta tesis pero al final de esta sección se indican las referencias para el lector que así lo requiera

En el siguiente capítulo, se definen a detalle los Títulos Opcionales o también llamados Warrants, reseñando su origen y evolución, sus características principales, rendimiento y su participación en el mercado financiero mexicano.

REFERENCIAS

LIBROS

- Cárdenas, Enrique. (1996), *La política económica en México, 1950-1994*, El Colegio de México y el Fondo de Cultura Económica.
- Díaz, T. & T. Hernández, (1996), "Futuros y Opciones Financieras", Bolsa Mexicana de Valores y editorial LIMUSA.
- Guillén, H. (1984), *Orígenes de la Crisis en México 1940/1982*, Ediciones ERA

- León, R. (1993), *Instrumentos Financieros del Mercado de Dinero*, Academia Mexicana de Derecho Bursátil y de los Mercados Financieros, A.C., México.
- O'Connor, D.J. & A.T. Bueso, (1990), *International Dimensions of Financial Management*, Maxwell MacMillan Intenacional Editions, California State University, Fullerton.
- Ortiz, G. (1994), *La Reforma Financiera y la Desincorporación Bancaria, Una Visión de la Modernización de México*, Fondo de Cultura Económica.
- Rodríguez de Castro, (1995), *Introducción al análisis de Productos Financieros Derivados: Futuros, Opciones, Forwards y Swaps*, México, 1ª edición, Bolsa Mexicana de Valores, LIMUSA Noriega Editores CDN Andersen Consulting.
- Villareal, R. (1993), *México en la era del Capitalismo Posmoderno*, 1ª edición, Nacional Financiera y el Fondo de Cultura Económica.

TESIS

- Ramírez Grimaldo. A.A. & E.O. Vargas Arenas, (1995), *El Proceso de Valuación de los Títulos Opcionales (Warrants). Consideraciones y Propuestas Alternativas*, Licenciatura, UNAM.

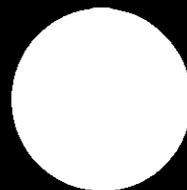
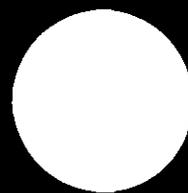
PERIÓDICOS (INTERNET)

- El Financiero

- El Economista

OTROS (INTERNET)

- BOLSA MEXICANA DE VALORES (BMV)
- BANCO DE MÉXICO (BM)



WARRANTS


i **DEFINICIÓN**

El 26 de abril de 1973 comienza a operar el CBOE, Chicago Board Options Exchange, el primer mercado organizado que se crea en el mundo. Los primeros contratos eran de Opción, sobre lotes de 100 acciones, eligiéndose sólo 16 compañías al comienzo del mercado, sobre las que se podían negociar opciones. El primer día se negociaron 911 contratos. En 1974 se negoció una media diaria de 20,000 contratos. Hoy en día se negocian 2,000 contratos de Opción por minuto. Desde 1973 se han creado mercados de Opciones en las principales plazas financieras del mundo, se negocian opciones sobre una gama amplísima de activos financieros y no financieros y su uso se ha generalizado para todo tipo de agentes económicos.

Las Opciones se empezaron a negociar organizadamente en 1973, desde entonces el mercado de Opciones ha tenido un dramático crecimiento.

A partir del mes de septiembre de 1992, la Comisión Nacional de Valores autorizó a las sociedades inscritas en Bolsa y a los intermediarios financieros, la emisión y negociación en el mercado de valores mexicano de los Títulos Opcionales o Warrants, mediante la circular 10-157.

En años recientes los Futuros y las Opciones se han convertido en mercados muy importantes en el mundo de las finanzas y de las inversiones. Hemos alcanzado el punto donde es esencial que todos los profesionales en finanzas entiendan cómo es que trabajan estos mercados, cómo pueden ser usados y qué determina el precio de estos instrumentos.

DEFINICIÓN

Títulos Opcionales es la denominación que las autoridades regulatorias mexicanas le dieron a los instrumentos que internacionalmente se denominan como Warrants.

En principio entenderemos por Opción al contrato cuyo comprador adquiere el derecho a hacer algo a cambio del desembolso de una prima.¹

En el capítulo anterior definimos a los Futuros como el acuerdo para comprar o vender un valor a una fecha predeterminada y un precio preestablecido; así podemos entender a una Opción como el contrato que le da al tenedor o comprador el derecho, más no la obligación, de comprar o de vender alguna acción o valor en una fecha predeterminada y a una precio preestablecido.²

Los Títulos Opcionales son instrumentos susceptibles de oferta pública y de intermediación en el mercado de valores que confieren a sus tenedores a cambio del pago de una prima el derecho de comprar o el derecho de vender al emisor un determinado número de acciones a las que se encuentran referidos; si el precio de las acciones de referencia favorece al tenedor del Warrant, éste deberá recibir del emisor una determinada suma de dinero resultante de la variación de un índice de precios.³

De manera formal manejaremos a los Warrants como un Instrumento Bursátil en virtud del cual el EMISOR del Warrant otorga al TENEDOR del mismo, contra el pago de una PRIMA, el DERECHO (más no la obligación) de comprarle o venderle al EMISOR determinado número de títulos denominados VALORES DE REFERENCIA, a un determinado PRECIO DE EJERCICIO dentro de un determinado PLAZO DE VIGENCIA.

¹ Introducción al análisis de Productos Financieros Derivados, Rodríguez de Castro, BMV.

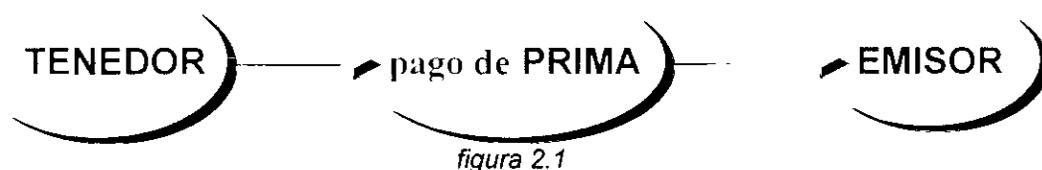
² Futuros y opciones Financieras, una introducción, Díaz Tinoco, BMV.

³ Qué son y cómo operan los Títulos Opcionales en México (WARRANTS), BMV.



Por Tenedor se denominan a los inversionistas ya sean personas físicas o morales, mientras que el Emisor es el intermediario financiero de las empresas cuyas acciones cotizan en Bolsa. Los Valores de Referencia pueden ser cualquier tipo de activo financiero como acciones, canasta de acciones, Índices bursátiles, etc.

De acuerdo a estas consideraciones el Warrant otorga el derecho de comprarle o venderle al emisor, "x" valores de referencia a un precio "y" denominado precio de ejercicio durante un plazo de vigencia "z". Así pues, el esquema básico de negociación en el mercado primario de un Warrant se ilustra en la figura 2.1:



Los Títulos Opcionales pueden ser emitidos con el carácter de un valor convertible por una compañía listada con el propósito de incrementar el número de sus acciones en circulación o incluso recomprarlos; también pueden ser emitidos por instituciones financieras: Casas de Bolsa y Bancos, con el propósito de proporcionar instrumentos de cobertura y apalancamiento ante las fuertes variaciones en los precios de un título o un conjunto de títulos de referencia que ya están en circulación o bien en relación con los movimientos del conjunto del mercado a través de un título opcional emitido sobre un índice de precios.

Las Opciones son instrumentos derivados que constituyen derechos mas no obligaciones de comprar o vender el bien subyacente al que están referidos. Es por ello que las Opciones tienen un costo, ya que el adquiriente tiene la alternativa de ejercerlo y en caso de no hacerlo, el precio pagado por la Opción se considera un costo por haber asegurado un precio durante el plazo pactado en la Opción.

Las Opciones son comúnmente utilizadas, combinando algunas de ellas, para realizar estrategias con las cuales los inversionistas pueden generar el perfil de pagos que deseen y que es imposible generar con los instrumentos existentes en el mercado.

Las Opciones sobre acciones comenzaron su gran auge junto a los Futuros en los mercados organizados de Estados Unidos hacia mediados de los años 70. Por estas fechas abrieron los principales mercados que existen hoy en día.

Los Títulos Opcionales sólo podrán emitirse referidos a acciones de sociedades emisoras registradas en la Bolsa Mexicana de Valores; a grupos o canastas integradas por acciones de dos o más sociedades emisoras registradas en la misma Bolsa y a índices de precios accionarios reconocidos por la propia Bolsa, todos ellos genéricamente como valores de referencia.

La versatilidad que las Opciones proporcionan a los inversionistas, así como la función que cumplen los mercados financieros han generado un crecimiento cada vez mayor de este segmento de instrumentos. Debido a esto, un sector financiero competitivo debe procurar incorporar los instrumentos derivados para dar a sus participantes mejores alternativas de inversión. Actualmente, el mercado mexicano está en condiciones de ofrecer a los inversionistas nacionales y extranjeros un primer instrumento de la familia de los productos derivados a la altura de los mercados internacionales; prueba de ello son las numerosas emisiones que en estos momentos ya se han colocado en el mercado a través de la Bolsa Mexicana de Valores.

En este trabajo se maneja indistintamente la denominación de Warrant y Título Opcional aunque el origen y el mecanismo de operación sean distintos; la definición de los instrumentos es idéntica. Un Warrant es un contrato que otorga el derecho de comprar o vender un cierto número de acciones a un determinado precio de ejercicio en una fecha futura. La diferencia principal es que los Warrants únicamente pueden ser emitidos por empresas sobre sus propias acciones e instituciones financieras sobre cualquier acción o canasta de acciones (Índices).

Para los inversionistas, la disponibilidad de este instrumento les representa un apalancamiento ya que mientras su Título Opcional tenga vigencia se pueden beneficiar de las variaciones en el precio del valor de referencia con solo haber pagado el monto de las primas correspondientes y con la ventaja de no correr el riesgo de tenencia, salvo la pérdida total del monto de las primas en caso de que el mercado se mueva en dirección contraria a las expectativas del tenedor.

Las emisiones de los Títulos Opcionales no son recurrentes, en el sentido de que el emisor no necesariamente emite de manera permanente este instrumento. Por otro lado su negociación en el mercado secundario es similar a la de otros títulos.

A continuación se describen las diferencias que existen entre ambas por cada elemento que los constituyen:

	WARRANT	OPCIÓN
EMISOR	<i>Unicamente empresas o instituciones financieras</i>	<i>Cualquier participante del mercado puede asumir una posición corta (vender)</i>
CARACTERÍSTICAS DEL EMISOR	<i>Los instrumentos son hechos a la medida del cliente y/o con las características que más le convengan al emisor</i>	<i>El precio de ejercicio y las fechas de vencimiento se encuentran totalmente estandarizados</i>
PLAZO	<i>A mediano y largo plazo (usualmente entre 1 y 5 años)</i>	<i>Corto plazo (generalmente a 9 meses)</i>
MERCADO SECUNDARIO	<i>Poco activo</i>	<i>Sumamente activo y rara vez son mantenidos por un solo inversionista</i>
BIEN SUBYACENTE	<i>Generalmente acciones o canastas de acciones</i>	<i>Abarcan una amplia gama de bienes como acciones, tasas de interés, commodities, tipos de cambio, etc.</i>

tabla 2.1

Otra característica que permite establecer diferencias en el funcionamiento de los Warrants y las Opciones son el efecto sobre el valor de la empresa los emite, ya que en una Opción sobre una acción de una empresa determinada, no se ven afectados ni el valor de la acción de dicha empresa ni el precio de su acción, debido a que no se modifican ni el número total de acciones de la empresa ni el balance general de la misma. En cambio, cuando una empresa emite un Warrant de compra (call) sobre sus propias acciones con liquidación en especie, éste

representa un pasivo contingente para la empresa que lo emitió, ya que si el call se ejerce tendrá que entregar nuevas acciones a un precio menor que el del mercado a los tenedores del call. En caso de presentarse esta situación, la empresa tendría dos alternativas: recomprar las acciones en el mercado (lo cual afectaría el efectivo de la empresa) o realizar una nueva suscripción de acciones (lo cual afectaría el valor de las acciones por la dilución que sufriría el capital social). En el caso de que la liquidación del call fuera en efectivo, el ejercicio de éste representaría una salida de efectivo, la cual se registraría como una pérdida para la empresa en ese periodo.

CONTENIDO

Los Títulos Opcionales deberán contener:

- La indicación de ser Títulos Opcionales
- La denominación y clave en bolsa de su emisor
- La denominación y clave en bolsa de la emisora de las acciones de referencia, de las emisoras de las acciones que integran la canasta de referencia, o bien la identificación del índice de referencia
- El plazo de vigencia de los Títulos Opcionales
- El número de los Títulos Opcionales, así como la Prima de emisión que debe cubrir el primer adquiriente al emisor

ii CLASIFICACIÓN

De acuerdo a la definición formal de los Warrants existen dos tipos básicos:

⇒ Desde el punto de vista del TENEDOR:

⇒ **Warrant de compra.** Warrant en el que el tenedor adquiere el derecho (más no la obligación) de comprar, mediante el pago de una prima, los valores de referencia al emisor (dentro de un plazo de vigencia) al precio de ejercicio establecido, sin importar cual sea el precio de mercado de los valores en el momento de ejercer el Warrant; esto se ilustra en la figura 2.2.

EJEMPLO :

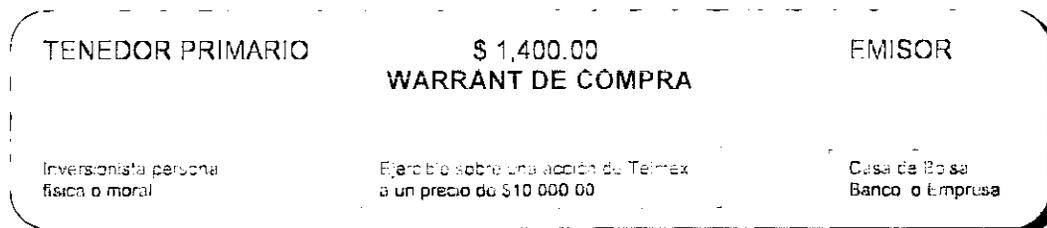


figura 2.2

⇒ **Warrant de venta.** Warrant en el que el tenedor adquiere el derecho (más no la obligación) de vender mediante el pago de una prima, los valores de referencia al emisor (dentro de un plazo de vigencia) al precio de ejercicio establecido, sin importar cual sea el precio de mercado de los valores al momento de ejercer el Warrant.

EJEMPLO:

Si consideramos los siguientes datos:

EMISOR: Casa de Bolsa ABC
Warrant: 1,200,000 Warrants ejercibles cada uno sobre una acción de
Teléfonos de México (TELMEX)
Plazo de vigencia: 1 año
Precio de ejercicio: \$9,000
Precio de mercado: \$10,000
Fecha de emisión: 4 de febrero de 1996
Fecha de vencimiento: 4 de febrero de 1997
PRIMA (precio del Warrant): \$1,400 (pesos m.n.)
Fecha de liquidación: 7 de febrero de 1996
Descuento: 24%
Apalancamiento: 7.14

En este caso, el **tenedor** adquiere el derecho de venderle al **emisor**, mediante el pago de \$1,400 una acción de Telmex a un precio de \$9,000 en cualquier momento hasta el día 4 de febrero de 1997, sin importar el precio que las acciones Telmex tengan en el mercado. En cualquier momento dentro del plazo de vigencia el tenedor puede o no ejercer el Warrant; si lo ejerce el precio del mercado de Telmex puede ser superior o inferior a los \$9,000 (precio de ejercicio), si el precio de mercado de la acción es superior a \$9,000 el tenedor no ejercerá el Warrant; si no lo ejerce antes de su vencimiento o expiración, el Warrant expira o vence sin valor, el emisor no adquiere las acciones y el tenedor pierde la prima de pago por el Warrant (más el costo de oportunidad de la misma).

El descuento (D) es la relación que no puede ser mayor de uno entre el precio de ejercicio (p.e.) menos la prima (valor del Warrant) y el precio de mercado (p.m.), denotado en forma porcentual de la siguiente manera:

⇨ Desde el punto de vista del **EMISOR**:

⇨ **Warrant de compra.**

EJEMPLO :

<p>EMISOR: Casa de Bolsa ABC Warrant: 1.200,000 warrants ejercibles cada uno sobre una acción de Teléfonos de México (TEL.MEX) Plazo de vigencia: 1 año Precio de ejercicio: \$10,000 (pesos M.N.) Precio de mercado: \$7,100 (pesos M.N.) Fecha de emisión: 4 de febrero de 1996 Fecha de vencimiento: 4 de febrero de 1997 PRIMA (precio del Warrant): \$1,400 (pesos M.N.) Fecha de liquidación: 7 de febrero de 1996 Premio: 60.56% Apalancamiento: 5.07</p>

En este caso si el tenedor ejerce el Warrant (suponiendo un precio en el mercado de acciones Telmex de \$12,000); el tenedor puede vender la acción en el mercado a un precio de \$12,000 y obtener una utilidad bruta de \$12,000-\$10,000=\$2,000 y neta de \$2,000-\$1,400 que es el costo de oportunidad de la prima.

El premio de un Warrant (P) es la relación entre el precio de ejercicio (p.e.) mas la prima (precio del Warrant) y el precio en el mercado del valor de referencia (p.m.); dado que el premio se expresa en términos porcentuales se calcula de la siguiente manera:

$$P = \frac{p.e.+PRIMA}{p.m.} - 1 \times 100$$

⇨ **Warrant de venta.**

EJEMPLO:

EMISOR: Casa de Bolsa ABC
Warrant: 1,200,000 warrants ejercibles cada uno sobre una acción de
Teléfonos de México (TELMEX)
Plazo de vigencia: 1 año
Precio de ejercicio: \$9,000 (pesos M.N.)
Precio de mercado: \$10,000 (pesos M.N.)
Fecha de emisión: 4 de febrero de 1996
Fecha de vencimiento: 4 de febrero de 1997
PRIMA (precio del Warrant): \$1,400 (pesos M.N.)
Fecha de liquidación: 7 de febrero de 1996
Descuento: 24%
Apalancamiento: 7.14

En este caso, el emisor adquiere la obligación de comprarle al tenedor por recibir el pago de \$1,400 una acción de Telmex a un precio de \$9,000 en cualquier momento que desee el tenedor dentro del plazo de vigencia y hasta el día 4 de febrero de 1997, sin importar el precio que las acciones de Telmex tengan en el mercado.

**EL EMISOR NO PUEDE OBLIGAR
AL TENEDOR A EJERCER SU WARRANT
EN NINGÚN MOMENTO**

En el caso anterior vemos que el apalancamiento aparece como variable en la utilización del Título Warrant, esto es por que se toma como una medida del riesgo; a mayor riesgo (apalancamiento), mayor potencial de utilidades.



LIQUIDACIÓN EN EFECTIVO

- ▶ El tenedor obtiene una utilidad neta de \$2,000-\$1,400 - el costo de oportunidad de la prima. Esto sucede cuando la liquidación en efectivo se realiza y el emisor entrega al tenedor el importe equivalente al valor intrínseco⁴ del Warrant.

Este tipo de liquidación aplica en posiciones descubiertas⁵ o en el caso de Warrants sobre canastas de valores o índices bursátiles, los cuales no es posible liquidar en especie.

FACTOR DE AJUSTE

Tratándose de Warrants ejercibles sobre acciones se debe ajustar el precio de ejercicio y número de acciones del valor de referencia sobre los que es ejercible cada Warrant, cuando los valores de referencia decretan derechos: dividendo en acciones, canjes de acciones, Splits e Splits inversos.

⁴ Es la diferencia entre el precio de mercado del valor de referencia y el precio del warrant.

⁵ Las posiciones de estrategias se tratan más adelante en el desarrollo del rendimiento de acuerdo a la estrategia.



iii TIPOS DE OPCIONES

Las Opciones se pueden dividir en bursátiles y extrabursátiles (Over-The-Counter, OTC). Las Opciones bursátiles, al igual que cualquier instrumento que se comercia en Bolsa, son estandarizadas y están diseñadas con objeto de tener liquidez, mientras que los productos del mercado extrabursátil (Opciones de divisas y de instrumentos de deuda) por lo general se ofrecen para cantidades mayores, plazos al vencimiento más largos, no necesitan estandarizarse y como resultado, son usualmente menos liquidas. El funcionamiento de Opciones extrabursátiles tiene fines específicos, como trajes a la medida, y son generalmente creadas para cubrir un riesgo determinado y exclusivo a un inversionista o a un grupo.

⇒ Opciones de compra o venta de un activo

El caso más frecuente es el de una Opción que da el derecho a comprar o vender algo a un precio determinado (el "precio de ejercicio", o "strike price", en inglés) en una fecha o serie de fechas determinadas. El activo subyacente sobre el que funciona la Opción puede ser cualquier cosa: acciones, bonos, oro, materias primas, edificios, o incluso otra Opción.

⇒ Opciones sobre una transacción

También son muy frecuentes Opciones donde el poder que la Opción concede no es el derecho de comprar o vender un activo, sino simplemente el derecho a efectuar una transacción determinada a un periodo de tiempo dado, como por ejemplo, una Opción sobre un Swap. Si tenemos, una opción que nos da el derecho durante el próximo año a entrar en un Swap en el que pagamos una tasa determinada y recibimos tasa variable durante cinco años, es evidente que de ejercer nuestra Opción no hemos comprado ni vendido nada: sencillamente hemos hecho un Swap.

↳ Opciones liquidadas (cash settlement)

Existen también acciones liquidadas por "cash settlement" como podría ser una Opción sobre un índice bursátil. En este caso de Opción el comprador no adquiere el derecho de comprar ni vender nada, ni efectuar transacción alguna como en el caso de la Opción sobre un Swap. El comprador de esta Opción adquiere simplemente el derecho a recibir una cantidad determinada de dinero si se cumplen una serie de circunstancias determinadas para ello.

↳ Opciones escondidas

Muchos tipos de actividad comercial normal tienen Opciones implícitas que no son Opciones de compra ni de venta, ni liquidadas por "cash settlement" pero que también tiene valor. Por ejemplo una compañía petrolífera americana que compre petróleo del Golfo Pérsico puede hacerlo mediante un contrato que le permita especificar poco antes de la llegada del barco si desea que la entrega se haga en una refinería cerca del puerto de Nueva York o en una refinería en Louisiana, en el Golfo de México. La distancia desde ambos puntos hasta el Golfo Pérsico es equivalente, por lo que la Opción puede resultar barata desde el punto de vista del propietario del barco. Desde el punto de vista de la compañía petrolera, por otra parte, una Opción de este tipo puede tener gran valor en algunos casos dado que de vez en cuando (en inviernos inesperadamente fríos, por ejemplo) aparecen enormes diferencias entre el precio del petróleo en Louisiana y en Nueva York cuando se congelan los gasoductos que van desde el Golfo hasta la costa noreste de Estados Unidos. Al no llegar el gas precisamente cuando más falta hace debido al clima frío, el precio de cualquier otro combustible que pueda usarse tanto como combustible residencial como para centrales eléctricas se dispara, y el tener la flexibilidad de estipular entregas en Nueva York o Louisiana resulta muy valioso, pudiendo a veces representar hasta uno o dos dólares más por barril de petróleo. Tenemos por lo tanto otro tipo de Opción que no es ni Opción de compra ni de venta pero que tiene gran valor.

No obstante que la terminología de las Opciones es comúnmente manejada en idioma inglés y que define los términos de "call" y "put" cuyos equivalentes en español suelen ser "Opción de compra" y "Opción de venta"; pero esto no resulta aplicable en muchos casos en que la Opción no da derecho a comprar ni vender nada como vimos anteriormente, pero los términos "call" y "put" pueden ser generalizados como explicaremos a continuación. En primer lugar presentamos la definición habitual:

- Una Opción *call* da al comprador de la Opción el derecho de *comprar* el activo *subyacente* a un precio determinado en una fecha o fechas futuras.

- Una Opción *put* da al comprador de la Opción el derecho a *vender* el activo *subyacente* a un precio determinado a una fecha o fechas futuras.

Por ejemplo si suponemos que una acción está hoy a 100. El comprador de un *call* a 105 gana dinero si la acción *sube* de precio por encima de 105, por que puede comprarla a 105 gracias a la Opción y luego venderla al precio de mercado. De manera análoga el comprador de un *put* a 105 gana dinero si la acción *baja* precio por debajo de 105, porque puede comprarla por debajo de los 105 en el mercado y luego venderla a 105 gracias a la Opción.

Tomemos el ejemplo anterior de una Opción liquidada por "cash settlement" sobre el S&P500 con un precio de ejercicio de 450 . Si el comprador de la Opción recibe dinero cuando el índice *sube* por encima de 450, la Opción es un *call*, y si por el contrario el comprador de la Opción gana cuando el índice *baja* por debajo de 450 , la Opción es un *put*. En este caso no compramos ni vendemos nada, pero la terminología es la misma.

*Cualquiera que sea su mecanismo una Opción será un call cuando su poseedor gana si el subyacente **sube**, y un put cuando su poseedor gana si el subyacente **baja**.*

En el caso de Opciones sobre Swaps la terminología se define como sigue:

- Un *call* da derecho a *recibir* una tasa fija determinada contra pagar variable. Debido a la sensibilidad del valor de un Swap a las tasas de interés una opción de esta tasa gana dinero cuando *suben* de precio los bonos.
- Un *put* otorga el derecho de *pagar* la tasa fija y recibir la variable, y gana dinero cuando *bajan* de precio los bonos.



Otra distinción entre tipos de Opción concierne a las fechas en las que está permitido ejercer los derechos que la opción otorga.

- Una **Opción europea** puede ser ejercida únicamente en una sola fecha: su fecha de vencimiento.

- Una **Opción americana** puede ser ejercida en cualquier fecha hasta su fecha de vencimiento. (A veces tan sólo en una serie de fechas determinadas.)

La distinción tiene orígenes históricos, dado que en Estados Unidos las primeras Opciones sobre acciones que se hicieron en Chicago se podían ejercer cualquier día hasta su vencimiento, mientras que en la Bolsa de Londres era tradicional que las Opciones se pudiesen ejercer únicamente el último día de su vida.

Hoy en día la distinción geográfica existe únicamente en el nombre; tanto en América como en Europa y Asia es perfectamente posible hacer Opciones con cualquiera de los dos posibles mecanismos de ejercicio.

Aunque en algunos casos su valor puede ser idéntico, en general las Opciones americanas son más valiosas que las europeas (de strike y vencimiento idénticos) sobre el mismo activo, dado que otorgan más derechos que estas últimas. Una Opción americana tiene que valer por lo menos lo mismo que una Opción europea análoga, por que si no la ejercemos hasta su vencimiento se comporta exactamente igual, y además es posible que tenga más valor porque en algunos casos puede resultar ventajoso ejercerla antes de su vencimiento.

Cuando un call tiene un strike que está por debajo del precio actual del subyacente o cuando un put tiene un strike que está por encima del precio actual del subyacente, se dice que están in-the-money, en inglés, y tiene valor intrínseco porque si las ejerciésemos hoy recibiríamos dinero.

<i>in-the-money</i>	<i>call</i>	$S > K$
<i>("itm")</i>	<i>put</i>	$S < K$

at-the-money
("atm") **S=K**

out-of-the-money
("ootm") *call* **S<K**
put **S>K**

donde k es strike

Una Opción está *at-the-money* ("a.t.m.") cuando su strike es igual al precio del subyacente, y *out-of-the-money* cuando está alejado del subyacente de manera que ejercer la Opción daría lugar a la pérdida.

Cuando existe una probabilidad de que la Opción acabe todavía más in-the-money si esperamos al vencimiento hablamos de la existencia del time value o el llamado valor tiempo.

Evidentemente, el valor tiempo de una Opción es pequeño cuando ésta se halla muy *out-of-the-money*, porque la probabilidad de que el subyacente se mueva lo bastante como para que la Opción acabe sus días in-the-money es pequeña. Cuando se halla muy in-the-money pasa lo mismo; la probabilidad de que el subyacente se mueva lo bastante como para que la Opción acabe out-of-the-money es pequeña, por lo que el valor tiempo es pequeño. En general, las Opciones tienen la máxima cantidad de valor tiempo cuando el subyacente está cerca del strike.

Las Opciones sobre acciones comenzaron su gran auge junto a los Futuros en los mercados organizados de Estados Unidos hacia mediados de los años 70. Por estas fechas abrieron los principales mercados que existen hoy en día:

- **Chicago Board Options Exchange ("CBOE")(1973).**
- **American Stock Exchange (1975).**
- **Philadelphia Stock Exchange (1975).**
- **Pacific Stock Exchange (1976).**

Existen también mercados organizados de Opciones en otros países, como por ejemplo:

- París (MONEP)
- Frankfurt DTB
- Amsterdam (EOE)
- Londres (LIFFE/LTOM)
- Tokio/Osaka TSE/OSE
- Madrid/Barcelona (MEFF/OM)

Existen dos tipos principales de Opciones "over the counter" sobre tasas de interés: Swaptions (Opciones sobre el precio de Swaps o bonos) y caps o floors (Opciones sobre el nivel de las tasas de interés a corto plazo).

Un **Swaption** es una Opción sobre un Swap, cuyo poseedor tiene el derecho a efectuar un Swap determinado (a una tasa fija y un plazo establecidos de antemano de los términos de la Opción) con el vendedor. Las Opciones sobre bonos son también Swaptions por que los Swaps y los bonos se valoran de manera idéntica; la única diferencia está en la manera de cotizar el strike; un strike típico para una Opción sobre un bono se expresa en términos monetarios (es decir cotizamos el precio), mientras que en Swaptions el strike se cotiza como una tasa de interés. La conversión entre ambos métodos de cotización es sencilla, ya que siempre podemos convertir un precio de un bono a su tasa interna de rendimiento (TIR) y obtener así la tasa que podemos comparar con la tasa de interés del Swap.

Los Swaptions también pueden utilizarse en el mismo tipo de situaciones que las Opciones sobre acciones, para proteger carteras contra movimientos adversos o se pueden vender para generar primas.

Los Caps y los Floors se utilizan para cubrir el riesgo de movimientos en las tasas de interés a corto plazo durante periodos de tiempo largos. Un Cap protege contra aumentos en las tasas a corto plazo y un Floor protege contra bajas.

iv RENDIMIENTO ESPERADO DE ACUERDO A LA ESTRATEGIA

Entenderemos por *estrategia* a la acción de cubrir el riesgo inherente a un activo financiero con otro instrumento, de manera tal que la pérdida de valor de uno de ellos se compense con la ganancia en el otro.

Para facilitar la comprensión en el funcionamiento de las estrategias consideraremos que solamente los valores a ser comprados o vendidos son Opciones sobre el mismo subyacente. Con base esta aclaración estableceremos 4 tipos de posiciones a ser tomadas:

- »» Posición Descubierta (sin cobertura)
- »» Posición Cubierta (de cobertura)⁶
- »» Posición Spread
- »» Posición Combinada

De acuerdo con esta clasificación, la posición cubierta, el spread y las combinadas son posiciones de cobertura, en la que uno o más instrumentos protegen los rendimientos de uno o más valores todos relacionados al mismo subyacente.

⁶ El Factor de Cobertura es la proporción que el emisor mantiene cubierta en relación a la obligación que adquirió al comprar o vender un warrant.

POSICIONES SIN COBERTURA

Primero hablaremos sobre la posición descubierta, la cual tiene un riesgo mayor que el de las otras estrategias dado que no se encuentra protegida con ningún otro instrumento como medida de seguridad. En esta posición existen seis posturas:

Posición larga (comprar) en acciones
Posición corta (vender) en acciones
Compra de opciones de compra
Venta de opciones de compra
Compra de opciones de venta
Venta de opciones de venta

De lo anterior podemos mostrar de manera gráfica el comportamiento de cada posición siendo estas:

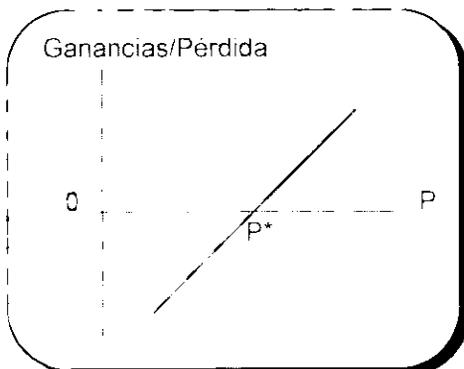


figura 2.3

En una **posición larga** (al comprar una acción), y consideramos P^* como el precio que pagamos al adquirir la acción, tendremos ganancias si se incrementa su precio de cotización, pues las habremos conseguido con un valor inferior al que se esta pagando en el mercado; sin embargo, si el precio de las acciones disminuye, esto nos provocará pérdidas incluso mayores del total del precio pagado.

Ahora bien, si adquirimos una **opción de compra** sobre una acción por lo que estaremos adoptando una posición larga, y consideramos **E** (precio de ejercicio) como el precio con el cual haremos efectivo el derecho de que nos compren la acción si esta llegase a bajar, estaremos limitando nuestras pérdidas al valor **C*** que es el costo con el cual adquirimos la opción de compra; sin embargo, si el precio de la acción aumenta nuestra ganancia no se ve afectada por la adquisición de este instrumento. Se puede considerar que el haber tomado esta posición, tiene un efecto protector sobre nuestra inversión respecto a pérdidas mayores.

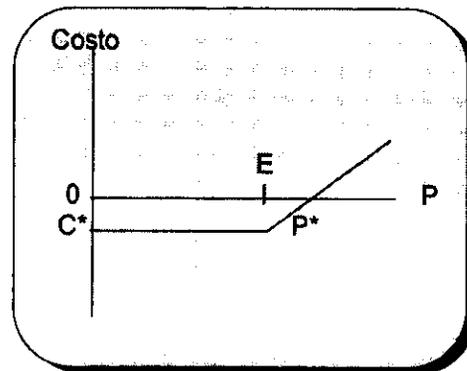


figura 2.4

De manera contraria si asumimos una **posición corta** donde nosotros vendemos las acciones y estas disminuyen en su precio por abajo del valor **P***, que fue con el cual nosotros realizamos la transacción, tendremos una ganancia al haber vendido las acciones a un precio superior al que se cotiza en este momento; alcanzando el punto de máxima ganancia en el momento que el valor de las acciones disminuyera hasta cero (perdiendo todo su valor), por otra parte si el precio de las acciones aumenta habremos perdido al haber negociado las acciones con un valor menor y conforme se incrementa su cotización de manera proporcional se incrementarán nuestras pérdidas.

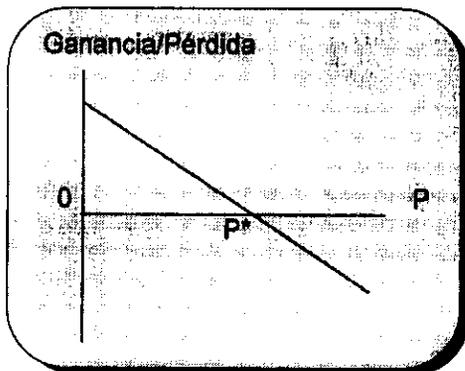


figura 2.5

En el caso de adquirir una **Opción de venta**, esta nos dará el derecho de vender el activo subyacente a un precio determinado, entonces si el precio de la acción disminuye haremos efectiva la Opción; por el contrario si el precio es superior al pactado con la contraparte no ejerceremos el derecho de vender el activo, lo cual nos generará una pérdida igual al monto de prima pagada por la Opción.

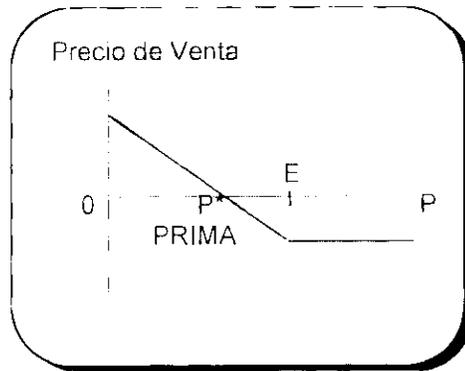


figura 2.6

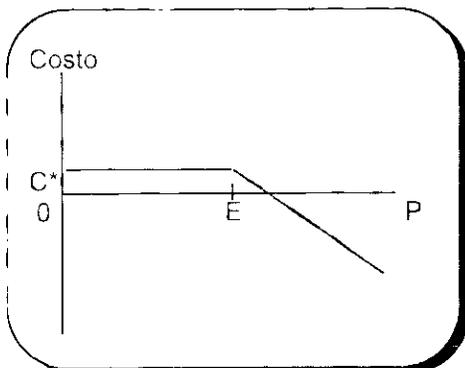


figura 2.7

En el caso de la **venta de una Opción de compra (CALL)**, el emisor tiene una ganancia limitada igual a la prima cobrada por la emisión de la Opción, la cual obtendrá en el caso que el valor del activo sea menor al precio de ejercicio en virtud de lo que el comprador de la Opción no la hará efectiva; por el contrario si el valor del activo subyacente es mayor al precio de ejercicio el comprador de la Opción la hará efectiva, siendo ilimitada la pérdida para el emisor ya que deberá entregar el bien subyacente a un precio inferior al que se maneja en el mercado.

Se tendrá un efecto contrario al considerado en el caso anterior cuando se trate de la **Venta o emisión de una Opción de Venta (PUT)**; en cuya situación el emisor tendrá la ganancia limitada de haber cobrado la prima sin que deba cumplir con la obligación de comprar el bien subyacente, si el precio de este se mantiene por arriba del precio de ejercicio pactado en la Opción. Ahora bien, si el precio del subyacente es menor al de ejercicio de la Opción, el tenedor hará efectivo su derecho de venta a un precio mayor al que se paga en el mercado, generando para el emisor de la Opción una pérdida cuyo monto no está limitado y será directamente proporcional a la reducción de precio del bien subyacente.

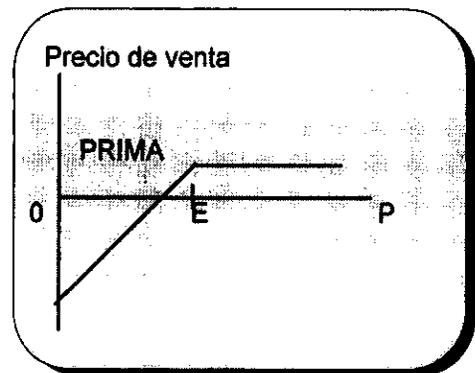


figura 2.8

POSICIONES CON COBERTURA

Una **cobertura** combina una Opción con su acción subyacente de tal manera que la acción protege la Opción o viceversa, contra una posible pérdida. Esto es que una posición larga en una acción sea cubierta con la venta de una Opción de compra o con la compra de una Opción de venta.

Así entonces tenemos que la posición contraria a la citada se llama **cobertura revertida** la cual combina una posición corta en una acción con la compra de una Opción de compra o la emisión de una Opción de venta.

Gráficamente el efecto de tomar una posición de cobertura sería el siguiente:

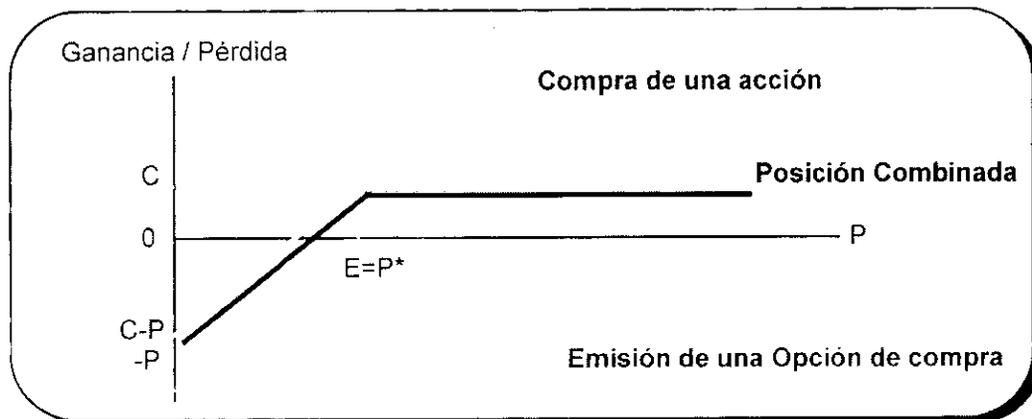


figura 2.9

La línea que muestra el comportamiento del costo de la posición combinada se forma de la suma de las gráficas que representan la compra de la acción y la emisión de la Opción de compra; por esto antes de llegar al precio P^* con el cual se adquirió la acción obtenemos su valor como el



costo de la emisión de la Opción de compra menos el precio en el que se cotiza la acción; es decir, si el precio de la acción baja, las pérdidas se reducen de acuerdo al valor de la emisión de compra. Si el precio de la acción tiende a subir, estas ganancias se compensan con las pérdidas generadas por la emisión de la Opción de compra, por esto la posición combinada asume una línea recta compensando las pérdidas de un instrumento con las pérdidas del otro. Cabe destacar que el tomar una posición combinada similar a la que se adoptó en el ejemplo anterior resulta similar a la emisión de una Opción de venta.

La forma en que se puede cubrir una posición depende de las expectativas que tenga cada inversionista, entonces encontramos tantas coberturas como deseemos. Por ejemplo si se invierte en una acción cuyo valor es inestable pero con fluctuaciones pequeñas en su precio ya sea a la alza o a la baja la posición cubierta que deberá asumirse será vender dos Opciones de compra por cada acción adquirida, ya que esto producirá un triángulo que generará ganancias en el momento en el que las variaciones en el precio de la acción se produzcan no importando si son a la alza o a la baja.

Gráficamente tendríamos lo siguiente:

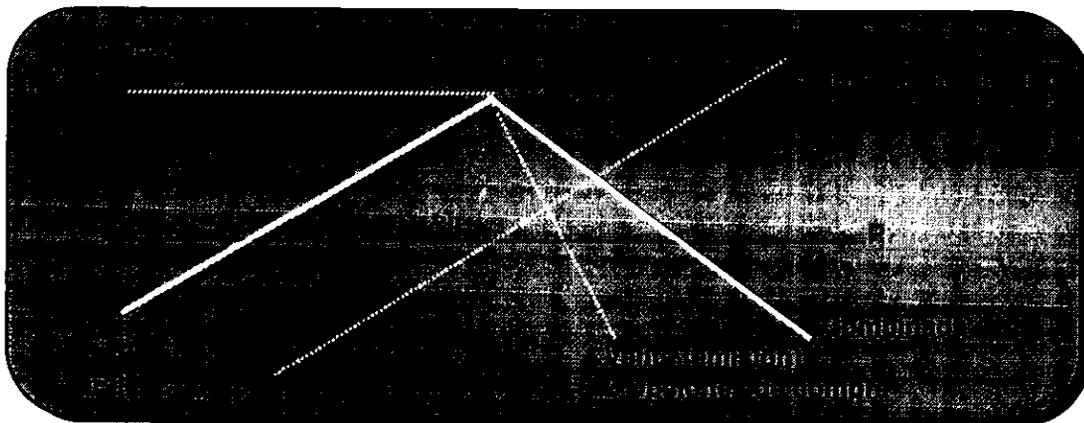


figura 2.10

Ahora bien suponiendo que vendemos acciones que se verán fuertemente afectadas por un evento ajeno al precio implícito de mercado, pero se desconoce si este efecto será favorable o desfavorable; como por ejemplo las variaciones en el precio del café sufridas durante las negociaciones de paz en Chiapas entre el gobierno y el EZLN, en donde el precio del producto subía bruscamente si eran aceptadas las propuestas para la paz, pero igualmente bajaban si estas eran rechazadas. En un caso como este la cobertura óptima sería la adquisición de dos Opciones de compra por cada acción vendida. De esta manera se obtendrá una ganancia si el precio de la acción sufre un fuerte cambio no importando si este es favorable o desfavorable, este efecto no hubiera podido aprovecharse si no se contara con la flexibilidad que otorga el uso de las Opciones, ya que se podrían tener ganancias muy altas pero también pérdidas en igual proporción.

La forma gráfica de esta posición sería:

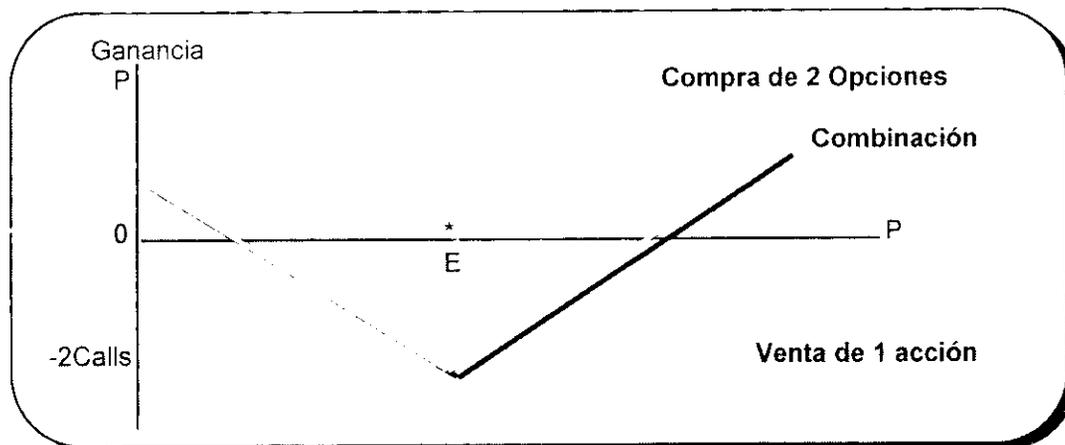


figura 2.11

POSICIÓN SPREAD

Un *spread* combina Opciones de series diferentes pero de la misma clase⁷, donde algunas son vendidas y otras son compradas. Para este tipo de estrategia encontramos tres clases:

■ Spread Vertical

Se le llama spread vertical a aquél formado con dos opciones, una en posición larga y otra en posición corta, ambas sobre el mismo valor subyacente y con la misma fecha de vencimiento, lo único diferente son los precios de ejercicio. Según las combinaciones con las posiciones mencionadas anteriormente, se pueden considerar principalmente tres tipos de *Spreads Verticales*:

- **Spread Vertical Bull**

Se conforma con la adquisición de una Opción de compra con el menor precio de ejercicio y la emisión de otra de la misma clase con el mayor precio de ejercicio, considerando que ambas tienen la misma fecha de expiración. Este spread conlleva un incremento en su valor por cualquier incremento en el precio del subyacente, lo cual se traduce en beneficio para el inversionista por el incremento del subyacente pero no por la reducción en el precio de este. Gráficamente se puede expresar de la siguiente manera;

⁷ Se dice que dos Opciones son de la misma clase si fueron emitidas sobre el mismo valor subyacente.

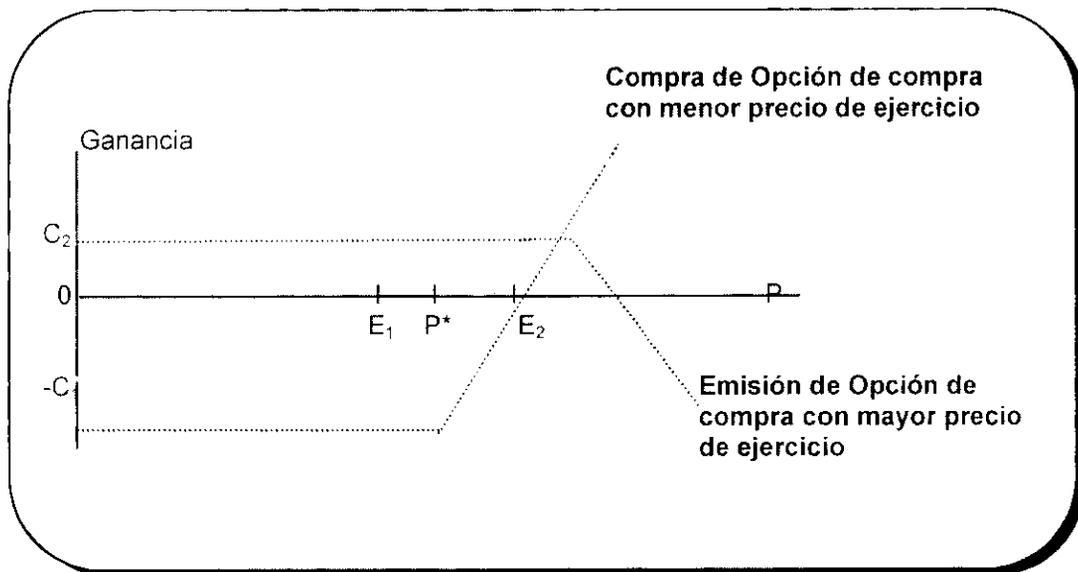


figura 2.12

- **Spread Vertical Bear**

Otra versión del spread se forma con la compra de una Opción de venta con el mayor precio de ejercicio y la emisión de otra de la misma clase con el precio de ejercicio menor. En esta estrategia el inversionista se beneficia cuando el precio del subyacente disminuye, ya que el valor del spread aumentará. Esta estrategia permite obtener ganancias cuando el comportamiento del precio del subyacente en el mercado ha sido a la baja, pero se desconoce hasta que punto continuará de igual manera; ya que si el valor del subyacente disminuye sin alcanzar el precio de ejercicio de la Opción con el menor valor, el monto del spread se incrementará, hasta estabilizar su valor para mayores reducciones del subyacentes. Esquemmatizando el comportamiento del instrumento descrito se observa:

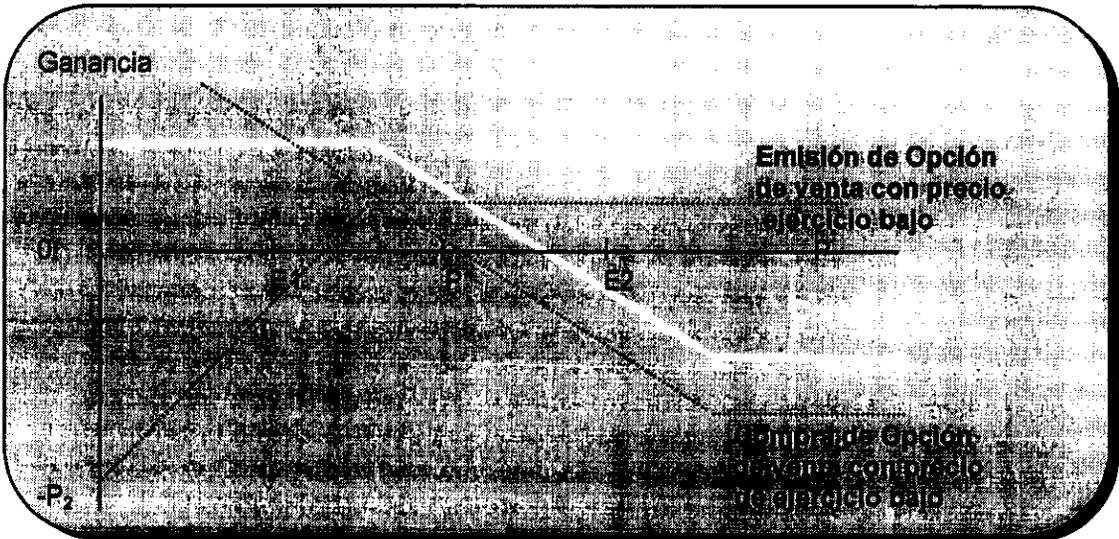


figura 2.13

- **Spread Vertical Butterfly**

Esta forma de spread es la más compleja de los spreads verticales ya que se integra de cuatro Opciones, de las cuales dos de ellas tienen precio de ejercicio igual e intermedio entre el precio de ejercicio de las dos restantes, es decir, se encuentra limitado por un precio más bajo y otro más alto. Su uso genera pequeñas ganancias solo si el precio de la acción del subyacente permanece cerca del precio de ejercicio de las dos Opciones intermedias; esta posición puede ser interpretada como un portafolio de spreads ya sea de bull o de bear, o bien un portafolio que se compone de ambos tipos.

■ Spread Horizontal

Se le llama spread horizontal al formado por dos Opciones de la misma clase, una comprada y otra vendida, emitidos sobre el mismo valor subyacente y con los mismos precios de ejercicio pero con diferentes fechas de vencimiento. Es por esto que para efectos gráficos es necesario conocer este dato que la fecha de ejercicio no está dada en términos monetarios.

■ Spread Diagonal

En el spread diagonal tenemos una Opción que es comprada y la otra es emitida (siempre y cuando sean de la misma clase), pero con la diferencia que los precios de ejercicio y las fechas de vencimiento son diferentes, por lo mismo es difícil su esquematización.

POSICIÓN COMBINADA

Una **combinación** es formada por Opciones de diferentes tipos⁸ sobre el mismo subyacente de manera tal que ambas son compradas o ambas son emitidas.

La combinación más simple que podemos encontrar es la formada por una Opción de compra y una Opción de venta sobre un mismo subyacente, con el mismo precio de ejercicio y fecha de expiración iguales. A esta estrategia se le llama **straddle**.

Existen otras variedades de combinaciones verticales que dan lugar de manera gráfica a otro tipo de figuras geométricas como paralelogramos; cabe aclarar que el uso de diagramas facilita en gran medida el entendimiento del funcionamiento en forma particular de cada combinación, estando conscientes de las limitaciones propias de esta herramienta gráfica como son que la posición adoptada en cada estrategia se conserva hasta la expiración del instrumento lo cual es válido únicamente para las Opciones europeas mas no para las americanas. Otro aspecto no considerado es la variación del valor del dinero invertido en el tiempo.

Una vez que se han mostrado algunas de las formas con las cuales se puede obtener ventaja en el uso de Opciones, ya sea como medida de protección contra pérdidas o como

⁸ Nos referimos a Opciones de diferente tipo cuando usamos Opciones de compra y de venta simultáneamente



instrumento de especulación que genere ganancias, a continuación se mencionarán dos factores extras con los cuales al combinarlos y trabajar con ellos es posible obtener mayores beneficios y usarlos como punto de referencia para determinar la estrategia óptima a seguir considerando el comportamiento del mercado..

La valuación de cualquier activo financiero, incluyendo las Opciones, se puede realizar mediante un enfoque de arbitraje, en este contexto el arbitraje significa simplemente que se pueden obtener beneficios comprando y vendiendo activos, sin tomar riesgos. En un mercado financiero eficiente y en equilibrio, los precios de los activos no permiten realizar operaciones de arbitraje.

En los modelos de valuación de Opciones siempre aparece un parámetro desconocido, la volatilidad, que influye notablemente en el precio. Evidentemente la volatilidad tiene gran importancia para los modelos de valuación de Opciones y así mismo para los operadores de un mercado de Opciones, pues estos se interesan en la dirección de los precios del subyacente y en la velocidad de los movimientos del subyacente. Esta velocidad es *la volatilidad*.

Los mercados cuyos precios se mueven lentamente son mercados de baja volatilidad; por el contrario los mercados cuyos precios se mueven a gran velocidad son mercados de alta volatilidad. Si el subyacente es poco volátil, los agentes que acuden al mercado a cubrir riesgos no tendrán ningún incentivo para comprar Opciones. Por otra parte, la especulación con Opciones no tiene ningún sentido en un mercado de baja volatilidad; es decir, las Opciones y la volatilidad están íntimamente unidas, de hecho, dado que los operadores más profesionales especulan sobre los valores futuros de la volatilidad se puede decir que el mercado de las Opciones es un mercado volátil.

En la mayoría de los modelos de valuación de Opciones se asume la hipótesis de un mercado eficiente para el subyacente; esto significa que los precios del activo subyacente incorporan automáticamente toda la información relevante sobre dicho subyacente.



Si el mercado es eficiente, la variación de los precios será totalmente aleatoria, ya que se producirá solo cuando aparezca nueva información en el mercado, y este fenómeno es también aleatorio. Por esto se dice que en un mercado eficiente los precios siguen una caminata aleatoria (random walk).

En el caso del subyacente de una Opción, la dispersión de los precios posibles al vencimiento se corresponde con la volatilidad de dicho subyacente. En términos más precisos, la volatilidad la podemos asociar a la desviación estándar de las variaciones de los precios del subyacente. Además, si nos referimos a un mercado eficiente bajo las consideraciones descritas, las variaciones del precio del subyacente seguirán una distribución normal.

En la figura 2.14 se puede ver como la volatilidad se comporta como una distribución normal, donde la varianza nos determina el nivel de volatilidad del mercado y la picudez de la curva se da en función inversa de la volatilidad.

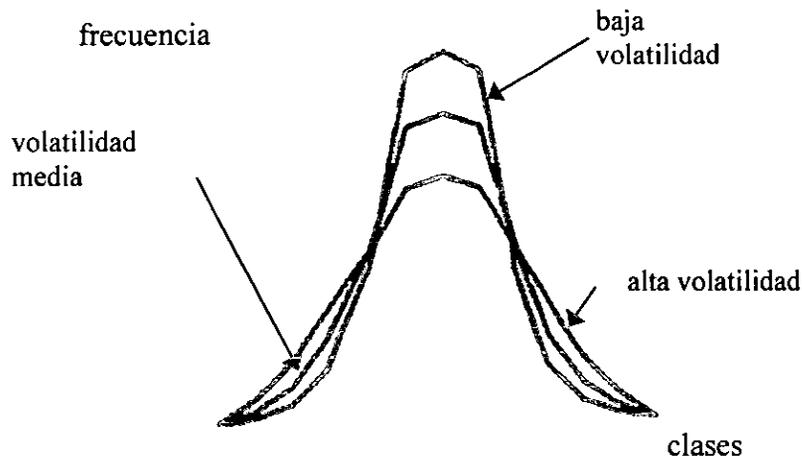


figura 2.14

Una primera aproximación a la estimación de la volatilidad del subyacente es analizar cual ha sido su volatilidad en el pasado. A la volatilidad de un activo subyacente calculado según series

históricas de precios se denomina *volatilidad histórica*. El cálculo de la volatilidad histórica se puede realizar de dos formas:

- > Basado en los precios de "cierre" del subyacente.
- > Basado en los precios "máximo" y "mínimo" registrados en las diferentes sesiones de negociación del subyacente en el periodo de cálculo.

El primero es el más utilizado en los estudios académicos de los mercados de Opciones y por los profesionales que negocian estos instrumentos. El rendimiento del activo subyacente se calcula

$$r_t = \ln(S_t/S_{t-1})$$

donde:

r_t = rendimiento del subyacente de t-1 a t.

S_t = precio de cierre del subyacente en la fecha t.

S_{t-1} = precio del cierre del subyacente en la fecha t-1

La utilización de logaritmos convierte la variación de precios ($S_t - S_{t-1}$) en una tasa de rentabilidad continua que es la más apropiada para los modelos de valuación de Opciones.

A partir de la serie de r_t calculamos la media y la varianza de los rendimientos mediante:

$$r = \sum_{t=1}^n \frac{r_t}{n}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n |r_t - r|^2$$

donde n es el número de datos utilizados en los cálculos, r es la media y sigma cuadrada la varianza. La desviación nos dará una estimación de la volatilidad histórica en términos del periodo elegido para calcular r_t , es decir, si r_t se calcula en base semanal, sigma será la volatilidad histórica en términos semanales, etc.

La volatilidad implícita se obtiene de los modelos de valuación, donde la incógnita será sigma y la prima de la Opción será un dato. El cálculo de la volatilidad implícita exige primero, la selección del modelo de valuación que pensamos se utiliza por la mayoría del mercado. En segundo lugar, cada Opción tendrá una determinada volatilidad implícita, lo que exige calcular la volatilidad implícita para cada serie de opciones en los mercados organizados.

La volatilidad implícita refleja las expectativas del mercado sobre la volatilidad del subyacente hasta el vencimiento de la correspondiente Opción. Esto explica que también se le denomine "volatilidad del mercado". La volatilidad implícita cambia continuamente en función de las alteraciones de las primas, el precio del subyacente, etc. Realmente es el auténtico precio de los mercados de Opciones. Así, algunos especialistas de los mercados de Opciones suelen denominar a esta volatilidad "nivel de las primas". Si la volatilidad implícita está por encima de sus valores históricos, dirán que el nivel de primas del mercado es alto y a la inversa. Por ellos, muchos agentes intentan predecir los niveles de las volatilidades implícitas en el futuro. Esta predicción se puede realizar con el típico análisis técnico, o utilizando modelos estadísticos y econométricos más sofisticados. Dada la importancia del análisis de la volatilidad implícita, conviene obtener un dato de volatilidad para cada subyacente y vencimiento en periodos regulares de tiempo (día, apertura, cierre, etc.). El problema se plantea, de cara a análisis empíricos, en la selección de la volatilidad implícita de cada momento del tiempo (p.e. al cierre diario del mercado) que vamos a utilizar. En un mercado organizado de Opciones, para un determinado vencimiento existirá una volatilidad implícita diferente para cada precio de ejercicio cotizado. Una solución a este problema es calcular la volatilidad implícita promedio como media ponderada de las volatilidades implícitas de los diferentes precios de ejercicio negociado. Es decir:

$$\bar{\sigma}_i = \sum_{j=1}^n W_j \sigma_{ij}$$

$$\sum_{J=1}^n W_J = 1$$

donde:

σ_i = volatilidad implícita media para el vencimiento en una fecha dada

$\sigma_{i,J}$ = volatilidad implícita para el vencimiento, de la serie de precio de ejercicio J, en la misma fecha.

$W_{J,i}$ = puede ser calculado a partir de la liquidez de las diferentes series (más negociación, más peso) o a partir de la VEGA de las diferentes series

Otra alternativa más sencilla y más empleada en los mercados es utilizar la volatilidad implícita de las Opciones *at the money*, las cuales presentan dos importantes características:

- Normalmente son las más líquidas, por lo que ofrecen una mayor representatividad de las opiniones del mercado.
- Adicionalmente son las más sensibles a las variaciones de la volatilidad.

Se puede evaluar en todo momento la expectativa de volatilidad del mercado a través de la volatilidad implícita de las Opciones *at the money*.

La volatilidad futura es el dato que a cualquier operador en Opciones le gustaría conocer. Todos los modelos de estimación de volatilidades intentan determinar este valor. Conociéndolo se puede valorar correctamente las Opciones y por supuesto ganar dinero aprovechando los errores de las expectativas de otros agentes. Conocer la volatilidad futura del subyacente de una Opción tiene tanto valor como saber con certeza las tasas de interés el próximo mes. Para ningún mercado financiero o no financiero existen "bolas de cristal" que nos permiten averiguar perfectamente el futuro.

✓ MÉTODO DE VALUACIÓN

De la misma manera que nos interesa saber de qué depende la demanda y la oferta de cualquier bien, también nos interesa saber de qué depende el precio de una Opción.

La fórmula más utilizada en la valuación de Opciones fue la desarrollada por los investigadores Black & Sholes⁹ y es llamada de la misma forma. Esta expresión está diseñada para Opciones europeas de compra y venta; para las Opciones de compra (Call) tenemos la siguiente fórmula

Este tema es el centro de debate principal para una buena operación en el mercado, pero por el giro que este trabajo lleva no se profundizará en elementos necesarios conocer de antemano para la aplicación de este método, por lo que se al final del capítulo se hacen las referencias necesarias por si el lector desea estudiar más a fondo sobre este punto.

Esta fórmula está basada en los siguientes supuestos:

- ① Que el mercado funciona sin fricciones, i.e., no existen costos de transacción, de información, requerimientos de margen, ni impuestos y los artículos son perfectamente divisibles.
- ② Las transacciones tienen lugar de forma continua y existe plena capacidad para realizar compras y ventas sin restricciones ni costos especiales.
- ③ Los agentes pueden prestar y endeudarse a una misma tasa r , que es la tasa de interés a corto plazo expresada en forma continua.

⁹ Fisher Black y Myron Scholes desarrollaron esta fórmula en su artículo "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", en el *Journal of Political Economy* en mayo-junio de 1973, pags. 637-654.



- ④ Las Opciones europeas y el subyacente no paga dividendos en el horizonte de planeación.

por último tenemos que el precio del activo sigue un proceso continuo estocástico de evolución de Gauss-Wiener definido por

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz$$

donde

- ∇ dP representa a un cambio infinitesimal en el precio del subyacente
- ∇ dt representa a un cambio infinitesimal en el tiempo
- ∇ μ representa la media de los rendimientos por periodo
- ∇ σ representa la volatilidad del precio del activo
- ∇ dz es una variable aleatoria con $(0,1)$

Se supone que el rendimiento instantáneo del activo subyacente, o bien las variaciones relativas del subyacente siguen una distribución normal con parámetros μdt que corresponde a su media, y σdz que corresponde a su varianza. Por esto una cuestión fundamental para poder aplicar este modelo que el rendimiento instantáneo aproxime su distribución a una normal. Este proceso es una caminata aleatoria, la cual es consistente con la teoría moderna de cómo los precios se mueven en un mercado eficiente. La derivación de esta fórmula se puede obtener por una estrategia de arbitraje bajo la hipótesis de la negociación en tiempo continuo podríamos construir un portafolio formado con una posición larga en acciones o viceversa. Con el cual se realiza el arbitraje. Si R representa el portafolio que vamos a utilizar, entonces tenemos

$$R = nC + hS$$

donde C y S son los valores de la Opción de compra y la acción respectivamente. n y h corresponden al número de Opciones y acciones dentro del portafolio.



De aquí que en un intervalo infinitesimal de tiempo, la expresión de arriba se transforma en

$$dR = n dC + h dS$$

Bajo el supuesto de volatilidad constante, y la tasa libre de riesgo también constante, el valor de una Opción de compra europea con un precio de ejercicio X será función del tiempo y una variable estocástica y el precio del subyacente S.

$$C = f(t, S)$$

El lema de Ito, también conocido como el teorema fundamental del cálculo estocástico, nos permite diferenciar una función de la forma $G(t, z)$ como la de arriba, siendo z una variable aleatoria y t el tiempo mediante la siguiente expresión

$$dG = \frac{\partial G}{\partial S} dz + \frac{\partial G}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial z^2} (dz)^2$$

Entonces al aplicar el lema podemos obtener dC:

$$dC = \frac{\partial C}{\partial S} dS + \frac{\partial C}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} (dS)^2 \quad \dots (1)$$

Como se dijo anteriormente, Black & Scholes suponen que el precio de la acción sigue un proceso estocástico del tipo Gauss-Wiener, definido por

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz$$



elevando al cuadrado ambos términos

$$\left[\frac{dS}{S} \right]^2 = (\mu dt)^2 + 2\mu\sigma dt dz + (\sigma dz)^2$$

si sabemos que

$$\begin{aligned} dz^2 &= dt \\ dz * dt &= dt * dz = 0 \\ dt^2 &= 0 \end{aligned}$$

de aquí que

$$\left[\frac{dS}{S} \right]^2 = \sigma^2 dt$$

$$[dS]^2 = S^2 \sigma^2 dt \quad \dots (2)$$

si sustituimos (2) en (1) tenemos

$$dC = \frac{\partial C}{\partial S} dS + dt \left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} S^2 \sigma^2 \right)$$

entonces la variación dR será

$$dR = \left[n \frac{\partial C}{\partial S} + h \right] dS + n \left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} S^2 \sigma^2 \right) dt$$

dado que la variación dS es aleatoria, podemos construir un portafolio libre de riesgo, de la siguiente forma

$$n=-1 \quad h = \frac{\partial C}{\partial S}$$

$$n=1 \quad h = \frac{\partial C}{\partial S}$$

si escogemos el primero tenemos

$$R = -C + \frac{\partial C}{\partial S} S \quad \dots (3)$$

$$dR = -\left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} S^2 \sigma^2 \right) dt \quad \dots (4)$$

dado que en equilibrio, el portafolio debe de tener un rendimiento igual al activo libre de riesgo, entonces

$$\frac{dR}{R} = r dt$$

sustituyendo en la ecuación anterior R y dR por sus valores dados en (3) y (4) tenemos que

$$\frac{1}{2} S^2 \sigma^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + rS \frac{\partial C}{\partial S} - rC + \frac{\partial C}{\partial t} = 0$$

si T es el plazo al vencimiento de la Opción, también

$$\frac{1}{2} S^2 \sigma^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + rS \frac{\partial C}{\partial S} - rC + \frac{\partial C}{\partial T} = 0$$

Esta ecuación en derivadas parciales constituye la relación fundamental que sigue una Opción de compra. Este tipo de ecuaciones son muy frecuentes en la física como en las ecuaciones de transmisión de calor. Para la ecuación en derivadas parciales, se puede definir al igual que para una ecuación diferencial, la noción de integral general, es decir, la función más general que satisface la ecuación.

Asimismo, se puede calcular la solución particular de (5) que satisface además los límites del valor de una Opción de compra, que son

$$\begin{array}{ll} \text{Para } t=0 & C(S, 0, X) = S - X \quad \text{si } S \geq X \\ & C(S, 0, X) = 0 \quad \text{si } S < X \end{array}$$

la solución particular de (5) que resuelve lo anterior, se obtiene al realizar el siguiente cambio de variables

$$C(S, T) = e^{-rT} Y(S', T')$$

donde

$$S' = \frac{2}{\sigma^2} \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \left[\ln \left(\frac{S}{X} \right) + \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) T \right]$$

$$T' = \frac{2}{\sigma^2} \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) T$$

en la que se asume que S sigue una distribución lognormal, por lo que entonces la ecuación (5) se convierte en

$$Y_T = Y_{S^T}$$

y los límites se convierten en

$$Y(S^T, 0) = X \left\{ \exp \left[S^T \left(\frac{1}{(2\sigma)^2} \right) / \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \right] - 1 \right.$$

$$Y(S^T, 0) = 0$$

al encontrar una solución de la ecuación $Y_T = Y_{S^T}$ se obtiene la fórmula que buscamos,

$$C = S N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2)$$

que es la fórmula para la valuación de una Opción de compra

donde:

- ∇ S es el precio del activo subyacente
- ∇ X es el precio de ejercicio
- ∇ r es la tasa libre de riesgo anualizada
- ∇ σ es la desviación estándar
- ∇ σ^2 es la varianza de la serie histórica del precio de la acción del bien subyacente (P).
- ∇ T es el plazo del vencimiento



vi **CARACTERÍSTICAS EN EL MERCADO MEXICANO**

Las Opciones son instrumentos sencillos, aunque hay que reconocer que son bastante sofisticados pero muy flexibles, son muy buenos para administrar riesgo y se pueden adaptar a las necesidades de administración de activos y pasivos. Grandes empresas, Bancos, etc., frecuentemente pueden estructurar coberturas más adecuadas a través de Opciones.

Estrictamente hablando, un Warrant es un valor corporativo parecido a una Opción de compra. Podemos decir que la diferencia entre un Warrant y una Opción de compra es que este último instrumento es emitido por el mercado mientras que el primero lo emite una compañía (generalmente la misma que emite las acciones). Sin embargo, en los diferentes mercados del mundo estos instrumentos tienen sus características muy particulares. Los Warrants mexicanos, por ejemplo, son emitidos por Casas de Bolsa principalmente.

Los Títulos Opcionales Warrants que se emiten en México, se encuentran regulados principalmente por las siguientes disposiciones:

- Ley del Mercado de Valores
- Circulares de la Comisión Nacional de Valores
- Reglamento General Interior de la Bolsa Mexicana de Valores.

Existen aspectos particulares de los Títulos Opcionales como el cumplimiento de las Normas de Cobertura y el Plan de Requerimientos de Efectivo, la supervisión y vigilancia de las mismas, y la realización de ajustes por aplicación de derechos en los valores de referencia, los cuales se regulan a través de las reglas especiales para operaciones con Títulos Opcionales contenidas en el Manual Operativo del Reglamento Interior General de la BMV en su carácter de

entidad autoregulatoria. Estas regulaciones forman parte de las normas jurídicas aplicables al igual que las contenidas en la Ley y en las circulares correspondientes.

EMISIÓN

Los Títulos Opcionales se emiten por declaración unilateral de voluntad, que se hace constar en acta ante notario o corredor público, o para el caso de misiones realizadas por instituciones de crédito, por acta que se hace constar ante la Comisión Nacional de Valores.

Los Títulos Opcionales deben inscribirse en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios, así como en la Bolsa Mexicana de Valores, previamente a su colocación en el mercado.

Desde su autorización, este mercado ha crecido a un ritmo cada vez más acelerado. De hecho en la actualidad se han emitido ya 164 Warrants, de los cuales 127 son Títulos Opcionales de compra y 37 son de venta. El volumen histórico es de 518,325,126 con un importe de 2,621,398,429 pesos hasta 1995.

Un reto importante al que se enfrenta actualmente el mercado mexicano es el desarrollo de un balance seguro y competitivo entre los productos estructurados listados (Warrants) operados por la Bolsa; los productos estandarizados y operados por una bolsa de Opciones y Futuros, y productos negociados fuera de Bolsa en mercados *over the counter*.

REFERENCIAS

- o Díaz, T. & T. Hernández, (1996), "*Futuros y Opciones Financieras*", México, Bolsa Mexicana de Valores y editorial LIMUSA.
- o Díaz, J.(1995), "*Qué son y cómo operan los Títulos Opcionales en México. WARRANTS*", México. Limusa-Bolsa Mexicana de Valores.
- o Rodríguez de Castro, (1995), "*Introducción al análisis de Productos Financieros Derivados: Futuros, Opciones, Forwards y Swaps*", México, 1ª edición, Bolsa Mexicana de Valores, LIMUSA Noriega Editores CDN Andersen Consulting.

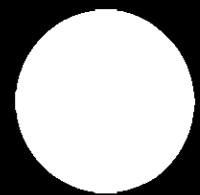
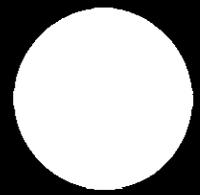
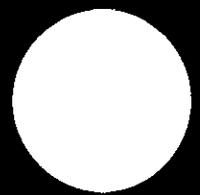


TESIS

- Ramírez Grimaldo. A.A. & E.O. Vargas Arenas, (1995), *"El Proceso de Valuación de los Títulos Opcionales (Warrants). Consideraciones y Propuestas Alternativas"*, Licenciatura, UNAM.
- Cárdenas, T. (1996), "Aplicaciones del método de diferencias finitas a la valuación de Opciones", Licenciatura, UNAM.
- Noris, I. (1994), "Análisis del método de valuación Binomial y Black & Scholes", Licenciatura, UNAM,

OTROS

- Apuntes Personales



ANÁLISIS
ESTADÍSTICO





i ESTIMACIÓN Y PRONÓSTICO

Teóricamente el seguro ha comparado la habilidad de los modelos de volatilidad histórica implícita. La efectividad de un mejor pronóstico en la volatilidad histórica sobre la implícita es mezclada dependiendo de las series de tiempo consideradas. Por ejemplo, Xu & Taylor (1995) vieron que a priori, el seguro concluye que los cálculos de las predicciones de volatilidad establecidos para precios de Opciones son mejores pronósticos de la volatilidad futura que la desviación estándar calculada para conjunto de datos históricos del precio.

Por otro lado, Kroner, Kneafscy & Claessens (1995), plantean que las aseguradoras están empezando a concluir que los pronósticos Generales Auto Regresivos Heterocedásticos GARCH (base histórica) cambian los pronósticos de volatilidad implícita.

Desde que la desviación estándar implícita satisface las expectativas de mercado y los modelos de series de tiempo solo se basaban en información pasada, estos modelos pueden ser combinados en pronósticos de la desviación estándar para regresiones.



METODOLOGÍA PARA EL PRONÓSTICO DE LA MEDIDA DEL RIESGO

La Medida del Riesgo (RiskMetrics) utiliza el modelo de medias móviles exponencialmente ponderadas (exponentially weighted moving average model) **EWMA** para pronosticar varianzas y covarianzas (volatilidad y correlaciones) de la distribución normal multivariada. Esta aproximación es sencilla como una mejora al método tradicional de pronóstico de la volatilidad, sustituyendo medias fijas por móviles con pesos iguales. Este último se denomina como el Modelo Simple de Medias Móviles (simple moving average) **SMA**.

ESTIMACIÓN Y PRONÓSTICO DE LA VOLATILIDAD

Una manera de reunir la forma dinámica de volatilidad es utilizando medias móviles exponenciales de observaciones históricas, donde la última observación tiene el peso más alto en la estimación de la volatilidad. Esta aproximación tiene dos ventajas importantes sobre el modelo de pesos iguales.

- ✓ Primero la volatilidad reacciona más rápidamente a los cambios en el mercado cargando más peso en datos recientes que en datos lejanos del pasado.
- ✓ Segundo, siguiendo un cambio (posición larga) la volatilidad declina exponencialmente cuando el peso de cambio observado cae.

En contraste, el uso de una media móvil simple lleva un cambio relativamente abrupto en la desviación estándar (once the shock fallout) de la muestra medible la cual en muchos casos, puede ser varios meses después que esto ocurrió.



La tabla 3.1 presenta las fórmulas usadas para calcular la volatilidad con pesos iguales y exponencialmente ponderados.

TABLA 3.1. ESTIMADORES DE LA VOLATILIDAD

PESOS IGUALES

$$\sigma = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_t - r)^2$$

PESOS EXPONENCIALES

$$\sigma = (1 - \lambda) \sum_{t=1}^T \lambda^{t-1} (r_t - r)^2$$

Comparando los dos estimadores, (igual y exponencial), vemos que el modelo de las medias móviles con ponderaciones exponenciales depende del parámetro λ ($0 < \lambda < 1$) el cual es comúnmente referido como el factor de deterioro o pérdida. Este parámetro determina el peso relativo que será aplicado a las observaciones (en la regresión) y el monto efectivo de los datos utilizados al estimar la volatilidad.

Se puede señalar que el estimador **EWMA** aplica la aproximación

$$\sum_{j=1}^T \lambda^{j-1} \equiv \frac{1}{1 - \lambda}$$

Estas dos expresiones son equivalentes en el límite cuando $T \rightarrow \infty$, además para propósitos de comparación del factor de peso igual $1/T$, la versión más apropiada de **EWMA** es

$$\lambda^{t-1} / \sum_{j=1}^T \lambda^{j-1}$$



prefiriendo $(1-\lambda)\lambda^{t-1}$. También vemos que cuando $\lambda=1$, la ecuación anterior converge a $1/T$.

Las figuras 3.1 y 3.2 ejemplifican diferencias importantes entre la ponderación igual y exponencial para el pronóstico de volatilidad, usando como ejemplo la tasa de cambio entre la libra esterlina (GBP) y el marco alemán (DEM) en otoño de 1992. En agosto de ese año los mercados cambiarios internacionales sufrieron alteraciones resultado de acontecimientos en Europa que en el Exchange Rate Market **ERM** y lo dejó devaluado. La desviación estándar estimada utilizando medias móviles exponenciales reflejaron este estado de eventos, pero tan solo consideraban el descenso en la volatilidad para meses subsecuentes. La estimación de la volatilidad con medias móviles para los primeros seis meses tomó reportes de datos muy grandes registrando la caída del mercado teniendo efectos remanentes en el hecho que los mercados cambiarios internacionales se mantuvieron el resto del año.

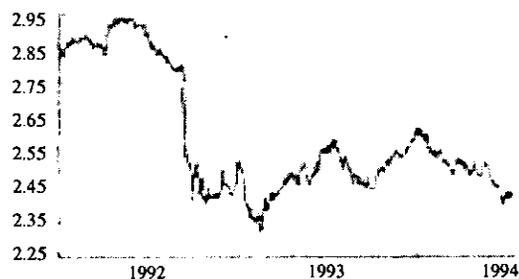


Figura 3.1

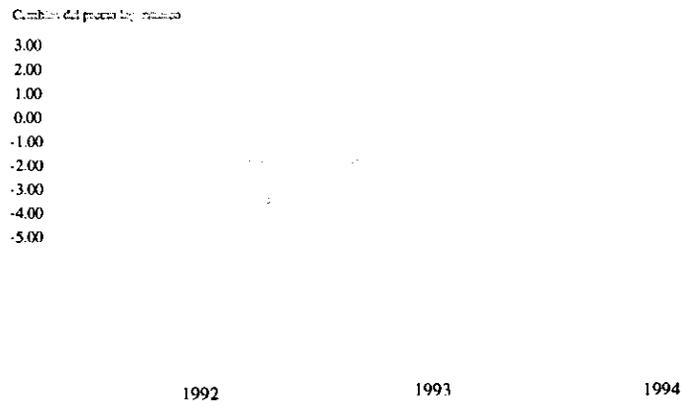


Figura 3.2

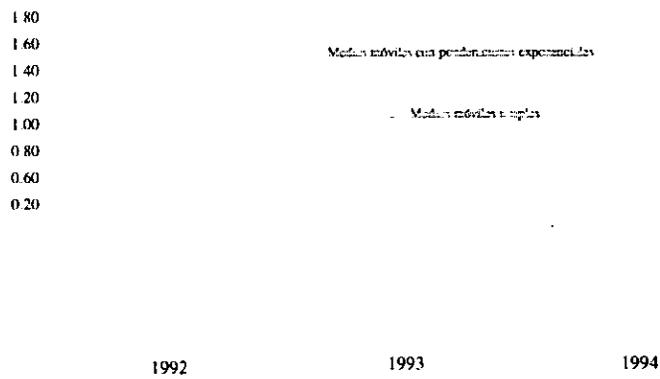


Figura 3.3



Este ejemplo sugiere que **EWMA** es más satisfactorio, dado que combinado con datos recientes incorpora cambios externos mejor que la ponderación igual en medias móviles, por lo que provee medidas más reales sobre los cambios en la volatilidad.

También la estimación a través de medias móviles con pesos exponenciales se clasifica en un nivel entre medias móviles simples en términos de sofisticación que no es difícil de implementar. Para verificar esto, en la Tabla 3.2 se presenta un ejemplo donde se estima la volatilidad a través de medias móviles con ponderaciones iguales y exponenciales. La estimación de la volatilidad esta basada en registros diarios durante 20 días de las tasas de cambio del dólar contra el marco alemán USD/DEM. Para el ejemplo se escogió arbitrariamente una $\lambda=0.94$ y se mantiene una media muestral r alrededor de cero.

Tabla 3.2.
CÁLCULO DE LA VOLATILIDAD POR PESOS IGUALES Y EXPONENCIALES

Fecha	A	B	C	D	VOLATILIDAD	
	Rendimiento USD/DEM (%)	Rendimiento Al cuadrado (%)	Pesos Iguales (T=20)	Ponderación Exponencial ($\lambda=0.94$)	Pesos Iguales B X C	Ponderación Exponencial B X D
28-mar-96	0.634	0.402	0.05	0.019	0.020	0.007
29-mar-96	0.115	0.013	0.05	0.020	0.001	0.000
1-abr-96	-0.460	0.211	0.05	0.021	0.011	0.004
2-abr-96	0.094	0.009	0.05	0.022	0.000	0.000
3-abr-96	0.176	0.031	0.05	0.024	0.002	0.001
4-abr-96	-0.088	0.008	0.05	0.025	0.000	0.000
5-abr-96	-0.142	0.020	0.05	0.027	0.001	0.001
8-abr-96	0.324	0.105	0.05	0.029	0.005	0.003
9-abr-96	-0.943	0.889	0.05	0.030	0.044	0.027
10-abr-96	-0.528	0.279	0.05	0.032	0.014	0.009
11-abr-96	-0.107	0.011	0.05	0.034	0.001	0.000
12-abr-96	-0.160	0.026	0.05	0.037	0.001	0.001
15-abr-96	-0.445	0.198	0.05	0.039	0.010	0.008
16-abr-96	0.053	0.003	0.05	0.041	0.000	0.000
17-abr-96	0.152	0.023	0.05	0.044	0.001	0.001
18-abr-96	-0.318	0.101	0.05	0.047	0.005	0.005
19-abr-96	0.424	0.180	0.05	0.050	0.009	0.009
22-abr-96	-0.708	0.501	0.05	0.053	0.025	0.027
23-abr-96	-0.105	0.011	0.05	0.056	0.001	0.001
24-abr-96	-0.257	0.066	0.05	0.060	0.003	0.004
		Desviación	Estándar	Pesos iguales	0.393	
				Ponderación exponencial		0.333

Vemos que la diferencia entre dos estimaciones de la desviación estándar resulta de la diferencia de escenarios. Donde la aproximación de pesos iguales de los rendimientos al cuadrado es del 5% y la ponderación exponencial aplica un 6% a los rendimientos cuadrados más recientes y 1.9% a las observaciones más lejanas.

De otra manera el estimador de pesos exponenciales es que puede ser escrito de manera recursiva la cual será usada como una base para hacer pronósticos de volatilidad. Derivando la forma recursiva se asume un monto infinito de datos disponible. Por ejemplo asumiendo otra vez que la media muestral es cero, podemos derivar el periodo $t \neq 1$ para el pronóstico de la varianza, dados datos disponibles en el tiempo t como

$$\sigma_{1,t+1/t}^2 = \lambda \sigma_{1,t/t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{1,t}^2 \quad \dots(3.1)$$

la expresión del pronóstico de la volatilidad para medir el riesgo en un día esta dada por

$$\sigma_{1,t+1}^2 = \lambda \sigma_{1,t+1/t}^2 = \lambda \sigma_{1,t/t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{1,t}^2$$

El subíndice " $t+1/t$ " se entiende como el pronóstico dado de la información anterior al tiempo $t+1$ incluyendo el tiempo t ; y el subíndice " $t/t-1$ " se interpreta de manera similar. Esta notación indica el tiempo en que depende la varianza (volatilidad). El hecho de que el periodo del pronóstico de varianza dependa del último periodo es debido a la autocorrelación de los rendimientos al cuadrado observados. Así entonces, se puede desarrollar la siguiente fórmula

$$\begin{aligned} \sigma_{1,t+1/t}^2 &= (1 - \lambda) \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i r_{1,t-i}^2 \\ &= (1 - \lambda) (r_{1,t}^2 + \lambda r_{1,t-1}^2 + \lambda^2 r_{1,t-2}^2 + \dots) \\ &= (1 - \lambda) r_{1,t}^2 + \lambda (1 - \lambda) (r_{1,t-1}^2 + \lambda r_{1,t-2}^2 + r_{1,t-3}^2) \end{aligned}$$

$$= \lambda \sigma_{1,t,t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{1,t}^2$$

Para ejemplificar la fórmula (3.1) la tabla 3.3 presenta los rendimientos diarios producidos por el pronóstico de la volatilidad con rendimientos de USD/DEM desde marzo 28 hasta abril 24 de 1996.

TABLA 3.3
CÁLCULO DE LA VOLATILIDAD APLICANDO EL ESQUEMA RECURSIVO DE PESOS EXPONENCIALES

FECHA	A	B
	RENDIMIENTO USD/DEM	VARIANZA RECURSIVA
28-mar-96	0.633	0.401
29-mar-96	0.115	0.378
1-abr-96	-0.459	0.368
2-abr-96	0.093	0.346
3-abr-96	0.176	0.327
4-abr-96	-0.087	0.308
5-abr-96	-0.142	0.291
8-abr-96	0.324	0.280
9-abr-96	-0.943	0.316
10-abr-96	-0.528	0.314
11-abr-96	-0.107	0.296
12-abr-96	-0.159	0.280
15-abr-96	-0.445	0.275
16-abr-96	0.053	0.258
17-abr-96	0.152	0.244
18-abr-96	-0.318	0.236
19-abr-96	0.424	0.232
22-abr-96	-0.708	0.248
23-abr-96	-0.105	0.234
24-abr-96	-0.257	0.224

El pronóstico de la volatilidad el 24 de abril para el siguiente día es la raíz cuadrada de 0.224% (varianza) que es 0.473%.

CORRELACIÓN Y COVARIANZA

Utilizamos el modelo de EWMA para construir pronósticos de covarianza y correlación de la misma forma como se hizo para los pronósticos de la volatilidad pero con la diferencia de que en lugar de trabajar con el cuadrado de una serie, se trabaja con el producto de dos series diferentes. En la tabla 3.4 se presentan los estimadores de covarianza basados en métodos de ponderaciones iguales y exponenciales.

Tabla 3.4 Estimadores de la Covarianza

PESOS IGUALES

$$\sigma_{12}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{1t} - r_1)(r_{2t} - r_2)$$

PESOS EXPONENCIALES

$$\sigma_{12}^2 = (1 - \lambda) \sum_{j=1}^T \lambda^{j-1} (r_{1t} - r_1)(r_{2t} - r_2)$$

Al igual que la fórmula para el pronóstico de la varianza, el pronóstico de la covarianza también tiene una expresión recursiva. El pronóstico de covarianza entre cualquiera dos series de rendimientos r_{1t} y r_{2t} en el tiempo t es

$$\sigma_{12,t+1|t}^2 = \lambda \sigma_{12,t|t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{1t} r_{2t}$$



se desarrolla de la siguiente manera

$$\begin{aligned}\sigma_{1,t+1/t}^2 &= (1-\lambda) \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i r_{1,t-i} r_{2,t-i} \\ &= (1-\lambda)(r_{1,t} r_{2,t} + \lambda r_{1,t-1} r_{2,t-1} + \lambda^2 r_{1,t-2} r_{2,t-2} + \dots) \\ &= (1-\lambda) r_{1,t} r_{2,t} + \lambda (1-\lambda)(r_{1,t-1} r_{2,t-1} + \lambda r_{1,t-2} r_{2,t-2} + \lambda^2 r_{1,t-3} r_{2,t-3}) \\ &= \lambda \sigma_{12,t/t-1}^2 + (1-\lambda) r_{1,t-1} r_{2,t-1}\end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que la correlación es la covarianza entre las dos series de rendimientos llamadas $r_{1,t}$ y $r_{2,t}$, dividido por el producto de sus desviaciones estándar. Matemáticamente, la predicción de un día de medida del riesgo de la correlación está dada por

$$\rho_{12,t+1/t} = \frac{\sigma_{12,t+1/t}^2}{\sigma_{1,t+1/t} \sigma_{2,t+1/t}}$$

La tabla 3.5 presenta un ejemplo de cómo calcular la covarianza recursiva y los pronósticos de correlación aplicados a los rendimientos de las tasas de USD/DEM y S&P 500 (Standard and Poors 500).

Tabla 3.5
PREDICCIONES DE LA COVARIANZA Y CORRELACIONES RECURSIVAS

FECHA	Rendimient o USD/DEM (%)	Rendimient o S&P 500 (%)	Varianza Recursiva USD/DEM	Varianza Recursiva S&P 500	Covarianza Recursiva ($\lambda=0.94$)	Correlación Recursiva ($\lambda=0.94$)
28-mar-96	0.634	0.005	0.402	0.000	0.003	1.000
29-mar-96	0.115	-0.532	0.379	0.017	-0.001	-0.011
1-abr-96	-0.460	1.267	0.369	0.112	-0.036	-0.176
2-abr-96	0.094	0.234	0.347	0.109	-0.032	-0.166
3-abr-96	0.176	0.095	0.328	0.103	-0.029	-0.160
4-abr-96	-0.088	-0.003	0.309	0.097	-0.028	-0.160
5-abr-96	-0.142	-0.144	0.291	0.092	-0.025	-0.151
8-abr-96	0.324	-1.643	0.280	0.249	-0.055	-0.209
9-abr-96	-0.943	-0.319	0.317	0.240	-0.034	-0.123
10-abr-96	-0.528	-1.362	0.315	0.337	0.011	0.035
11-abr-96	-0.107	-0.367	0.296	0.325	0.013	0.042
12-abr-96	-0.160	0.872	0.280	0.351	0.004	0.012
15-abr-96	-0.445	0.904	0.275	0.379	-0.020	-0.063
16-abr-96	0.053	0.390	0.259	0.365	-0.018	-0.059
17-abr-96	0.152	-0.527	0.245	0.360	-0.022	-0.073
18-abr-96	-0.318	0.311	0.236	0.344	-0.026	-0.093
19-abr-96	0.424	0.227	0.233	0.327	-0.019	-0.069
22-abr-96	-0.708	0.436	0.249	0.318	-0.036	-0.129
23-abr-96	-0.105	0.568	0.235	0.319	-0.038	-0.138
24-abr-96	-0.257	-0.217	0.224	0.302	-0.032	-0.124

Nótese que el punto inicial de recursión de la covarianza es 0.634 x 0.005.



Con la tabla anterior podemos ver que la correlación pronosticada para el periodo 24 de abril de 1996 al 25 de abril de 1996 es de -12.4% .

PRONÓSTICO PARA VARIOS DÍAS

Hasta ahora, hemos presentado pronósticos diarios (de un día), donde definimos sobre el periodo t al $(t+1)$ donde cada t representa un día de negocios.

Como nuestro interés versa en pronosticar sobre horizontes mayores a un día. A continuación se demostrara como construir pronósticos de varianza (desviación estándar) y covarianza usando el modelo EWMA sobre horizontes de tiempo mayores.

Generalmente hablamos, del T -ésimo periodo (i.e. sobre T -días) de pronóstico de la varianza y covarianzas serán respectivamente

$$\sigma_{1,t+T,t}^2 = T\sigma_{1,t+1,t}^2 \quad \text{ó}$$

Estas ecuaciones implican que los pronósticos de correlación arrojan

$$\rho_{1,t+T,t} = \rho \frac{T\sigma_{12,t+1,t}^2}{T\sigma_{1,t+1,t} T\sigma_{2,t+1,t}} = \rho_{1,t+1,t}$$

y



Nótese que el pronóstico para varios días es una simple multiplicación del pronóstico de varianza y covarianza para el mes, es 25 veces el correspondiente al pronóstico diario (de un día) y la correlación del mes es la misma que la correlación de un día.

En la medida del riesgo se tienen diferentes pronósticos para un día y un mes, por que se usan diferentes factores de depreciación al hacer los pronósticos.

Para probar las ecuaciones 3.2 y 3.3 por medida de riesgo y asumiendo que el log precio P_t es generado acorde con el siguiente modelo

$$P_{1,t} = P_{1,t-1} + \sigma_{1,t} \varepsilon_{1,t} \quad \varepsilon_{1,t} \approx IIDN(0,1) \quad (3.4)$$

resolviendo recurrentemente la ecuación (3.4) y escribiendo el modelo en términos de rendimientos tenemos,

$$r_{1,t+T} = \sum_{s=1}^T \sigma_{1,t+s} \varepsilon_{1,t+s} \quad \dots \quad (3.5)$$

Tomando la varianza de la ecuación anterior en el periodo t implica la siguiente expresión para el pronóstico de la varianza

$$\sigma_{1,t+T}^2 = E_t[r_{1,t+T}^2] = \sum_{s=1}^T E_t[\sigma_{1,t+s}^2]$$

Podemos usar pasos similares para hallar el pronóstico de covarianza para los próximos T días



$$\sigma_{12,t+T}^2 = E_t[r_{1,t+T}r_{2,t+T}] = \sum_{s=1}^T E_t[\sigma_{12,t+s}]$$

Ahora, necesitamos evaluar el lado derecho de la ecuación 3.7 y 3.8, para hacerlo se trabajará con la forma recursiva del modelo EWMA de la varianza y la covarianza. Considerando el caso donde se tienen 2 correlaciones de rendimientos de series r_1 y r_2 . En forma vectorial escribimos el pronóstico al día siguiente de las dos como sigue

$$\sigma_{t+1/t}^2 = \begin{bmatrix} \sigma_{1,t+1/t}^2 \\ \sigma_{12,t+1/t}^2 \\ \sigma_{2,t+1/t}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{1,t/t-1}^2 \\ \sigma_{12,t/t-1}^2 \\ \sigma_{2,t/t-1}^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1-\lambda & 0 & 0 \\ 0 & 1-\lambda & 0 \\ 0 & 0 & 1-\lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{1,t}^2 \\ r_{1,t}r_{2,t} \\ r_{2,t}^2 \end{bmatrix}$$

Utilizando el valor esperado al tiempo t , se denota el pronóstico para S días como

$$\begin{aligned} E_t[\sigma_{t+s}^2] &= \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_t[\sigma_{1,t+s-1}^2] \\ E_t[\sigma_{12,t+s-1}^2] \\ E_t[\sigma_{2,t+s-1}^2] \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1-\lambda & 0 & 0 \\ 0 & 1-\lambda & 0 \\ 0 & 0 & 1-\lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_t[r_{1,t+s-1}^2] \\ E_t[r_{1,t+s-1}r_{2,t+s-1}] \\ E_t[r_{2,t+s-1}^2] \end{bmatrix} \\ &= E_t[\sigma_{t+s-1}^2] \end{aligned}$$

Esto es, el pronóstico de la varianza para dos periodos consecutivos es el mismo. Consecuentemente, el periodo de pronóstico T -ésimo es definido como

$$\sigma_{t+T/t}^2 = \sum_{s=1}^T E_t[\sigma_{t+s}^2] = TE_t[\sigma_{t+1}^2]$$



Entonces como el T-ésimo pronóstico del vector varianza-covarianza es

$$\sigma_{t+T|t}^2 = T\sigma_{t+1|t}^2$$

Esto lleva a la raíz cuadrada del tiempo relacionado con el pronóstico de la desviación estándar

$$\sigma_{t+T|t} = T\sigma_{t+1|t}$$

Habiendo encontrado el pronóstico de la volatilidad y la covarianza en términos del tiempo, algunos puntos son valorados en la ecuación anterior. Comúnmente la regla de la raíz cuadrada del tiempo resulta del supuesto de una varianza constante. Obviamente, en el desarrollo, la volatilidad y la covarianza varía en el tiempo. Implícitamente, dado que asumimos dentro del modelo de varianzas y covarianzas con promedios móviles con ponderaciones exponenciales por lo que es un proceso de varianza no estacionaria. Este tema se desarrolló ampliamente por los modelos IGARCH.

REFERENCIAS

- Box, G. & G. Jenkins, (1971), *"Time Series Analysis, forecasting and control"*, Second edition, University of Wisconsin USA, Holden Day.
- González, M. (1996), *"Modelos y Simulación"*, México, UNAM.
- González, M. (1990), *"Modelos de Decisión con Procesos Estocásticos II, (Metodología de Box-Jenkins)"*, México, UNAM.
- Mood, A., Graybill, F. & D. Boes, (1974), *"Introduction to the theory of Statistics"* Third edition, USA, McGraw Hill
- Morgan, JP & Reuter, (1996), *"Risk Metrics Technical Document"*, 4° Edición. New York.
- Apuntes Personales

CONCLUSIONES

A través de las páginas de este documento se observa la trascendencia de la formación y el conocimiento de los cursos de Finanzas, Economía, Teoría del Riesgo, Cálculo Diferencial y Estadística. Esta formación y conocimiento de las materias ya mencionadas y algunas otras que llevan implícita la matemática son requisitos que debe cubrir un alumno de la carrera de Actuaría. De aquí que sea posible señalar al actuario como un profesionalista con la capacidad de aportar métodos alternativos para el análisis de riesgo en inversión.

Ante el importante desarrollo de nuevos productos en los mercados financieros, se ha hecho necesario que los participantes canalicen esfuerzos al estudio de dichos instrumento; referido particularmente a los llamados Productos Derivados y en especial a un tipo de Producto Derivado que se ha distinguido por sus marcados beneficios, los Títulos Opcionales (Warrants). Y precisamente por esta necesidad latente de adquirir una cultura financiera acorde con los avances en materia bursátil y como inquietud de comportamiento, fue que se realizó este trabajo de investigación, cuyo enfoque busca ofrecer tanto teórica como prácticamente la información que se requiere conocer acerca de los Títulos Opcionales, fundamentalmente en relación a sus estrategias de operación, inversión y pronóstico

El análisis cumplió con el objetivo principal, de determinar la historia y uso del instrumento financiero (Warrants), resultado de la aplicación de las Opciones sobre acciones, y con base en esto se analizó su trayectoria para dar una expectativa de su rendimiento y aceptación a futuro en México, definiendo su actuación dentro del mercado de valores.

La hipótesis resultó verdadera ya que se conoció su eficiencia al analizar el rendimiento que presentan este tipo de productos financieros.

La ventaja de conocer el método específico para pronosticar y estimar el rendimiento real de los Warrants es el de poder invertir en el mercado de valores en el Producto que no sólo por el precio es atractivo para el inversionista, sino que tomando en cuenta su comportamiento histórico se conozca su beneficio a futuro, y así tomar una decisión más real sobre el instrumento.

En el análisis propuesto del capítulo tres se muestra la efectividad de los pronósticos a través de modelos de medias móviles por medio de ponderaciones exponenciales, ya que no solo ubica el problema en el eje del tiempo, sino que lo mide por variación.

Actualmente el mercado laboral necesita especialistas en área financiera que conozcan a fondo la aplicación y la importancia del uso de las herramientas de la estadística, que fue sin duda uno de los objetivos inicialmente planteados.

La Universidad Nacional Autónoma de México forma profesionistas capaces de establecer lazos entre los sectores público y privado para el mejoramiento del país. mediante una formación multidisciplinaria, que permite involucrar a sus egresados con el ambiente de trabajo que les rodea.

En la actualidad el país necesita profesionistas altamente calificados; el actuario, dado su nivel de preparación dentro del área matemática tiene un perfil que le permite ser competitivo para satisfacer las demandas del mercado financiero actual.

La manera más
que pondré
al regalo de mi vida.

HDS