



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



VALOR EN RIESGO DE INSTRUMENTOS FINANCIEROS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
A C T U A R I A
P R E S E N T A :
YAZMIN EDITH REYES ARMENDARIZ



DIRECTOR DE TESIS: ACT. MARTHA MARTINEZ JUAREZ



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE
MEXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

“Valor en Riesgo de Instrumentos Financieros”

realizado por **Yazmín Edith Reyes Armendáriz.**

con número de cuenta 9319767-2 , quién cubrió los créditos de la carrera de **Actuaría.**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Act. Martha Martínez Juárez.

Propietario

M. en C. Virginia Abrín Batule.

Propietario

Act. Aurora Valdez Michell

Suplente

Mat. Adrián Girard Islas.

Suplente

Act. Alberto de la Rosa Elizalde.

Consejo Departamental de Matemáticas.

M. en C. Jose Antonio Flores Diaz

Dedico este trabajo:

A mis padres que con su apoyo, esfuerzo y amor,
me han brindado la oportunidad de alcanzar ésta meta.

A mi hermana por compartir sueños y por todo su cariño.

A mis abuelos tíos y primos, porque siempre estuvieron
conmigo y me dieron su ayuda incondicional.

A mis seres queridos que desafortunadamente no pudieron
estar presentes en cuerpo pero que siempre viven en mi
corazón.

Pero sobre todo a Dios, agradeciéndole el que me haya
permitido dar un paso más a su lado, y por colrnarme de
amor y felicidad.

Vaya a todos ellos con la alegría de ver cumplida esta ilusión.

ÍNDICE

OBJETIVO.	i
INTRODUCCIÓN.	i
CAPÍTULO 1. ¿QUÉ ES RIESGO?	1
1.1 ¿QUÉ ES RIESGO?	
1.2 TIPOS Y GRADOS DE RIESGO	
1.3 MÉTODOS PARA CONTRARRESTARLO	
1.4 ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS	
1.5 RIESGO FINANCIERO	
1.6 FUENTES DE RIESGO FINANCIERO	
□ RIESGOS DE MERCADO	
□ RIESGOS DE CRÉDITO	
□ RIESGOS DE LIQUIDEZ	
□ RIESGOS OPERATIVOS	
□ RIESGOS LEGALES	
CAPÍTULO 2. VOLATILIDAD.	7
2.1 ¿QUÉ ES LA VOLATILIDAD?	
2.2 ESTIMACIÓN DE LA VOLATILIDAD.	
□ MÉTODO DE PROMEDIOS MÓVILES CON PESOS IGUALES (TRADICIONAL)	
□ ESTIMACIÓN GARCH	
□ MODELO DE PROMEDIOS MÓVILES CON PONDERACIÓN EXPONENCIAL (JPM).	
2.3 VOLATILIDAD IMPLÍCITA	
CAPÍTULO 3. INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS.	10
3.1 INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS	
3.2 DESARROLLO DEL MERCADO DE DERIVADOS A NIVEL MUNDIAL	
3.3 MERCADO DE FUTUROS	
□ PARTICIPANTES	
□ VALUACIÓN DE FUTUROS	
3.4 FORWARDS	
□ VALUACIÓN	
□ PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE FUTUROS Y FORWARDS	
□ VENTAJAS DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS SOBRE LOS CONTRATOS FORWARD.	

- 3.5 OPCIONES
 - DESVENTAJAS DE LOS FUTUROS VS FORWARDS
 - LOS DETERMINANTES DEL VALOR DE UNA OPCIÓN.
 - VALUACIÓN
- 3.6 SWAPS
 - EL MERCADO DE SWAPS
 - VALUACIÓN.

CAPÍTULO 4.
PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN. 26

- 4.1 TEORÍA DE PORTAFOLIOS
- 4.2 RENDIMIENTO DE LOS ACTIVOS
- 4.3 RENDIMIENTO DE UN PORTAFOLIO
- 4.4 DIVERSIFICACIÓN
- 4.5 INMUNIZACIÓN
- 4.6 MODELO DE MARKOWITZ DE MINIMIZACIÓN DE INCERTIDUMBRE

CAPÍTULO 5.
VALOR EN RIESGO. 35

- 5.1 ANTECEDENTES E IMPORTANCIA
- 5.2 UTILIDAD
- 5.3 CUANTIFICACIÓN DEL VAR
 - AGREGACIÓN DEL TIEMPO
 - FACTORES CUANTITATIVOS
- 5.4 VAR PARA DISTRIBUCIONES GENERALES
 - PÉRDIDA ABSOLUTA Y RELATIVA
- 5.5 VAR PARAMÉTRICO

CAPÍTULO 6.
ESTIMACIÓN DEL VAR 42

- 6.1 MODELO DELTA-NORMAL
- 6.2 MÉTODO DE SIMULACIÓN HISTÓRICA
- 6.3 PRUEBA DE ESTRÉS
- 6.4 MONTE CARLO ESTRUCTURADO

CAPÍTULO 7.
EL VAR DE LOS PRODUCTOS FINANCIEROS DERIVADOS. 49

- 7.1 EL VAR Y LOS DERIVADOS
- 7.2 RIESGO DE LOS CONTRATOS FORWARD
- 7.3 EL VAR DE LOS CONTRATOS FORWARD
- 7.4 RIESGOS DE LOS SWAPS

- 7.5 EL VAR DE LOS SWAPS
- 7.6 RIESGOS EN OPCIONES
- 7.7 EL VAR DE LAS OPCIONES

CAPÍTULO 8.
EL VAR DEL PORTAFOLIO DE INVERSIÓN. 58

- 8.1 EL RIESGO DEL PORTAFOLIO
- 8.2 DEFINICIONES
- 8.3 VAR INCREMENTAL
- 8.4 SIMPLIFICACIÓN DE LA MATRIZ DE COVARIANZAS
 - MEDIDAS DE VAR IGUAL A CERO
 - MODELO DIAGONAL
 - MODELO DE FACTORES
- 8.5 VAR DEL PORTAFOLIO

CONCLUSIONES. 69

APÉNDICE I.
BONOS. 70

APÉNDICE II.
LAS GRIEGAS. 79

APÉNDICE III.
EL PANORAMA EN EL SISTEMA FINANCIERO MEXICANO. 85

GLOSARIO. 101

BIBLIOGRAFÍA. 107

OBJETIVO

El objetivo del presente es proporcionar herramientas básicas para la identificación, medición y control de la exposición al riesgo, que presentan las variables financieras en el mercado hoy en día; permitiendo con ello su administración adecuada a través del uso del VAR en algunos de los instrumentos financieros más utilizados actualmente.

De igual forma, se presentan las bases necesarias para la estimación de la volatilidad de estas variables y se muestran algunos ejemplos de la aplicación del VAR en la estimación del riesgo de los instrumentos financieros citados.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los mercados financieros mundiales han estado sujetos a cambios que han transformado radicalmente su comportamiento:

- Los instrumentos financieros ahora se negocian las 24 horas del día y la movilidad de los capitales es casi perfecta desde la difusión del progreso tecnológico; especialmente en telecomunicaciones y computación. Lo cual, no sólo ha permitido acortar distancias, sino que también ha reducido los tiempos de transferencia de capital de un lugar a otro, al brindar la posibilidad de ejecutar operaciones simultáneas en diferentes mercados.
- La alta volatilidad producida por las grandes pérdidas y ganancias de capital por parte de inversionistas e intermediarios financieros, junto con una incertidumbre extrema existente dentro del mercado, representaron un gran incentivo para la innovación financiera y para el desarrollo de nuevos mercados como el de futuros, opciones y otros productos derivados, generando con ello liquidez y reduciendo o transfiriendo los riesgos.
- El surgimiento de estos productos y operaciones, aunado al desarrollo tecnológico que se aplica actualmente al manejo bursátil, han creado la necesidad de reestructurar las bolsas de valores e implementar modificaciones operativas que brinden mayor velocidad, eficiencia y seguridad a cada una de las operaciones efectuadas.
- En cuanto a la regulación en los mercados financieros, la volatilidad de las tasas de interés, de la inflación y de los tipos cambiarios, hicieron más onerosas las restricciones reguladoras a las instituciones financieras y se abrió paso a nuevos procesos de autorregulación.

Estos cambios han creado un nuevo mercado financiero y han generado más interés en los vínculos existentes entre sus participantes, lo que aunado con los cambios políticos y sociales han introducido un nuevo panorama económico y financiero a nivel mundial.

Es por esto que resulta de vital importancia contar con sistemas adecuados y confiables de administración de riesgos que, además de brindar protección a los inversionistas, permitan una toma segura de decisiones dentro del cambiante mundo financiero.

En este escenario, el objeto de este estudio es proporcionar las herramientas necesarias para medir, identificar y controlar, a través de la utilización del VAR, los diversos riesgos a los cuales se enfrentan día a día los participantes de los mercados financieros.

Con esta visión, este trabajo se compone de 8 capítulos, el primero de éstos, está encaminado a mostrar cómo el riesgo se ha hecho presente en prácticamente todos los ámbitos de nuestra vida y cómo se han ido desarrollando técnicas y métodos para afrontarlo.

A lo largo del segundo y tercer capítulos se realiza un estudio de la volatilidad (dejando al descubierto su importancia dentro de los mercados financieros) y se muestran los principales productos financieros derivados; respectivamente (definiéndolos, valuándolos y presentando sus principales características).

En lo que respecta al capítulo cuarto, en él se lleva a cabo el análisis de los portafolios de inversión, en el cual se presenta tanto la teoría moderna de portafolios, como la diversificación e inmunización.

El VAR, es analizado dentro del capítulo cinco, como una pieza crucial de los sistemas de administración del riesgo, ya que se detalla como éste facilita la medición y el control de los riesgos financieros y como proporciona incluso, una ventaja competitiva para las empresas que hacen de él su principal herramienta de medición del riesgo. El capítulo siguiente es dedicado a los procedimientos más comunes para su estimación y se lleva a cabo un análisis de conveniencia de uso.

Los capítulos siete y ocho están dedicados al análisis del valor en riesgo de los productos financieros derivados y del portafolio de inversión; respectivamente.

Finalmente, se incluyen tres apéndices, en los cuales se abordan los temas:

- Bonos. En el que se detallan sus aspectos generales, su valuación y su vínculo con el VAR.
- Las griegas y sus principales características y,
- El panorama en el sistema financiero mexicano. En el cual se analizan algunos aspectos que presentan en él, los instrumentos financieros trabajados a lo largo de este estudio.

-CAPÍTULO 1-

¿QUÉ ES RIESGO?

1.1 ¿QUÉ ES RIESGO?

Cuando alguien escucha que existe riesgo en una situación particular, lo que entiende es que hay incertidumbre en ésta, y que la posibilidad de que suceda una situación desfavorable se encuentra presente.

La palabra incertidumbre se refiere entonces a la duda, basada en la falta de conocimiento sobre lo que pasará o no pasará en el futuro.

Por lo tanto, la presencia del riesgo genera incertidumbre en los individuos al ser reconocido, y se manifiesta al enfrentar una exposición a la pérdida, sin importar si la persona está consciente de la misma o no.

Al existir el riesgo en alguna circunstancia, debe haber por lo menos dos posibles resultados y al menos uno de ellos debe ser desfavorable, ya que si estamos seguros de que ocurrirá una pérdida o bien de que el suceso no acarreará situaciones indeseables, entonces no estamos hablando de la existencia del riesgo.

Emmett y Therese Vaughan definen al riesgo como la condición del mundo real en el cual existe una exposición a la adversidad.

Por su parte James Van Horne, en su libro "Administración Financiera", define al riesgo como la posibilidad de variabilidad de los resultados esperados; es decir, como el elemento sorpresa en el resultado real donde el otro elemento es el resultado esperado.

Por esto y para fines del presente, podemos definir al riesgo como una *condición en la cual existe la posibilidad de una situación adversa en un resultado deseado*.

1.2 TIPOS Y GRADOS DE RIESGO.

El riesgo, puede ser clasificado de acuerdo a sus causas y consecuencias de la siguiente manera:

- **Riesgo financiero y no financiero**

En este contexto el término riesgo incluye todas las situaciones en las cuales hay una exposición a la adversidad y que envuelven una pérdida financiera.

Los movimientos en las variables financieras como las tasas de interés y de cambio son considerados riesgos financieros

- **Riesgo estático y dinámico**

Los riesgos estáticos involucran todas aquellas pérdidas que pueden ocurrir aún cuando no se presenten cambios en la economía, más bien tienen su origen en los peligros naturales y en la deshonestidad de los individuos.

Los riesgos dinámicos son los resultantes de movimientos en la economía o de cambios dentro del ambiente político (variaciones en los niveles de precios, exportaciones e importaciones, tecnología, etc.)

Aunque este tipo de riesgos puede afectar a un gran número de individuos, éstos son generalmente considerados como menos predecibles que los riesgos estáticos, ya que no ocurren con ningún grado específico de regularidad.

También son conocidos como **riesgos estratégicos**.

□ **Riesgos fundamentales y particulares**

El riesgo fundamental involucra aquéllas pérdidas que son impersonales en su origen y en sus consecuencias.

Desempleo, guerras, inflación e inundaciones son ejemplos de riesgos fundamentales.

Por otro lado, los riesgos particulares se originan en eventos individuales y son sufridos por algunas personas y no por la población entera.

El incendio de una casa o el asalto a un banco, son considerados riesgos particulares.

□ **Riesgos puros y riesgos especulativos.**

Una de las distinciones más usadas es aquella entre el riesgo especulativo y el riesgo puro.

El riesgo especulativo, describe una situación en donde hay una posibilidad de pérdida pero también hay una posibilidad de ganancia; apostar es un buen ejemplo del riesgo especulativo.

El término de riesgo puro en contraste, es usado para identificar aquellas situaciones que involucran solamente la posibilidad de perder o no perder.

La persona que compra un carro se expone a un riesgo puro debido a que inmediatamente contrae la posibilidad de que éste le sea robado o sufra algún daño.

□ **Riesgos de negocios.**

Son todos aquellos riesgos a los cuales las corporaciones y empresas están expuestas al crear una ventaja competitiva e incrementar el valor de sus acciones.

También son conocidos como **riesgos de operación** y dependen del mercado en el cual opere la compañía.

El riesgo puede presentar diferentes grados dependiendo de ciertos factores.

Comúnmente tendemos a indicar que una situación es más riesgosa que otra, únicamente por la magnitud de la pérdida y no por la probabilidad de que ésta se llegue a presentar.

Así pues, podemos pensar que es más riesgoso perder \$1000 que perder \$1, aún cuando la probabilidad de pérdida sea la misma.

Sin embargo, el **grado de riesgo** en una situación dada, no sólo se encuentra ligado al suceso desfavorable en cuestión.

Lo anterior nos lleva al concepto de *valor esperado*, el cual relaciona el tamaño de la pérdida con la probabilidad de riesgo; es decir, el valor esperado de la pérdida en una

determinada situación, es el resultado de la probabilidad de ocurrencia de la misma multiplicado por la cantidad expuesta.

1.3 MÉTODOS PARA CONTRARRESTARLO

Debido a que la existencia del riesgo produce una sensación de incomfortabilidad a la mayoría de la gente, y a que la poca certeza que lo acompaña causa ansiedad y preocupación en ella, se han ido creando a través del tiempo formas y métodos para combatirlo y hacerle frente.

Entre éstos podemos mencionar:

▫ **Evitar el riesgo.**

El cual resulta una técnica negativa más que positiva, ya que la superación y el desarrollo tanto personal como social, depende en gran medida de la toma de riesgos a lo largo de la vida.

▫ **Retener el riesgo.**

Quizás este es el método más común y en muchos casos es el mejor camino, ya que cada persona decide que riesgos retener y cuales evitar o transferir de acuerdo a su margen de contingencias o habilidad personal.

▫ **Transferir el riesgo.**

Este método consiste en transferir el riesgo a una persona que tenga mayores habilidades y posibilidades de hacerle frente.

▫ **Compartir el riesgo.**

Consiste en el acuerdo de compartir pérdidas con un grupo de personas expuestas a una situación desfavorable en común.

1.4 ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

Para introducir el concepto de Administración de Riesgos, es necesario entender primero, algunos de los conceptos generales de la Administración.

La acción administrativa es la acción de dirigir a otros hombres; es un proceso compuesto de principios, técnicas y prácticas, cuya aplicación a conjuntos humanos, permite establecer sistemas racionales de esfuerzo cooperativo a través de los cuales se pueden alcanzar propósitos comunes.

Así, podemos definir a la Administración como el "conjunto de reglas y técnicas cuyo objetivo es alcanzar la máxima eficiencia en la coordinación de los recursos y colaboración del elemento humano para lograr objetivos planteados."

Esta se comprende de varias funciones indispensables dentro del Proceso Administrativo que a continuación se detallan:

- **Planificación.** Es una visión hacia el futuro con el fin de establecer objetivos, normas, funciones y procedimientos de una institución.

- Organización. Consiste en crear la estructura más adecuada para lograr los objetivos de una empresa o institución mediante el esfuerzo coordinado de un grupo de personas.
- Dirección. Aquí se realiza lo planificado y lo organizado a través de la comunicación, motivación, supervisión y coordinación de un grupo de personas.
- Control. Es la valorización de las actividades realizadas para la culminación de lo planificado, con el fin de detectar desviaciones y aplicar las medidas correctivas necesarias.

Con lo anterior podemos definir a la Administración de Riesgos como *"el proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades relacionadas con la identificación, análisis y evaluación de los riesgos a los que está expuesta una organización, con el propósito de eliminarlos, reducirlos, retenerlos o transferirlos."*

Es decir; la Administración de Riesgos combina los recursos financieros y humanos de la empresa para identificar y evaluar los riesgos potenciales, y decidir como manejarlos con la combinación óptima costo-efectividad.

Su principal objetivo es determinar y aplicar las medidas necesarias para evitar que una pérdida fortuita afecte, en forma extraordinaria, la estructura financiera y la efectividad operacional de una empresa; brindando la seguridad de que se conocen los riesgos que pueden afectar la existencia de la misma o al resultado de sus operaciones y minimizando las pérdidas al establecer medidas de seguridad adecuadas.

Aún cuando este proceso dentro del ámbito administrativo es relativamente reciente, su antigüedad se remonta a los orígenes de la humanidad; ya que desde sus inicios, el hombre se ha tenido que enfrentar a diversos riesgos como el frío, las sequías, los fuertes vientos, el granizo, las inundaciones, los terremotos (entre otros), en su lucha por la supervivencia. Por lo que desde ese momento trató de evitar, alejar o aminorar esos acontecimientos, constituyéndose así, el primer Administrador de Riesgos.

La Administración de Riesgos es, por lo tanto; el resurgimiento del mismo espíritu que engendró al seguro y que debido a las circunstancias de constante cambio e incertidumbre que prevalecen en la actualidad, ha adquirido nueva vitalidad y fuerza para abarcar áreas no alcanzadas en el pasado.

Hoy en día, gracias a la *administración del riesgo*, una gran cantidad de situaciones desfavorables pueden ser identificadas, medidas y controladas.

En otras palabras, el riesgo, un constante enemigo del pasado, puede ser convertido en un aliado y fiel compañero; el cual, puede brindarnos la posibilidad de transformarlo y adaptarlo de acuerdo a nuestros intereses y necesidades actuales.

Su conocimiento nos proporciona las herramientas necesarias para hacerle frente y nos obliga a crear nuevos métodos para administrarlo y amoldarlo a nuestras vidas.

De esta forma creamos un mundo de nuevas posibilidades y estamos en condiciones de enfrentar a la inevitable incertidumbre.

Dentro de este trabajo, nos centraremos en el estudio de los riesgos financieros; por lo que en éste ámbito cabe mencionar que la Administración de Riesgos trata de asignar de forma eficiente, el riesgo provocado por la volatilidad que existe en lo precios de las mercancías, tasas de interés, divisas, etc.; conjuntando la operación de los mercados de contado con la operación en los mercados de futuros, para optimizar resultados de sus operaciones comerciales.

1.5 RIESGO FINANCIERO

Como se había mencionado, el riesgo se encuentra presente en todos los ámbitos de nuestra vida y con el paso del tiempo se han encontrado nuevos métodos y estrategias para combatirlo.

Hoy en día, las empresas están expuestas principalmente a tres tipos de riesgos: riesgos de negocios, estratégicos y riesgos financieros (los cuales ya fueron descritos con anterioridad.)

Éstos han ido creciendo paulatinamente y con ellos, el desarrollo de la administración de riesgos para combatirlos ha sido impresionante.

En el presente trabajo nos abocaremos al análisis del riesgo dentro del mundo financiero y hablaremos de cómo éste puede ser transformado de tal manera que nos brinde múltiples beneficios.

En este ámbito, el riesgo puede ser definido como la volatilidad de los flujos financieros no esperados, generalmente derivada del valor de los activos o los pasivos.

En otras palabras, el riesgo financiero se refiere a pérdidas en los mercados ocasionadas por movimientos adversos en las variables financieras.

Estos resultados inesperados pueden realizarse debido a dos factores principales; el grado de volatilidad de la variable financiera relevante y el grado de exposición a la misma.

En resumen, la administración de riesgo financiero implica la medición de la volatilidad de las variables financieras, la identificación y medición de la exposición a las mismas y el control de dicha exposición.

1.6 FUENTES DE RIESGO FINANCIERO.

En el mundo financiero, podemos diferenciar básicamente cinco tipos de riesgos:

▣ **Riesgos de mercado.**

Los riesgos de mercado pueden ser clasificados como direccionales y no direccionales.

Los riesgos direccionales involucran exposiciones en dirección al movimiento de las variables financieras como el precio stock, las tasas de interés, las tasas intercambiarias y los precios de las mercancías.

Estas exposiciones son medidas por aproximaciones lineales como la *beta*, para la exposición a movimientos stock de mercado y la *duración* para la exposición de las opciones al precio del bien subyacente. Los riesgos no direccionales involucran a los riesgos restantes, los cuales consisten en exposiciones no lineales y en exposiciones a la volatilidad.

Estas son medidas por la *convexidad* cuando se trata de tasas de interés y por la aproximación *gamma* cuando se trata de opciones.

El riesgo de mercado tiene su origen en los cambios de precio de los activos y pasivos financieros, los cuales son medidos por los cambios en el valor de las posiciones de apertura o en base a sus ganancias.

El riesgo de mercado puede presentarse en diversas formas (riesgo de tasas de interés, riesgo de tipo de cambio, riesgos de precios, etc.).

Estos riesgos han ido aumentando en los últimos años y se han internacionalizado, por lo que no nos vemos afectados únicamente por lo que pasa en el mercado local sino también por lo que sucede en los mercados extranjeros.

Gracias a los productos derivados podemos librarnos de este riesgo, eliminarlo, transformarlo, tomar solo lo que nos parezca atractivo u oportuno, y en general convertir el riesgo en oportunidad.

□ **Riesgos de crédito.**

Este se presenta cuando las contrapartes están poco dispuestas o imposibilitadas para cumplir sus obligaciones contractuales. Su costo se mide por el costo de reposición de flujos de efectivo si la otra parte cumple.

□ **Riesgos de liquidez**

Los riesgos de liquidez asumen dos formas: liquidez mercado/producto y flujo de efectivo/financiamiento. El primer tipo de riesgo se presenta cuando una transacción no puede ser conducida a los precios prevalecientes en el mercado debido a una baja operatividad dentro del mismo. Este tipo de riesgo puede administrarse fijando límites en ciertos mercados o productos y a través de la diversificación.

El segundo tipo de riesgo se refiere a la incapacidad de conseguir obligaciones de flujo de efectivo necesarias, lo cual puede forzar a una liquidación anticipada, transformando en consecuencia, las pérdidas en "papel" en pérdidas realizadas.

□ **Riesgos operativos**

Se refiere a las pérdidas potenciales resultantes de sistemas inadecuados, faltas administrativas, controles defectuosos, fraude o error humano. Dentro de este tipo de riesgo se incluyen los riesgos de ejecución, riesgo de modelo y a los riesgos tecnológicos.

□ **Riesgos legales**

Se presenta cuando una de las contrapartes no tiene la autoridad legal o reguladora para realizar una transacción.

Dentro de éste se incluye al riesgo de regulación, el cual hace referencia a actividades que podrían quebrantar regulaciones gubernamentales, tales como la manipulación del mercado, la operación con información privilegiada y restricciones de convencionalidad.

-CAPÍTULO 2-

VOLATILIDAD

2.1 ¿QUÉ ES LA VOLATILIDAD?

La volatilidad es la unidad de medida del riesgo, ésta representa el porcentaje máximo de movimiento de los precios hacia arriba o hacia abajo en un periodo de tiempo. Es por esto que, el riesgo de los diferentes instrumentos financieros se puede cuantificar en términos de la volatilidad que se presente en los mercados.

En general, cada producto tiene su propia volatilidad. Así mismo, cada producto, mercancía, divisa y tasa de interés posee sus propios factores externos que la incrementan.

Debido al aumento de la volatilidad de los diferentes factores económicos y así como, en la dificultad de realizar pronósticos aceptables para éstos, hoy en día se ha dado paso a la Administración de Riesgos y con ésta, la utilización del VAR se ha generalizado.

Algunas observaciones han demostrado que la volatilidad parece agruparse de una manera predecible, esto tiene implicaciones importantes; ya que si la volatilidad se incrementa también lo hará el VAR. Así mismo, una volatilidad predecible significa que los activos que dependen directamente de ella también varían su valor en una forma predecible.

Por esto, los inversionistas pueden agrupar sus portafolios para reducir su exposición a aquellos activos cuya volatilidad se pronostica se incrementará.

Finalmente en un mercado racional, los precios de equilibrio del activo serán afectados por la volatilidad; por lo tanto, los inversionistas que puedan predecirla confiablemente estarán en mejor situación para controlar los riesgos que día a día se hacen presentes en los mercados financieros.

A continuación se presentarán algunos de los modelos que se utilizan actualmente para medir la variación de la volatilidad a través del tiempo.

2.2 ESTIMACIÓN DE LA VOLATILIDAD

MÉTODO DE PROMEDIOS MÓVILES CON PESOS IGUALES, TRADICIONAL

Uno de los métodos más utilizados para estimar la volatilidad de un activo es una *ventana móvil* de longitud fija.

Asumiendo que observamos rendimientos r_t en M días, esta estimación de la volatilidad se construye de la siguiente forma:

$$\sigma_t^2 = \left(\frac{1}{M}\right) \sum_{i=1}^M r_{t-i}^2 \quad (2.1)$$

Aquí se consideran los rendimientos brutos y no los rendimientos alrededor de la media (lo cual constituye una diferencia pequeña).

Con este método el pronóstico es actualizado diariamente al agregar la información del día anterior y omitiendo la información de (M+1) días previos.

Todas las ponderaciones sobre los rendimientos pasados son iguales y fijados a (1/M).

A pesar de que la implementación del método de promedios móviles es simple, éste presenta serias desventajas; la más importante es que ignora la organización dinámica de las observaciones ya que en particular; la información reciente recibe el mismo peso que la información más vieja, aun cuando los datos recientes deberían ser más relevantes.

Por otro lado, si existiesen rendimientos muy grandes hace M días, la omisión de estos a medida que la ventana se desplaza un día hacia delante, puede afectar en gran medida a la estimación de la volatilidad.

ESTIMACIÓN GARCH

Debido al problema que se presenta con el modelo de promedios móviles, se ha optado por modelos que confieran una ponderación mayor a la información reciente.

El primer modelo de este tipo fue el modelo **Generalizado Autorregresivo Heteroscedástico (GARCH)** propuesto por Engle y Bollerslev, el cual asume que la varianza de los rendimientos sigue un proceso predecible.

Con esto la varianza condicional depende tanto de la última innovación como de la varianza condicional previa.

Para describir este método, definamos a h_t como la varianza condicional, utilizando la información hasta el momento $t-1$, y sea r_{t-1} el rendimiento del día anterior:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \quad (2.2)$$

La varianza promedio incondicional se encuentra estableciendo a $E[r_{t-1}^2] = h_t = h_{t-1} = h$. Despejando h , encontramos:

$$h = \frac{\sigma_0}{1 - \alpha_1 - \beta} \quad (2.3)$$

$$\alpha_1 + \beta < 1$$

Los modelos GARCH se han convertido en un valioso apoyo para el análisis de series de tiempo dentro de los mercados financieros, los cuales muestran sistemáticamente agrupamientos de volatilidades.

Este método también puede ser utilizado para estimar la volatilidad sobre varios horizontes. Sin embargo, su principal inconveniente es su no-linealidad; es decir, los parámetros deben estimarse por máxima verosimilitud lo cual implica el desarrollo de una optimización numérica.

MÓDELO DE PROMEDIOS MÓVILES CON PONDERACIÓN EXPONENCIAL (JPM)

En éste modelo, a diferencia del método tradicional, las observaciones más recientes recibirán un mayor peso que las observaciones más antiguas, ya que éstas contienen información más relevante para la estimación de la volatilidad futura.

Por lo tanto, este método puede ser visto como un caso especial de la estimación GARCH.

En él, las varianzas son modeladas utilizando un pronóstico exponencial. Formalmente, un pronóstico para el periodo t es un promedio ponderado del pronóstico previo:

$$h_t = \lambda h_{t-1} + (1 - \lambda) r_{t-1}^2 \quad (2.4)$$

Donde el parámetro λ es llamado el factor de caída o deterioro, y debe ser menor a la unidad.

En éste modelo, el estimador es recursivo ya que su pronóstico está basado en el pronóstico previo y en la última innovación; es decir, toda la historia se resume en un número h_{t-1} . Además resulta particularmente fácil de implementar porque tiene sólo un parámetro

Así mismo, este método irá disminuyendo de forma exponencial el peso asignado a observaciones que se encuentran más alejadas en el pasado, lo que originará que después de un movimiento extremo, el modelo exponencial capturará rápidamente el decremento de la volatilidad, produciendo de esta forma, un estimador más realista.

2.3 VOLATILIDAD IMPLÍCITA

Utilizando algún modelo de valuación de opciones y designando al precio de la opción como el parámetro dentro del modelo, es posible obtener lo que se conoce como **volatilidad implícita**.

Esto, debido a que las opciones son instrumentos cuyos precios están influenciados por un número de factores que pueden ser observados a través de la volatilidad de sus precios subyacentes. Por esto, igualando el precio de mercado de una opción a su valor teórico o de modelo, podemos obtener una desviación estándar implícita (ISD). Si los mercados de opciones son eficientes, la ISD proporcionará el mejor estimado de la volatilidad futura del mercado.

De esta forma, las opciones pueden revelar un caudal de información potencial acerca de los riesgos y de las correlaciones futuras.

Finalmente, podemos decir que dado que las primas de las opciones reflejan el consenso del mercado acerca de la volatilidad futura, los pronósticos basados en éstas deben ser superiores a las estimaciones históricas o de series de tiempo.

-CAPÍTULO 3-

INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS.

3.1 INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS

Para poder tener una buena administración de riesgos es primordial conocer de forma clara y precisa cada uno de los instrumentos sobre los cuales se llevará a cabo esta administración.

Los nuevos métodos en finanzas para hacer frente a los numerosos riesgos que se presentan dentro ésta, son los instrumentos financieros derivados **swaps, opciones, futuros, etc.** Estos surgen como el resultado de aplicar conceptos estadísticos a la incertidumbre que presenta diariamente el futuro en las finanzas.

Los productos derivados son instrumentos financieros cuyo valor depende del valor del bien subyacente. Proveen de un mecanismo mediante el cual las instituciones pueden cubrirse a ellas mismas del riesgo financiero, brindando una cobertura similar a un seguro mediante el cual las corporaciones se respaldan contra los efectos adversos de las variables dentro de los cuales, los negocios o los países no tienen ningún control.

En los últimos años, gracias a estos instrumentos, ha habido una verdadera revolución en el ámbito de lo que es posible hacer para responder a los cambios que se presentan a diario en el mundo financiero, es por esto que el mercado de derivados ha gozado de un crecimiento explosivo.

Los intercambios de opciones y futuros están aumentando rápidamente en todo el mundo, ya que crean mercados más completos al incrementar las oportunidades de compartir el riesgo entre los inversionistas.

Un contrato de derivados puede ser definido entonces en forma general, como un *contrato privado, el cual deriva la mayor parte de su valor del precio de algún activo, tasa de referencia o bien subyacente, tales como acciones, bonos, monedas o mercancías.*

La posibilidad de aplicación de estos productos abarca todas las áreas de la actividad financiera y la mayor parte de su uso es en operaciones de cobertura o transformación del riesgo de mercado, ya sea para eliminar el riesgo de movimientos adversos en las tasas de interés, el nivel de la bolsa, el precio de una materia prima, el precio de una divisa extranjera o cualquier otra variable exógena que afecte los resultados de una empresa en particular.

3.2 DESARROLLO DEL MERCADO DE DERIVADOS A NIVEL MUNDIAL

Algunos instrumentos derivados, como las opciones y los futuros tienen una larga historia, el primer uso de contratos forward en Europa fue posiblemente en Francia, mientras que el primer caso conocido de un mercado de futuros organizado fue en Japón hacia 1600.

En 1730 bajo el shogunato de tokugawa el mercado del arroz fue oficialmente designado como "cho-ai-mai" o "mercado de arroz a plazo", y presentaba ya las características de un mercado de futuros moderno.

A mediados del siglo XIX aparecen los mercados de futuros en Nueva York y Chicago, que siguen existiendo en la actualidad y que son los principales mercados de futuros en el mundo.

Chicago y Nueva York cubren todas las áreas de actividad de los futuros, desde sus orígenes como mercado de materias primas (carne, cereales, minerales, petróleo) hasta los más recientes futuros sobre bonos, tasas de interés, índices bursátiles y divisas.

El desarrollo de las opciones durante las últimas décadas como instrumento de modificación y de control del riesgo, ha tenido lugar principalmente en los países anglosajones.

A finales del siglo pasado, los avances matemáticos, desencadenaron los primeros intentos serios de calcular el precio de una opción desde un punto de vista teórico. El eminente matemático Louis Bachelier presenta en Francia en 1900 la primera fórmula que pretende calcular el precio de una opción; sin embargo, fue hasta Black-Scholes y Merton en 1973, que se contó con una teoría satisfactoria para explicar la valuación del precio de las opciones.

El crecimiento subsecuente de los derivados financieros ha sido explosivo.

Su acelerado crecimiento se da en respuesta a la necesidad de cubrir los riesgos financieros que inevitablemente se presentan en la búsqueda de ganancias especulativas.

Como los principales factores responsables del crecimiento de este mercado a nivel mundial podemos considerar los siguientes:

▫ **Incremento de la volatilidad en la economía global.**

Durante los años 70's y 80's se presentaron grandes periodos de volatilidad, por otro lado, la globalización de los mercados financieros y de productos, ha expuesto a las empresas a un mayor número de riesgos financieros, lo que ha creado la necesidad de los productos financieros derivados como un instrumento de cobertura.

▫ **Cambios tecnológicos.**

Las ventajas que brindan las vías de comunicación más baratas y el poder de la computación, han originado novedades financieras como los sistemas de administración de riesgo en línea y el mercado financiero de 24 horas. Así mismo, el crecimiento de la teoría financiera ha propiciado la búsqueda de nuevos instrumentos financieros para el combate de los riesgos de mercado.

▫ **Desarrollo político.**

Con la revolución de los mercados financieros y la creación de nuevos instrumentos que se manejan dentro de este ámbito, también ha surgido la necesidad de crear nuevas leyes y regular su crecimiento desde el punto de vista de cada uno de los gobiernos a nivel mundial.

3.3 MERCADO DE FUTUROS

El mercado de futuros tal y como lo conocemos ahora, inició en el año de 1865 en la bolsa de Chicago, las operaciones que se realizaban eran principalmente con granos.

En 1972, tuvo lugar la iniciación de contratos de futuros sobre moneda extranjera, mientras que en 1976 se iniciaron las operaciones de futuros en activos financieros tales como pagares sobre créditos hipotecarios y bonos.

En 1981 este tipo de contratos se extendió a depósitos en eurodivisas y fue en 1982 cuando se realizaron las primeras negociaciones de contratos de futuros sobre índices bursátiles en la bolsa de Kansas City y posteriormente, en las de Nueva York y Chicago.

Mediante los contratos de futuros, las contrapartes se obligan a comprar o vender un activo, real o financiero, en una fecha futura especificada de antemano y a un precio acordado en el momento en que se pacta el contrato.

El intercambio que se realiza a través de este tipo de contratos da a las dos partes la seguridad de que el contrato será respetado mediante la intermediación de una cámara de compensación.

PARTICIPANTES

El mercado de futuros reúne a varias clases de participantes con distintos motivos para involucrarse en el mismo.

En primer lugar, están los llamados "*hedgers*", que son aquellos participantes que acuden al mercado principalmente para cubrir los riesgos que surgen de su actividad comercial normal.

En segundo lugar, se encuentran los participantes cuya motivación para tomar parte en el mercado es de naturaleza esencialmente especulativa y que dan liquidez al mercado con sus actividades.

Se les conoce informalmente como "*locals*" y funcionan como una especie de "market-makers" (creadores de mercado).

El último grupo son los "*brokers*" o agentes, cuya misión es traer órdenes de sus clientes al mercado y ejecutarlas cobrando una comisión.

A diferencia de los otros grupos, estos no toman riesgo de precio en el mercado y viven puramente de las comisiones que generan.

VALUACIÓN DE FUTUROS

Como se analizará más adelante, se puede decir que los futuros son una especie de contrato forward estandarizado y negociable en un mercado organizado, por lo que su valuación es similar a los contratos forward.

3.4 FORWARDS

Los forwards, también conocidos como contratos a plazo o adelantados, son contratos mediante los cuales el comprador se compromete a pagar en una fecha determinada el precio acordado a cambio de un activo, sobre el cual se firma el contrato.

Por su parte, el vendedor se compromete a entregar el activo en esa fecha a cambio del precio acordado.

VALUACIÓN

Generalmente, el precio forward se fija de manera tal que el valor del contrato por sí mismo, sea cero al inicio de éste. Para analizar la valuación de estos contratos, se definen las siguientes variables:

- S_t = Precio spot de un activo
- F_t = Precio forward de un activo
- r = tasa libre de riesgo
- γ = rendimiento del activo
- τ = plazo para el vencimiento

Consideremos que los inversionistas tienen dos posibilidades, las cuales son económicamente equivalentes:

1) Comprar $e^{-\gamma\tau}$ unidades del activo al precio S_t y mantener la tenencia durante el mismo periodo ó 2) iniciar un contrato forward para comprar la unidad de un activo en un periodo. En la alternativa 1) la inversión crecerá con la reinversión de los dividendos, exactamente a una unidad del activo después del periodo (τ). En la alternativa 2) el contrato no cuesta nada, pero se debe mantener a mano el efectivo suficiente para pagar F_t en el futuro.

Después de un año ambas alternativas conducen a una posición sobre una unidad del activo. Por lo tanto, su costo inicial debe de ser idéntico. Esto conduce a la relación fundamental de los precios forward y los precios spot, conocida como el *costo de acarreo*:

$$F_t e^{-r\tau} = S_t e^{-\gamma\tau} \quad (3.1)$$

Esta fórmula es muy general e incluye:

- Futuro sobre activos tales como índices accionarios, que realizan un pago continuo de dividendos.
- Futuros sobre divisas, donde los dividendos llegan a ser tasas de interés de la divisa $\gamma = r^*$.
- Futuros sobre productos físicos, donde el rendimiento de conveniencia o beneficio derivado de la posesión del producto efectivo puede ser interpretado como un pago implícito de dividendos.
- Futuros sobre productos físicos en los cuales se incurren en costos de almacenamiento, como el oro y la plata, en cuyo caso el costo de almacenamiento se puede considerarse como un dividendo negativo.

Supongamos que deseamos valorar un contrato forward con precio de compra K. Siguiendo el procedimiento anterior, la inversión en el activo mismo puede ser replicada comprando el contrato forward existente (el cual tiene un valor f_t) y estableciendo como colateral el valor presente del precio de compra K:

$$f_t = S_t e^{-yt} - K e^{-rt} \quad (3.2)$$

Donde:

K= Precio de compra fijado en el contrato

f_t = Valor actual del contrato.

En ésta fórmula se puede apreciar que, aún cuando la inversión inicial sea cero, el tenedor del contrato puede estar sujeto a fluctuaciones sustanciales en el valor del mismo. De aquí la necesidad de controlar el riesgo.

Ejemplo 3.1:

Considérese un contrato forward por seis meses sobre una acción cuyo precio de entrega es de \$950. Asíumase que la tasa de interés libre de riesgo (compuesta continuamente) es del 6% anual. El precio actual de la acción es de \$930, por lo tanto se tiene que:

$$r=0.06$$

$$k=950$$

$$S=930$$

$$\tau=0.50$$

$$f = 930 - 950 e^{-(0.5)(0.06)} = 8.08, \text{ esto implica que el valor actual del contrato forward sea de } \$8.08.$$

Ejemplo 3.2:

Considérese un contrato forward a seis meses sobre una acción que paga un dividendo continuo del 4% anual.

La tasa de interés libre de riesgo es de 10% anual (compuesta continuamente).

El precio de la acción en el mercado es de \$25 y el precio pactado a la entrega es de \$27; por lo tanto, en este caso tenemos que:

$$r=0.10$$

$$k=27$$

$$S=25$$

$$\tau=0.50$$

$$y=0.04$$

$$\Rightarrow f = 25 e^{-(0.04)(0.5)} - 27 e^{-(0.1)(0.5)} = -1.18$$

ya que el valor del contrato es cero al inicio, entonces de la ecuación 2.1 tenemos que el precio forward es de:

$$F = S_t e^{(r-y)\tau} \Rightarrow F = 25 e^{0.06 \times 0.5} = 25.76$$

PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE FUTUROS Y FORWARDS

□ **La estandarización del contrato.**

Los contratos de futuros que se negocian corresponden todos a la misma calidad y cantidad y a las mismas fechas, en éstos lo único negociable es el precio. En cambio, los contratos forwards son contratos más a la "medida", ya que las contrapartes acuerdan tanto cantidad y calidad como fechas y precios dentro del llamado mercado "over the counter" (OTC).

En los futuros lo único negociable es el precio.

□ **Eliminación de riesgos de incumplimiento.**

Mediante el manejo de márgenes y su valuación diaria conocida como "mark to market" se reducen las pérdidas potenciales a los cambios diarios en los contratos de futuros, mientras que en los contratos a plazo, se establece una cantidad única como garantía durante todo el periodo de la vigencia de éste.

□ **Existencia de la cámara de compensación.**

La cámara de compensación es la entidad financiera que realiza de forma centralizada las funciones del comprador del contrato de futuro para el vendedor y las del vendedor para el comprador; es decir, garantiza el cumplimiento del contrato para ambas partes mediante el depósito de una cantidad por parte de los negociantes al momento de cerrar un contrato.

A esta cantidad se le conoce como margen inicial y regularmente comprende entre el 2 y el 10% del valor de la posición, este se encuentra determinado por la volatilidad del precio del futuro y por la naturaleza de la posición en el mercado.

En la siguiente tabla se muestran las diferencias más relevantes entre el mercado de contratos forward (OTC) y el mercado de futuros (estandarizado).

Tabla 3.1.
Diferencias entre futuros y forwards.

Naturaleza de la transacción	Forwards	Futuros
Tamaño del contrato	Negociable	Estandarizado
Fecha del contrato	Negociable	Estandarizado
Método de transacción	Determinado por el comprador y el vendedor	Determinado por el mercado en una bolsa especializada
Depósitos de garantía	No es indispensable	Margen
Frecuencia de entrega de la mercancía física	Alta	Baja
Emisor o tercero que garantiza la operación.	Ninguno	Cámara de Compensación

VENTAJAS DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS SOBRE LOS CONTRATOS FORWARD.

- **La existencia de los márgenes** garantiza el cumplimiento de los compromisos adquiridos, ya que en caso de que llegase a ser declarado como insolvente a alguna de las partes, la cámara de compensación tiene diseñados mecanismos mediante los cuales cubre a la parte afectada, esto brinda mayor seguridad en los contratos de futuros que en los forwards.
- **Permiten la existencia de una mayor liquidez** gracias a la estandarización de los contratos, con lo que los participantes pueden cancelar su posición en caso de que los movimientos en los precios sean adversos, sólo con entrar en una posición compensatoria.
- Los **precios** de los futuros son más competitivos que los forward ya que en éstos interviene una cantidad grande de inversionistas mientras que en los contratos a corto plazo únicamente intervienen dos personas.

DESVENTAJAS DE LOS FUTUROS VS FORWARDS

La principal desventaja de los contratos de futuros radica en que los inversionistas no alcanzan a cubrir al 100% la posición debido a la estandarización de los contratos, mientras que al realizar una operación en el OTC mediante un contrato forward, pueden adaptar este instrumento con mayor facilidad a sus necesidades de cobertura.

3.5 OPCIONES.

Una opción es un contrato que le da al tenedor el derecho, más no la obligación, de comprar o vender alguna acción o valor en una fecha predeterminada y a un precio preestablecido.

Existen dos tipos de opciones:

- Opción de compra (*call*)
- Opción de venta (*put*)

Una opción de compra le da al tenedor el derecho, mas no la obligación, de comprar un valor hasta una fecha predeterminada y a un precio preestablecido.

Por su parte una opción de venta, le da al tenedor el derecho, más no la obligación, de vender un valor hasta una fecha predeterminada y a un precio preestablecido.

Se dice que una opción de compra esta **dentro del dinero** (*in the money*) si el precio de ejercicio E , es menor que el precio del subyacente S . Por otro lado si el precio de ejercicio es mayor que el del subyacente entonces decimos que la opción de compra esta **fuera del dinero** (*out of the money*). Finalmente, si estos dos precios son iguales entonces decimos que se encuentra **exactamente en el dinero** (*at the money*).

Para una opción de venta sucede lo contrario; es decir, si $E > S$ entonces la opción de venta se encuentra dentro del dinero, si $E < S$ entonces la opción se encuentra fuera del dinero y si $S = E$ esta se encuentra exactamente en el dinero.

De igual forma las opciones pueden ser clasificadas de acuerdo al tiempo en que se puede ejercer el derecho que estas otorgan a sus tenedores.

Las **opciones europeas**, son aquéllas que solo pueden ser ejercidas en la fecha de vencimiento, mientras que las **opciones americanas**, pueden ser ejercidas en cualquier momento antes de su fecha de expiración (fecha de ejercicio).

Ya que una opción de compra otorga el derecho de comprar un bien subyacente, el precio de esta nunca puede valer mas de lo que cuesta el subyacente (es decir, el precio del subyacente es el **límite superior** del precio de una opción de compra). Así mismo, el valor tiene que ser igual o mayor a cero. Si el precio del subyacente es mayor al precio de ejercicio, entonces el valor de la opción de compra es al menos $S_0 - E$ (So es el precio del subyacente al momento de la emisión de la opción). Esto significa, que el **límite inferior** de una opción de compra es el $\max \{ 0, S_0 - E \}$. (Se pueden obtener los límites de una opción de venta de manera análoga)

El límite inferior es llamado el **valor intrínseco** de la opción y nos dice lo que la opción valdría si fuera a expirar ahora.

A nivel macroeconómico, las opciones permiten la formación eficaz de precios de los valores subyacentes, mejoran los niveles de liquidez del mercado, amplían las oportunidades de arbitraje y permiten perfiles de riesgo y rendimientos controlados.

Estas pueden ser emitidas sobre un buen número de valores, siendo los más comunes las acciones, los índices de mercado accionarios, las divisas extranjeras, los futuros, los certificados de la tesorería y hasta los swaps.

Las opciones son utilizadas para ajustar el riesgo y rendimiento de una posición determinada a un costo muy bajo y para cubrirse de los riesgos de movimientos en los precios y en las cantidades, y raramente se usan de una en una. En especial en los corros de los mercados organizados es muy frecuente encontrar una desconcertante variedad de combinaciones de opciones con nombres pintorescos que no son más que combinaciones de varios calls y puts (por ejemplo: call o put spread, calendar spreads, collars, straddles y strangles, butterflies, etc.).

Además de las opciones normales europeas y americanas, existe toda una familia de opciones con características algo más complejas que han sido diseñadas para cubrir riesgos más complicados y que reciben el nombre genérico de opciones exóticas.

Las opciones exóticas incluyen:

- Opciones sobre el precio medio de un activo durante un periodo determinado (opciones "asiáticas")
- Opciones que solo llegan a existir ("aparecen") o que dejan de existir ("desaparecen") si ocurre algo (opciones "con barrera").
- Opciones sobre el precio máximo o mínimo de un activo durante un periodo determinado (opciones "lookback").
- Opciones sobre opciones.

- Opciones que dan el derecho de elegir entre un put y un call.
- Opciones sobre más de un activo.
- Opciones sobre la suma, diferencia, producto u otras operaciones entre uno o más activos.

LOS DETERMINANTES DEL VALOR DE UNA OPCION.

Los factores que influyen el precio de una opción de compra son:

1. **Precio del subyacente.** Claramente si este se eleva, también lo hará el precio de la opción de compra. Por lo tanto hay una relación positiva entre el precio del subyacente y el de la opción.
2. **Precio de ejercicio.** Si este precio se incrementa, el valor de la opción de compra disminuye.
3. **Tasa libre de riesgo.** Si esta aumenta, el precio de la opción de compra se elevará.
4. **La fecha de expiración.** Esta relación es también positiva.
5. **La volatilidad.** A mayor volatilidad, mayor incertidumbre y mayor es el precio de la opción de compra.

Los determinantes de una opción de venta son:

1. **Precio del subyacente.** A mayor precio del subyacente, menor es la probabilidad de acabar dentro del dinero, por lo que la opción de venta tendrá un valor menor.
2. **Precio de ejercicio.** Si este precio se incrementa, el valor de la opción de venta aumenta, ya que la probabilidad de acabar dentro del dinero es mayor.
3. **Tasa libre de riesgo.** A mayor tasa de interés menor es el valor presente del precio de ejercicio.
4. **La fecha de vencimiento.** Esta relación es negativa.
5. **La volatilidad.** A mayor volatilidad, mayor incertidumbre y mayor es el precio de la opción.

En la siguiente tabla se resumen los efectos que tienen sobre el precio de las opciones, los incrementos aislados en cada una de sus variables determinantes:

Tabla 3.2.

Variable Determinante	Precios	
	Opción de Compra	Opción de Venta
Precio del Subyacente	↑	↓
Volatilidad	↑	↑
Fecha de vencimiento	↑	↑
Tasa libre de Riesgo	↑	↓
Precio de Ejercicio	↓	↑

VALUACIÓN.

A principios de los setenta, Fischer Black y Myron Scholes realizaron un descubrimiento de gran importancia en la valuación de las opciones, la cual ha tenido una enorme trascendencia en la manera en la que los participantes de los mercados financieros fijan precios. Esta expresión está diseñada para las opciones europeas, sean de compra o de venta.

La derivación del modelo está basado en los siguientes supuestos:

- 1) El precio del activo subyacente es continuo y sigue un proceso de caminata aleatoria denominada movimiento browniano geométrico.
- 2) La tasa de interés y la varianza son conocidas y constantes.
- 3) Los mercados de capitales son perfectos (se permiten las ventas en corto, no existen costos de transacción o impuestos y los mercados operan continuamente).

Para la opción de compra la fórmula es la siguiente:

$$C = S \times N \left\{ \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \right\} - E(e^{-r\tau}) \times N \left\{ \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \right\} \quad (3.3)$$

Mientras que el precio de la opción de venta es el siguiente:

$$P = E(e^{-r\tau}) \times N \left\{ \frac{\ln\left(\frac{E}{S}\right) - \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \right\} - S \times N \left\{ \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) - \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \right\} \quad (3.4)$$

donde:

σ = Desviación estándar de la serie histórica del precio de la acción subyacente (S)

σ^2 = Varianza de la serie histórica del precio de la acción subyacente (S)

E = Precio de ejercicio establecido de la opción

r = Tasa de interés

τ = Fecha de expiración

$\sigma\sqrt{\tau}$ = Mide la volatilidad durante la vida de la opción.

Estas fórmulas también pueden ser expresadas como:

$$C = SN(d_1) - E(e^{-r\tau})N(d_2) \dots y \dots P = -E(e^{-r\tau})N(-d_2) - SN(-d_1) \quad (3.5)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (3.6)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = d_1 - \sigma\sqrt{\tau} \quad (3.7)$$

Aquí la función $N(x)$ es la función de densidad de probabilidad acumulada para una normal estandarizada. Para encontrar los valores de $N(d_1)$ y $N(d_2)$, primero se encuentran los valores correspondientes a d_1 y d_2 . Posteriormente, se busca el área bajo la curva en las tablas para la distribución normal.

Merton en 1973, extendió el modelo en el caso de que una acción pague dividendos y al igual que en el caso de los contratos de futuros, el modelo de valuación es aplicable a cualquier activo que genere un pago continuo.

Ejemplo 3.3.(OPCIÓN DE COMPRA)

Suponga que contamos con la siguiente información para calcular el valor de una opción de compra

- So=N\$70
- E=N\$80
- r= 1% mensual
- σ=2% mensual
- τ=9 meses

Con esta información, primero se calculan los valores de d_1 y de d_2 con las fórmulas dadas anteriormente:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}$$

$$= [-0.1335 + 0.0918]/0.06$$

$$= -0.695$$

Con este resultado calculamos d_2 :

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = d_1 - \sigma\sqrt{\tau}$$

$$= -0.695 - 0.02 \times 3$$

$$= -0.76$$

Buscando los valores en la tabla, tenemos que:

$$N(d_1) = N(-0.695) = 1 - N(0.695) = 0.2420$$

$$N(d_2) = N(-0.76) = 1 - N(0.76) = 0.2236$$

El valor de la opción de compra es:

$$\begin{aligned} C &= SN(d_1) - E(e^{-rt})N(d_2) \\ &= N\$70 \times 0.2420 - N\$80 e^{-0.01(9)} \times 0.2236 \\ &= N\$ 0.59 \end{aligned}$$

Esto significa que un inversionista estaría dispuesto a pagar N\$0.59 por cada opción de compra con las características señaladas.

En este ejemplo, el precio de la acción subyacente tendría que subir a más de N\$10 para terminar dentro del dinero; así mismo, tanto la tasa de interés como la desviación estándar y el tiempo fueron expresados en meses esto es, son consistentes al estar expresadas con la misma periodicidad.

Ejemplo 3.4. (OPCIÓN DE VENTA)

Con la siguiente información calcule el precio de una opción de venta usando la fórmula Black & Scholes.

$$S_0 = N\$90$$

$$E = N\$95$$

$$r = 5\% \text{ mensual}$$

$$\sigma = 50\% \text{ mensual}$$

$$\tau = 0.25 \text{ meses}$$

Como en el ejemplo anterior primero se tiene que calcular las variables d_1 y d_2 .

$$\begin{aligned} d_1 &= \left[\ln(90/95) + (0.05 + 1/2(0.25)(0.25)) \right] / [0.5\sqrt{0.25}] \\ &= (-0.05407 + [0.175]0.025) / 0.5(0.5) \\ &= -0.01032/0.25 \\ &= -0.04128 \end{aligned}$$

$$d_2 = -0.04128 - 0.5\sqrt{0.25} = -0.29128$$

las probabilidades normales asociadas con estos valores se obtienen de las tablas mediante interpolación:

$$N(-d_1) = N(-(-0.04128)) = N(0.04128) = 0.5165$$

$$N(-d_2) = N(-(-0.29128)) = N(0.29128) = 0.6179$$

Con estos datos procedemos a calcular el precio de la opción de venta:

$$\begin{aligned} P &= -E(e^{-rt})N(-d_2) - SN(-d_1) \\ &= 95 e^{-0.05(0.25)} (0.6179) - 90 (0.5165) \\ &= 95 (0.9876) (0.6179) - 46.485 \\ &= 57.9726 - 46.485 \\ &= 11.4876 \end{aligned}$$

En este caso el valor de la opción es mayor al del ejemplo anterior ya que ésta se encuentra muy dentro del dinero desde el inicio y la probabilidad de que acabe así es alta.

3.6 SWAPS

En su definición más general, un swap es un contrato por el cual dos partes se comprometen a intercambiar una serie de flujos de dinero (cashflows) en una fecha futura.

Los flujos en cuestión pueden en principio ser función de casi cualquier cosa, ya sea tasas de interés a corto plazo, como del valor de un índice bursátil, o cualquier otra variable. Los swaps también pueden ser vistos como una combinación de forwards.

La invención de los swaps, ha sido uno de los avances más importantes en las finanzas aplicadas modernas, ya que el mercado de los swaps, ha establecido un mercado de valor presente y aunque estos también tienen un componente de riesgo de crédito, éste es mucho menor que en un préstamo estándar al mismo plazo.

EL MERCADO DE SWAPS

El mercado de swaps es un mercado de reciente aparición comparado con el mercado de divisas o con casi cualquier bolsa de valores, y eso le ha dado importantes ventajas al no depender de una herencia histórica que lo limite. El mercado también es totalmente internacional a pesar de que la mayor parte de sus participantes se encuentran en los mercados de Nueva York, Londres y Tokio.

El mercado de swaps es un mercado puramente institucional, y su estructura como mercado de divisas, es muy descentralizada y libre de reglamentación. El único organismo, que existe a nivel internacional es el International Swap Dealers Association (ISDA), que no tiene ningún poder legal y no es más que un club informal de participantes en el mercado que se reúnen para intercambiar opiniones sobre futuras direcciones de las variables financieras y aspectos legales como documentación y riesgo de crédito.

Los swaps de tasa de interés son los más comunes en el mercado. Estos son contratos por los cuales una parte de la transacción se compromete a pagar a la otra parte una tasa de interés fijada por adelantado sobre un nominal también fijado por adelantado y la segunda parte se compromete a pagar una tasa de interés variable sobre el mismo nominal.

Este tipo de swaps permiten separar el riesgo de mercado (fluctuaciones en el valor de una compañía, atribuibles a movimientos en tasa de interés) del riesgo de crédito (pérdidas o ganancias debidas a la insolvencia de contrapartidas en transacciones), y permite por lo tanto, la gestión por separado de ambos tipos de riesgo.

También existen swaps sobre materias primas, sobre divisas e índices bursátiles entre otros.

El swap es **barato** (la diferencia entre la tasa fija a la cual el mercado está dispuesto a recibir contra LIBOR y la tasa a que está dispuesto a pagar no suele exceder 0.05% en dólares), **rápido** (una transacción puede concluirse en menos de 5 min.) y **flexible** (también es posible anular un swap en menos de 5 min., o cambiar su perfil de nominal para que corresponda, por ejemplo, a la amortización de la deuda emitida) por lo que representa enormes ventajas con respecto a un refinanciamiento,

En la práctica un intermediario financiero X (generalmente un banco) casi siempre está presente, esto debido a que una empresa comercial o industrial no suele tener contacto

frecuente con el mercado de swaps como para poder encontrar rápidamente, una contrapartida para su transacción.

VALUACIÓN

Los swaps pueden valuarse generalmente de dos formas: como la diferencia en el valor presente de los dos flujos de efectivo o como un portafolio de contratos forward correspondiente a cada intercambio de fondos.

DIFERENCIA EN EL VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS DE EFECTIVO (SWAP SOBRE TASAS DE INTERÉS)

En general supongamos que bajo condiciones de un swap, una institución financiera recibe pagos fijos de K pesos en cada momento t_i ($1 \leq i \leq n$) y realiza al mismo tiempo pagos correspondientes a tipo flotante.

Definamos:

V= Valor del swap

B_1 = Valor de la obligación de tipo fijo subyacente al swap

B_2 = Valor de la obligación de tipo flotante subyacente al swap

Q= Principal especulativo de acuerdo al swap

R_i = Tipo de descuento correspondiente a un vencimiento t_i .

De acuerdo a lo anterior el valor del swap es:

$$V = B_1 - B_2 \tag{3.8}$$

En la práctica, la corriente de los flujos de caja de tipo fijo en un swap, tienen aproximadamente el mismo riesgo que la corriente de flujos de caja de tipo flotante, dado que si una de las corrientes se detiene, debido a un impago, la otra también se detendrá.

Es por lo tanto correcto utilizar el mismo tipo de descuento para B_1 y B_2 .

Como B_1 es el valor actual de los futuros flujos de caja de la obligación de tipo fijo entonces:

$$B_1 = \sum_{i=1}^n Ke^{-rt_i} + Qe^{-rt_n} \tag{3.9}$$

Y como B_2 es el valor actual de los futuros flujos de caja de la obligación de tipo flotante entonces:

$$B_2 = Qe^{-rt_1} + \sum_{i=1}^n Ke^{-rt_i} \tag{3.10}$$

Donde K^* es el pago de tipo flotante (ya conocida) que se realizará en el momento t_i .

Cuando los tipos de interés suben (bajan) el valor del swap para la Institución Financiera (IF) disminuye (sube).

En la situación donde la IF está pagando fijo y recibiendo flotante, B_1 y B_2 se calculan de la misma manera y:

$$V = B_2 - B_1 \quad (3.11)$$

El valor del swap es cero cuando se inicia la negociación del mismo y también lo es al final de su vida, a lo largo de ésta, su valor puede ser tanto positivo como negativo.

**RELACIÓN CON LOS CONTRATOS FORWARD
(SWAP SOBRE TASAS DE INTERÉS)**

Un swap de tipos de interés puede ser descompuesto en una serie de contratos a plazo.

Supongamos que una IF ha vendido un bono de \$100 mill. a una tasa flotante (LIBOR) a la compañía B a cambio de un bono de \$100 mill. a una tasa fija del 5.015% anual.

En este caso, la IF ha acordado que la tasa del 5.015% anual sea aplicada en periodos acordes a los prevalectientes en el mercado. El acuerdo para cada periodo es un contrato forward sobre tasas de interés, esto implica que el swap sea convertido en un portafolio de contratos a plazo.

Como se mostró anteriormente, un forward puede ser valuado calculando el valor presente de la diferencia entre el interés que será pagado bajo el contrato y el interés que se pagaría si la tasa forward se aplicara. Esto significa que los forwards pueden ser valuados bajo la base de que las tasas de interés del forward se realizaron.

Ya que el swap es un portafolio de contratos a plazo, este puede ser valuado haciendo la misma suposición sobre la realización de las tasas siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación:

1. Calcular la tasa forward para cada una de las tasas LIBOR que están determinadas en el swap.
2. Calcular los flujos de caja del swap, asumiendo que las tasas LIBOR serán iguales a las tasas forward.
3. Igualar el valor del swap al valor presente de los flujos de caja.

Ejemplo 3.5.

Supóngase que conforme a las condiciones de un swap una IF ha acordado pagar un LIBOR a 6 meses y recibir un 8% anual (con capitalización compuesta continua) sobre un principal de \$100 mill.

Al swap le quedan 1.25 años de vida y los tipos de interés relevantes con capitalización compuesta continuamente para vencimientos a 3, 9 y 15 meses son: 10%, 10.5%, 11% respectivamente.

El tipo LIBOR a 6 meses en la última fecha de liquidación fue del 10.2% (con capitalización compuesta semestralmente).

En este caso:

$$K = \$4\text{mill}$$

$$K^* = \$15.1\text{mill}$$

Con lo cual:

$$B_1 = 4 e^{-0.25(0.1)} + 4 e^{-0.75(0.105)} + 10 e^{-1.25(0.11)} = 98.24 \text{ mill de pesos.}$$

$$B_2 = 5.1 e^{-0.25(0.1)} + 100 e^{-0.25(0.1)} = 102.51 \text{ mill de pesos.}$$

$$\Rightarrow V = 98.24 - 102.51 = -4.27 \text{ mill de pesos.}$$

Si la IF hubiera estado en la posición opuesta; es decir pagara fijo y recibiera flotante entonces el valor del swap hubiera sido 4.27 mill de pesos.

Ejemplo 3.6.

Consideremos nuevamente la situación del ejemplo anterior. Los flujos de caja que se intercambiaran en tres meses acaban de ser determinados. Una tasa del 8% será intercambiada por una del 10.2%.(LIBOR).

El valor del intercambio para la IF es de:

$$0.5 \times 100 \times (0.08 - 0.102) e^{-0.25(0.1)} = -1.07$$

para calcular el valor del intercambio en 9 meses debemos calcular primero la tasa forward correspondiente al periodo de entre 3 a 9 meses usando la siguiente ecuación:

Si r es el tipo de interés de contado aplicado durante T años y r^* es el tipo de contado aplicado a T^* años donde $T^* > T$, el tipo a plazo (\tilde{r}) durante el periodo de tiempo entre T^* y T está dado por:

$$\tilde{r} = \frac{r^* T^* - r T}{T^* - T}$$

Por lo tanto, en nuestro caso particular tenemos que:

$$\frac{0.75 \times 0.105 - 0.25 \times 0.10}{0.5} = 0.1075 \Rightarrow 10.75\% \text{ (compuesta continua)}$$

$\Rightarrow 11.044\%$ (semestral continua) \Rightarrow el valor del forward correspondiente al intercambio en nueve meses es de:

$$0.5 \times 100 \times (0.08 - 0.11044) e^{-0.75(0.105)} = -1.41$$

Para calcular el intercambio en 15 meses calculamos la tasa forward correspondiente al periodo entre 9 meses y 15 meses de la misma forma:

$$\frac{1.25 \times 0.11 - 0.75 \times 0.105}{0.5} = 0.1175 \Rightarrow 11.75\% \text{ (compuesta continua)}$$

$\Rightarrow 12.102\%$ (semestral continua) \Rightarrow el valor del forward correspondiente al intercambio en quince meses es de:

$$0.5 \times 100 \times (0.08 - 0.12102) e^{-1.25(0.11)} = -1.79$$

por lo que el valor total del swap es de:

$$-10.7 - 1.41 - 1.79 = -4.27 \text{ mill.}$$

-CAPÍTULO 4-**PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN****4.1 TEORÍA DE PORTAFOLIOS**

La Teoría Moderna de Portafolios, es el enfoque más reciente que se le ha dado al estudio de los activos que integran una cartera de inversión. Después de muchos años de desarrollo gradual, esta teoría ahora recibe una atención significativa por parte de los inversionistas alrededor de todo el mundo.

Este nuevo enfoque se vale del análisis estadístico de la información con la que se cuenta en el mercado, proporcionando la base para realizar una correcta valuación y con ésta, una favorable optimización del portafolio de inversión; es decir, trata al riesgo en forma cuantitativa.

Aquí se centra la atención en un análisis exhaustivo individual de cada uno de los activos que conforman un portafolio de inversión, identificándolo y cuantificando los factores de riesgo y los objetivos de la cartera.

Mediante los resultados que arroja el análisis estadístico, puede llevarse a cabo la distribución de la inversión sin poner en alto riesgo al capital.

Así mismo, las herramientas estadísticas también proporcionan elementos para medir los rendimientos y el riesgo, con lo que el portafolio puede ser pronosticado en su comportamiento futuro.

4.2 RENDIMIENTO DE LOS ACTIVOS

Un instrumento de inversión que puede ser vendido y comprado, recibe frecuentemente el nombre de activo financiero.

Supongamos que un inversionista compra un activo en un tiempo $t = 0$ y un año más tarde lo vende, entonces el rendimiento total que recibirá por su inversión está dado por:

$$R = \frac{X_1}{X_0} \quad (4.1)$$

Donde:

X_0 = cantidad recibida

X_1 = cantidad invertida

Y la tasa de rendimiento esta dada por:

$$r = \frac{(X_1 - X_0)}{X_0} \quad (4.2)$$

Los cuales se encuentran relacionados por:

$$R = 1 + r \Rightarrow X_1 = (1 + r)X_0 \quad (4.3)$$

4.3 RENDIMIENTO DE UN PORTAFOLIO

Suponga ahora que se dispone de n activos diferentes para formar un portafolio de inversión. Asíumase que este portafolio esta integrado por una cantidad X_0 de cada uno de los activos; es decir, seleccionamos cantidades:

X_{0i} $i = 1, 2, \dots, n$ tal que $\sum_{i=1}^n X_{0i} = X_0$ donde X_{0i} representa el monto a invertir en cada uno de los activos.

Los montos invertidos pueden ser redefinidos entonces como fracciones de la inversión total, con lo que tenemos que:

$$X_{0i} = w_i X_0, \dots, i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4.4)$$

Donde:

w_i = tamaño o fracción del activo i que se encuentra dentro del portafolio.

Sea R_i el rendimiento total del activo i , entonces el monto de dinero generado al final del periodo i -ésimo será: $R_i X_{0i} = R_i w_i X_0$

Lo anterior implica que el monto total del portafolio al final del periodo es en consecuencia: $\sum_{i=1}^n R_i w_i X_0$ por lo que el rendimiento del portafolio a su vencimiento estará dado por:

$$R = \sum_{i=1}^n R_i w_i X_0 \quad (4.5)$$

Equivalentemente y dado que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ podemos decir que:

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

Esto implica que tanto el rendimiento de un activo como su tasa son iguales a la suma correspondiente de los rendimientos individuales de los activos que conforman la cartera de inversión.

4.4 DIVERSIFICACIÓN

Una de las grandes ventajas la Teoría Moderna de Portafolios es el uso de la diversificación, ya que los portafolios con pocos instrumentos pueden estar sujetos a altos grados de riesgo representados por una varianza relativamente muy grande.

Se conoce como diversificación al proceso de reducción de la varianza del rendimiento de un portafolio incorporando instrumentos en él.

Los efectos de la diversificación pueden ser cuantificados utilizando fórmulas para varianzas combinadas.

Supongamos que tenemos instrumentos no correlacionadas mutuamente; es decir, el rendimiento de un instrumento no está correlacionado con el rendimiento de otro instrumento del grupo.

Sean m y σ^2 la media y la varianza de cada rendimiento, respectivamente. Supongamos que el portafolio está constituido por porciones iguales de n instrumentos ($w_i=1/n$ para cada i .)

Esto nos lleva a que la tasa de rendimiento del portafolio esté dada por:

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i \quad (4.6)$$

lo que implica que, la media de r depende de n . Así mismo, su varianza correspondiente es:

$$VAR(r) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sigma^2 = \frac{\sigma^2}{n} \quad (4.7)$$

Lo que nos muestra que la varianza decrece rápidamente cuando n aumenta.

Esta situación es diferente si los rendimientos de los activos se encuentran correlacionados mutuamente, ya que en este caso resulta imposible reducir la varianza sin importar que tan grande sea n .

En general, la diversificación puede reducir la suma esperada de rendimientos mientras se reduce la varianza, pero la mayor parte de los inversionistas, no desean sacrificar sus rendimientos esperados por un pequeño decremento en la varianza de los instrumentos que conforman su portafolio. Sin embargo; este proceso de diversificación no necesariamente resulta ser tan indeseable si tomamos en cuenta su efecto tanto en la varianza como en la media de los rendimientos (criterio de riesgo).

A continuación, analizaremos algunos modelos que se han propuesto para llevar a la práctica una metodología científica de selección de cartera utilizando diferentes criterios de riesgo.

4.5 INMUNIZACIÓN

Al procedimiento de estructurar un portafolio con la finalidad de protegerse del riesgo de tasa de interés, al que se encuentran expuestos los inversionistas, se le conoce como inmunización ya que inmuniza el valor del portafolio contra los cambios en las tasas de interés.

Este procedimiento es una de las técnicas más usadas hoy en día para la formación de portafolios de inversión por parte de las compañías aseguradoras y por otras instituciones financieras.

Un portafolio es inmunizado, si su valor presente es igual al valor presente de las obligaciones que se pretenden cubrir con el mismo y si, la duración tanto de las obligaciones como del portafolio coinciden.

Para entender mejor este procedimiento, consideremos que una empresa desea elegir un portafolio que le permita respaldar un número de obligaciones contraídas.

La compañía busca entonces invertir en instrumentos financieros, que le permitan igualar el valor presente de las obligaciones que tiene por cumplir. De esta forma, en caso de que necesitara cancelar alguna de estas obligaciones, podrá disponer de una parte de su portafolio y vender cualquier instrumento del mismo con la finalidad de resarcir su obligación.

Si el rendimiento del portafolio no cambia a lo largo de este proceso (es decir, durante el tiempo que duren todas las obligaciones contraídas), el valor de este seguirá siendo el mismo y continuará empatando al valor presente del total de las obligaciones pendientes.

Sin embargo; si los rendimientos cambian se presenta un grave problema para la empresa, ya que en consecuencia el valor del portafolio también se modificará y se correrá el riesgo de incumplimiento.

La inmunización resuelve este problema empatando las duraciones y los valores presentes tanto de las obligaciones como del portafolio pues, si la duración del portafolio coincide con la de la obligación u obligaciones por cumplir, entonces el valor presente de éste y el valor presente de las obligaciones responderán idénticamente a los cambios en el rendimiento. Es decir, si el rendimiento crece, el valor presente del portafolio de inversión decrecerá, pero el valor presente de la obligación decrecerá aproximadamente en la misma cantidad, por lo que el valor del portafolio será igualmente adecuado para cubrir la obligación contraída.

En resumen, podemos decir que la inmunización provee protección contra los cambios en los rendimientos, ya que si un cambio en estos se presenta posteriormente a la elección de un portafolio de inversión, el nuevo valor del portafolio seguirá coincidiendo, en teoría, al valor de la obligación futura. Sin embargo; debemos tener presente que una vez que se suscitó el cambio en el rendimiento, el nuevo portafolio no se encuentra inmunizado a la nueva tasa, por lo que es necesario rebalancear o reinmunizar el portafolio conforme se vayan presentando cambios en las tasas de interés.

Ejemplo 4.1

La compañía X tiene una obligación por pagar de \$1 mill en 10 años. Ésta desea invertir su capital ahora para contar con el respaldo suficiente que le permita afrontar esta obligación en el futuro.

Elegir un bono con cupón cero sería una solución viable, sin embargo, no se encuentran disponibles para el tiempo que se requiere, por lo que la empresa X esta planeando elegir algunos de los siguientes bonos:

BONOS	TASA	MADUREZ	PRECIO	RENDIMIENTO
1	6%	30 AÑOS	69.04	9%
2	11%	10 AÑOS	113.01	9%
3	9%	20 AÑOS	100	9%

Primeramente considera el utilizar los bonos 2 y 3 para construir su portafolio.

Calculando las duraciones de cada uno de estos bonos, encontramos que:

$$D_2 = 6.54 \text{ y } D_3 = 9.61 \text{ (Ver Apéndice I).}$$

Debido a que la duración de la obligación es de 10 años, no hay forma de obtener un promedio favorable (es decir que se apegue al tiempo requerido) con las duraciones de los bonos 2 y 3.

Después de calcular la duración del bono 1 tenemos que $D_1 = 11.44$, por lo que se decide utilizar los bonos 1 y 3.

Posteriormente se calcula el valor presente de la obligación a una tasa del 9% con lo que obtenemos que este valor es \$414,643.

Para encontrar el valor del portafolio inmunizado se tiene que resolver el sistema de ecuaciones dado por:

$$V_1 + V_2 = PV$$

$$D_1 V_1 + D_2 V_2 = 10PV$$

Donde, $V_1 \dots y \dots V_2$ representan el monto a invertir en ambos bonos.

Aquí, la primera ecuación establece que el valor total del portafolio debe ser igual al total del valor presente de la obligación.

La segunda, determina que la duración del portafolio debe ser igual a la duración de la obligación (10 años).

Resolviendo tenemos que:

$$V_1 = \$292,788.73 \text{ y } V_2 = \$121,854.27$$

Por lo que el número de bonos a adquirir se encuentra dividiendo cada valor, por el precio del bono (Asumamos que el valor nominal del bono es de \$100).

Finalmente los resultados obtenidos son los siguientes:

PORCENTAJE DE RENDIMIENTO			
	9.0	8.0	10.0
BONO 1			
PRECIO	69.04	77.38	62.14
CONTRATOS	4,241.00	4,241.00	4,241.00
VALOR	292,798.64	328,168.58	263,535.74
BONO 2			
PRECIO	113.01	120.39	106.23
CONTRATOS	1,078.00	1,078.00	1,078.00
VALOR	121,824.78	129,780.42	114,515.94
OBLIGACIÓN			
VALOR	414,642.86	456,386.95	376,889.48

Observemos que excepto por el error de redondeo, el valor presente del portafolio es igual a valor presente de la obligación contraída por parte de la empresa X.

Aún más, podemos observar que esta situación se presenta de igual forma con rendimientos diferentes (8% y 10%).

4.6 MODELO DE MARKOWITZ DE MINIMIZACIÓN DE INCERTIDUMBRE

Markowitz provee un trabajo teórico para la composición sistemática de portafolios óptimos, aplicando las matemáticas complejas y la programación cuadrática, responde a la pregunta de cómo seleccionar, y en que proporción, de entre cientos de instrumentos individuales, a aquellos que resultarían en la estructuración de un portafolio que brinde los mayores rendimientos esperados con una varianza mínima.

En este modelo, las variables de decisión son las proporciones del presupuesto que se deben invertir en cada tipo de activo. Así, se supone que hay n tipos de activos y que

x_i = proporción del presupuesto que se debe invertir en el activo tipo i.

en donde:

$$i = 1 \sum_{i=1}^n x_i = 1 \dots x_i \geq 0 \dots \text{para } i = 1, 2, \dots, n \tag{4.8}$$

Además, de cada instrumento i se sabe que:

- i) su rendimiento esperado $\mu_i = E(\gamma_i)$
- ii) la varianza de sus rendimientos es $\sigma_i^2 = \sigma_{ii} = V(\gamma_i)$
- iii) la covarianza entre los rendimientos de cada pareja de instrumentos está dada por $\sigma_{ij} = \text{cov}(\gamma_i, \gamma_j)$ donde γ_i es la variable aleatoria que representa el rendimiento de cada tipo de instrumento $i = 1, 2, \dots, n$

Por lo tanto, el rendimiento de la cartera será:

$$\gamma = \sum_{i=1}^n x_i \gamma_i \quad (4.9)$$

y su rendimiento esperado y varianza serán respectivamente:

$$\mu = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \quad (4.10)$$

$$\sigma^2 = \sum_{i,j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \quad (4.11)$$

En forma matricial tenemos que:

$$r = (x_1, \dots, x_n) \begin{pmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_n \end{pmatrix}; \quad \mu = (x_1, \dots, x_n) \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \vdots \\ \mu_n \end{pmatrix}; \quad \sigma = (x_1, \dots, x_n) \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$$

Para encontrar la varianza mínima de un portafolio, fijamos el valor de la media a un valor arbitrario de rendimiento. De esta forma el portafolio factible para el rendimiento dado se encuentra resolviendo el siguiente problema de minimización:

$$\text{Min} \sum_{i,j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \quad (4.12)$$

s.a.

$$\sum_{i=1}^n x_i \gamma_i = \hat{\gamma}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

$$x_i \geq 0 \quad \text{para todo } i=1, \dots, n$$

Usando los multiplicadores de Langrage se tiene que:

$$L = \sum_{i,j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} - \lambda \left(\sum_{i=1}^n x_i \gamma_i - \hat{\gamma} \right) - \mu \left(\sum_{i=1}^n x_i - 1 \right) \quad (4.13)$$

Posteriormente derivamos a L con respecto a x_i , $i=1, \dots, n$ e igualamos a cero cada una de las ecuaciones obtenidas (minimizar).

Al resolver el sistema de ecuaciones resultante, obtendremos las X_i 's que generan un portafolio eficiente con rendimiento $\hat{\gamma}$.

Así mismo, Markowitz introduce el concepto de "cartera eficiente" para elegir de entre las múltiples soluciones con el mismo rendimiento esperado que resultan de aplicar su método, aquélla combinación que proporcione la menor varianza posible.

Por lo que, una cartera con rendimiento esperado μ es eficiente entonces si, la varianza asociada a ella es la mínima entre todas las posibles carteras que proporcionan el mismo rendimiento esperado.

De manera alternativa, una cartera con varianza σ^2 es eficiente si el rendimiento esperado μ es el máximo entre todas las posibles carteras que proporcionan la misma varianza.

Ejemplo 4.2:

Supóngase que un inversionista tiene la opción de invertir en certificados de tesorería (CT's), depósitos a plazo en un banco (CD's) y acciones (AC's) de una empresa.

Sabemos que los rendimientos esperados para estos activos son:

$$\mu_{CT} = 9\%$$

$$\mu_{CD} = 10\%$$

$$\mu_{AC} = 14\%$$

Además se sabe que la matriz de varianzas y covarianzas es:

$$V = \begin{pmatrix} & CT & CD & AC \\ CT & 25 & 60 & 60 \\ CD & 60 & 225 & 90 \\ AC & 60 & 90 & 360 \end{pmatrix} \times 10^{-6}$$

Esto implica que el rendimiento esperado de la cartera esta dado por:

$$\mu = 0.09X_{CT} + 0.10X_{CD} + 0.14X_{AC}$$

donde

$$X_{CT} + X_{CD} + X_{AC} = 1$$

Supóngase que el rendimiento que quiere obtener el inversionista es del 11%, entonces tenemos un sistema de dos ecuaciones con tres incógnitas, por lo que se tiene un número infinito de soluciones.

$$0.09X_{CT} + 0.10X_{CD} + 0.14X_{AC} = 0.11$$

$$X_{CT} + X_{CD} + X_{AC} = 1$$

$$X_{CT}; X_{CD}; X_{AC} \geq 0$$

Las soluciones del sistema están dadas por:

$$\begin{pmatrix} X_{CT} \\ X_{CD} \\ X_{AC} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 4 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix} + \alpha \begin{pmatrix} 1 \\ -5 \\ -4 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix} \quad 0 \leq \alpha \leq \frac{3}{5}$$

Es decir;

$$X_{CT} = \alpha$$

$$X_{CD} = \frac{3}{4} - \frac{5}{4}\alpha = \frac{1}{4}(3 - 5\alpha)$$

$$X_{AC} = \frac{1}{4}(1 + \alpha)$$

Ya que:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \text{ Entonces,}$$

$$\sigma^2(\alpha) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 x_i x_j \sigma_{ij} = (115.3125 - 294.3750 - 294.3750\alpha + 275.3125\alpha^2) 10^{-6}$$

Minimizándolo tenemos:

$$\frac{d\sigma^2(\alpha)}{d\alpha} = (-294.3750 + 2 \cdot 275.3125\alpha) 10^{-6} = 0 \Rightarrow \alpha^* = 0.53462$$

Por lo tanto la varianza mínima posible con una cartera de rendimiento esperado de 11% es:

$$\sigma^2(\alpha^*) = 36.623 \times 10^{-6}$$

lo que implica que la única cartera eficiente asociada a un rendimiento esperado 11% es:

$$X^*_{CT} = 0.5346; X^*_{CD} = 0.0817; X^*_{AC} = 0.3837$$

Si conociéramos todas las carteras eficientes; es decir, si resolviéramos el problema para todos los posibles valores de μ se obtendría la frontera de carteras eficientes.

Con lo anterior, tendríamos una medida exacta de la incertidumbre que se tiene que aceptar para cualquier nivel de rendimiento esperado y la selección únicamente dependería de la actitud del inversionista en cuanto a rendimiento vs. incertidumbre.

-CAPÍTULO 5-

VALOR EN RIESGO.

5.1 ANTECEDENTES E IMPORTANCIA

La posibilidad de que exista un evento fortuito que pueda representar una pérdida económica, puede estar fuera del control de quien se encuentra en esta situación. Sin embargo; el hecho de saber que esta posibilidad existe, hace que sea más fácil la búsqueda por evitar que se lleve a cabo. La búsqueda por evitar el daño no es otra cosa que la administración del riesgo; por ello, la importancia de saber a que se esta expuesto, como cuantificar esta exposición y por último saber como cubrirse buscando alternativas de solución.

El avance en los últimos años en materia financiera, ha permitido un gran desarrollo de nuevas técnicas en la administración del riesgo que cada día se encuentran más a la mano.

La metodología del Valor en Riesgo (VAR, por sus siglas en inglés "Value at Risk"), es una herramienta que ha entrado al mercado de manera exitosa por su versatilidad dentro del mismo.

Esta metodología, trabaja sobre los valores históricos de mercado, de los factores de riesgo a los cuales se esta expuesto y de los cuales, se pueden conocer sus variaciones y correlaciones.

Tal vez la mayor ventaja del VAR, es que resume en un solo número fácil de entender, la exposición total de una institución al riesgo de mercado.

Sin duda, esto explica porque rápidamente se convierte en una herramienta esencial para la presentación de los riesgos operativos y porque éste se ha catalogado como el estándar para la medición de los riesgos financieros.

El VAR representa la pérdida que puede ser esperada en un portafolio bajo fluctuaciones de mercado adversas y **resume la pérdida máxima esperada (o peor pérdida) sobre un horizonte de tiempo objetivo dentro de un intervalo de confianza.**

Su propósito principal es cuantificar el riesgo de mercado al estar diseñado para permitir que la administración pueda tomar medidas correctivas de forma oportuna, en caso de pérdidas o de exposiciones inusuales.

Así mismo, las simulaciones utilizando el VAR, también pueden ser aplicadas para medir de forma estandarizada el riesgo de crédito y aunque el riesgo de liquidez no puede ser incluido formalmente en él, los periodos disciplinados de liquidación son muy relevantes en la elección del horizonte para las mediciones del VAR.

En términos generales, este método puede beneficiar a cualquier institución con exposición al riesgo financiero, tal como:

▫ **Instituciones financieras**

Las Instituciones que tienen que ver con numerosas fuentes de riesgo financiero e instrumentos complicados están implementando ahora sistemas centralizados de administración de riesgo.

▫ **Expertos en regulación.**

La regulación de las instituciones financieras requiere el mantenimiento de niveles mínimos de capital como reservas contra el riesgo financiero. El Comité de Basilea para la supervisión bancaria, el Banco de la Reserva Federal de Estados Unidos y los reguladores en la Unión Europea han coincidido en adoptar al VAR como una medida aceptable del riesgo.

▫ **Empresas no financieras.**

El VAR también es apropiado para empresas que necesitan un flujo estable de ingresos para invertir en investigación y desarrollo, por lo que este tipo de análisis puede utilizarse para establecer la probabilidad de que una empresa enfrente una caída crítica de sus fondos.

▫ **Administradores de activos.**

Los inversionistas internacionales están recurriendo ahora al VAR para controlar mejor los riesgos financieros.

5.2 UTILIDAD

El VAR combina la exposición a una fuente de riesgo, con la probabilidad de un movimiento adverso en el mercado.

Su enfoque permite a los inversionistas incluir varios activos tales como divisas extranjeras, productos físicos y acciones, los cuales están expuestos a otros tipos de riesgo además de los movimientos en las tasas de interés. Por lo tanto, el VAR constituye un gran avance en las mediciones convencionales de riesgo tales como el vencimiento, la duración y los análisis de intervalos.

Por todo esto, el VAR es útil para una gran cantidad de propósitos:

▫ **Presentación de información.** El VAR ayuda a la evaluación de los riesgos que corren las operaciones de mercado y de inversión en una empresa.

▫ **Asignación de recursos.** Determina límites de posición a los operadores y ayuda a decidir donde asignar los recursos limitados de capital. Crea un denominador común con la cual comparar las actividades riesgosas en diversos mercados. Así mismo, el riesgo total de la empresa puede descomponerse en VAR's incrementales que permiten a los usuarios descubrir que posiciones contribuyen más al riesgo total.

▫ **Evaluación del desempeño.** El VAR puede utilizarse para ajustar el desempeño por riesgo.

Finalmente podemos decir que el mayor beneficio del VAR es la creación de una metodología estructurada, para pensar críticamente sobre el riesgo.

5.3 CUANTIFICACIÓN DEL VAR

AGREGACIÓN DEL TIEMPO.

Para cuantificar el VAR requerimos de la definición de un periodo sobre el cual medirlo. A este periodo se le conoce como horizonte y puede establecerse en términos de horas, días o semanas.

Este proceso se conoce como *agregación del tiempo*. Para agregar en el tiempo, se toma el supuesto de que los rendimientos no están correlacionados en intervalos sucesivos de tiempo; Es decir, se presenta consistencia con los mercados eficientes donde, como ya se mencionó en capítulos anteriores, el precio actual incluye toda la información relevante acerca de un activo en particular, por lo que todos los cambios deben de originarse de noticias que por definición, no pueden ser anticipadas y por lo tanto, no deben de estar correlacionadas con el tiempo, por lo que los precios siguen una caminata aleatoria.

Con base en estos dos supuestos, el rendimiento esperado sobre un horizonte de dos periodos es $E(R_{t,2}) = E(R_{t-1}) + E(R_t) = 2E(R)$. Y la varianza es definida como:

$$V(R_{t,2}) = V(R_{t-1}) + V(R_t) = 2V(R)$$

Lo que nos lleva a que tanto el rendimiento esperado como la varianza sobre dos días es dos veces el rendimiento esperado (dos veces la varianza) de un día. Así mismo, ambos se incrementan linealmente con el tiempo.

La volatilidad en contraste crece con la raíz cuadrada del mismo.

En resumen, para ir de datos diarios a mensuales o trimestrales, a datos anuales, podemos escribir:

$$\mu = \mu_{anual} T \tag{5.1}$$

$$\sigma = \sigma_{anual} \sqrt{T} \tag{5.2}$$

Donde T es el número de años(es decir, 1/12 para datos mensuales o 1/252 para datos diarios, si el número de días de operación en un año es de 252).

Por lo tanto, los ajustes de la volatilidad a diferentes horizontes pueden estar fundamentados en una raíz cuadrada del factor tiempo cuando las posiciones son constantes.

Dado que la volatilidad crece con la raíz cuadrada del tiempo y la media con este último, la media dominará a la volatilidad en horizontes largos.

En horizontes cortos, tales como un día, la volatilidad domina.

Esto proporciona una razón, para concentrarse en mediciones del valor en riesgo basadas sólo en la volatilidad e ignorando los rendimientos esperados.

Ejemplo 5.1

Consideremos una inversión en acciones que generan un rendimiento promedio de 11.1% anual con un riesgo de 15.4%. En la siguiente tabla se comparan los riesgos y rendimientos promedio de poseer una posición sobre intervalos más cortos.

Tabla 5.1.

Horizonte	Años T	Media m	Riesgo s	Relación m/s	Probabilidad de pérdida %
Anual	1	11.10	15.40	0.7208	23.6
Trimestral	0.25	2.7750	7.70	0.3604	35.9
Mensual	0.0833	0.9250	4.45	0.2081	41.8
Semanal	0.01918	0.2129	2.13	0.0998	46.0
Diario	0.00397	0.0440	0.97	0.0454	48.2
Por hora	0.00050	0.0055	0.34	0.0161	49.4

Aquí podemos observar que al pasar de datos anuales a diarios y aún más a datos por hora, la media retrocede mucho más rápido que la varianza. Así mismo, podemos utilizar estos datos para calcular la probabilidad de pérdida dentro de un intervalo dado. Para datos anuales, por ejemplo, esta es la probabilidad de que el rendimiento, distribuido $N(\mu=11.1\%, \sigma^2=15.4\%^2)$, descienda por debajo de 0. Transformándolo a una variable normal estándar, esta es la probabilidad de que $\epsilon=(R-0.111)/0.154$ descienda por debajo de cero, que es el área a la izquierda de la variable normal estándar $-0.111/0.154= -0.7208$. En las tablas de la distribución normal encontramos que el área a la izquierda de 0.7208 es 23.6%. Por lo tanto la probabilidad de perder en un año es de 23.6%.

Con los datos que se muestran en la tabla podemos observar también que las acciones son menos riesgosas en horizontes largos que en horizontes cortos.

FACTORES CUANTITATIVOS

Para medir el VAR es preciso realizar la elección de dos factores cuantitativos: el horizonte de tiempo y el nivel de confianza, los cuales resultan un tanto arbitrarios, ya que dependen en gran medida de los fines para los cuales se está requiriendo el cálculo del valor en riesgo.

Como el horizonte de tiempo debe corresponder al periodo más largo requerido para una liquidación ordenada del portafolio, éste deberá estar relacionado con la liquidez de los valores.

En cuanto a los niveles de confianza entre más elevados sean, mayor será el VAR.

Sin embargo, si el VAR es utilizado para la selección de un requerimiento de capital, entonces la elección de un nivel de confianza adecuado será de vital importancia, ya que éste deberá de reflejar el grado de aversión al riesgo por parte de la empresa y el costo de una pérdida por exceder al VAR, lo que implica que una mayor aversión al riesgo o un costo más grande, implica que las posibles pérdidas deberán ser cubiertas con un monto mayor de capital; es decir, se necesitará de la elección de un nivel de confianza mayor.

Por otro lado, si el VAR se utiliza sólo para proporcionar un criterio interno aplicable para comparar los riesgos entre diferentes mercados, entonces la elección del nivel de confianza no resulta tan importante.

No obstante, la elección del nivel de confianza, es de gran importancia para la validación del modelo y deberá ser elegido, con preferencia a un nivel mayor, el cual daría una medida de pérdida que rara vez sería excedida.

Además, debe permitir a los usuarios la posibilidad de verificar las mediciones regularmente.

5.4 VAR PARA DISTRIBUCIONES GENERALES.

Definamos las siguientes variables para realizar la medición del VAR de un portafolio:

W_0 = Inversión inicial

R = Tasa de rendimiento

μ = Rendimiento esperado

σ = Volatilidad

W^* = Peor valor esperado al final de la inversión.

r^* = Peor rendimiento esperado

por lo que el valor del portafolio al final del horizonte será:

$$W = W_0 (1 + R) \quad (5.3)$$

Y el valor más bajo del portafolio al nivel de confianza c es:

$$W^* = W_0 (1 + R^*) \quad (5.4)$$

PÉRDIDA ABSOLUTA Y RELATIVA

El VAR se define entonces como la *pérdida relativa* dada por la diferencia entre el valor esperado de la inversión y el valor de la posición al finalizar la inversión, es decir:

$$\text{Valor...en...riesgo(media)} = E(W) - W^* = -W_0(R^* - \mu) \quad (5.5)$$

Así mismo, se define al VAR como la *pérdida absoluta* dada por la diferencia entre el valor de nuestra posición al inicio de la inversión y el valor de nuestra posición al finalizarla, esto es sin referencia al valor esperado:

$$\text{Valor...en...riesgo(cero)} = W_0 - W^* = -W_0 R^* \quad (5.6)$$

En ambos casos encontrar el VAR equivale a identificar el valor mínimo para W^* , o el rendimiento crítico R^* .

En general, el VAR puede obtenerse de la distribución de probabilidad del valor futuro del portafolio $f(w)$, ya que en un nivel de confianza dado c , deseamos encontrar la peor realización posible W^* , tal que la probabilidad de exceder dicho valor sea c :

$$C = \int_{w^*}^{\infty} f(w)dw \tag{5.7}$$

Es decir, el área de $-\infty$ a W^* debe sumar $p = 1-c$, donde W^* es el cuantil muestral de la distribución.

5.5 VAR PARAMÉTRICO

La estimación del VAR se simplifica considerablemente si podemos suponer que la distribución es normal, ya que en este caso puede derivarse directamente de la desviación estándar del portafolio utilizando un factor multiplicativo que depende del nivel de confianza.

Este enfoque es denominado algunas veces como paramétrico debido a que implica la estimación de un parámetro (la desviación estándar), en lugar de la lectura del cuantil.

Primero, se requiere traducir la distribución general $f(w)$ en una distribución normal estándar $\phi(\xi)$, $\xi(0,1)$ y tomamos a W^* tal que $W^* = W_0(1 + R^*)$. Ya que generalmente $R^* < 0$ podemos escribirlo como $-|R^*|$.

Si tenemos $\alpha > 0$ entonces podemos asociar a R^* con una desviación normal estándar, es decir:

$$-\alpha = \frac{-|R^*| - \mu}{\sigma} \tag{5.8}$$

por lo tanto se tiene que:

$$R^* = -\alpha\sigma + \mu \tag{5.9}$$

Asumiendo que σ y μ están expresados en una base anual, el intervalo de tiempo es Δt entonces sustituyendo en (4.5) se tiene que:

$$\text{Valor...en...riesgo(media)} = -W_0(R^* - \mu) = W_0\alpha\sigma\sqrt{\Delta t} \tag{5.10}$$

Es decir; el VAR es un múltiplo de la desviación estándar de la distribución multiplicado por un factor de ajuste.

Definiéndolo como una pérdida absoluta tenemos:

$$\text{Valor...en...riesgo(cero)} = -W_0R^* = W_0(\alpha\sigma\sqrt{\Delta t} - \mu\Delta t) \tag{5.11}$$

Este método se puede generalizar a otras funciones de probabilidad acumulativa, así como la normal, mientras toda la incertidumbre esté contenida en σ .

El VAR paramétrico se aplica especialmente para portafolios grandes bien diversificados, pero no es válido para portafolios con pesados componentes de opciones y exposición a un pequeño número de riesgos.

Finalmente en el proceso de la estimación del VAR debemos tener presente que las estimaciones básicas para su medición del VAR: media, desviación estándar y cuantiles a partir de datos reales, son afectadas por el "error de estimación" debido a la variabilidad natural de muestreo, ocasionada por el tamaño limitado de la muestra. Por esto, los usuarios del VAR enfrentan el mismo problema y su modelo es útil sólo en la medida en que predice efectivamente el riesgo.

Si existen pérdidas mayores a lo esperado, podemos concluir que el problema reside en el modelo y se deberá revisar en donde es posible que se tenga el error para lograr así, una cuantificación del VAR lo más apegado posible a la realidad.

-CAPÍTULO 6-

ESTIMACIÓN DEL VAR

Existen varios métodos para obtener estimaciones del VAR y sus enfoques pueden clasificarse básicamente en dos grupos:

1. El primero, se fundamenta en la valuación local (Método Delta-Normal)
2. El segundo grupo utiliza valuaciones completas (Simulación Histórica, Prueba de estrés, Monte Carlo Estructurado)

6.1 MODELO DELTA – NORMAL

El modelo Delta-Normal asume que todos los activos están distribuidos normalmente y dado que el rendimiento de un portafolio es una combinación lineal de las variables normales, también éste está distribuido de manera normal.

Ya que el rendimiento de un portafolio para el siguiente periodo puede escribirse como:

$$R_{p,t+1} = \sum_{i=1}^N w_{i,t} R_{i,t+1} \quad (6.1)$$

la varianza del portafolio esta dada por:

$$V(R_{p,t+1}) = w_i \sum_{i=1}^N w_i \quad (6.2)$$

Esto implica que el riesgo está generado por una combinación de exposiciones lineales de múltiples factores, que se asume están distribuidos normalmente, así como por el pronóstico de la matriz de covarianza Σ_{t+1} .

Dentro de esta clase de métodos pueden utilizarse dos caminos para medir la matriz de varianza-covarianza: basarse únicamente en datos históricos o incluir medidas implícitas del riesgo de las opciones.

Como una desventaja del método delta-normal podemos mencionar que cuantifica mínimamente el riesgo-evento, el cual se refiere a la posibilidad de que se presenten situaciones inusuales o extremas, tales como los desplomes de los mercados accionarios o colapsos en el tipo de cambio. Esto debido a que estas situaciones no ocurren con la frecuencia necesaria, para ser representados por una distribución de probabilidad que se fundamenta en datos históricos recientes.

Un segundo problema es la existencia de "colas anchas" en la distribución de los rendimientos en la mayoría de los activos financieros.

Este problema es de particular importancia, ya que el VAR pretende capturar precisamente el comportamiento del rendimiento del portafolio de la cola izquierda, con lo que la aproximación normal subestima la proporción de los datos aberrantes y por lo tanto, el verdadero valor en riesgo.

Finalmente el método mide inadecuadamente el riesgo de los instrumentos no lineales, tales como las opciones y las hipotecas.

A pesar de ello, este es computacionalmente fácil de implementar, ya que sólo requiere de valores de mercado y de la exposición de las posiciones actuales combinados con los datos de riesgo; por lo que, en múltiples situaciones proporciona una adecuada medición del riesgo de mercado.

Su principal virtud consiste en su simplicidad, ya que la pérdida potencial en el valor V se calcula como:

$$\Delta V = \beta_0 \times \Delta S \quad (6.3)$$

lo cual es el producto de β_0 (la sensibilidad del portafolio a cambios en los precios) valuada en la posición actual (V_0) y de ΔS , que es el cambio potencial en los precios. Además bajo el supuesto de normalidad, podemos obtener la β del portafolio como el promedio de las betas individuales.

Adicionalmente, este método únicamente requiere calcular el valor del portafolio una vez, con el valor corriente V_0 , lo cual depende de los precios actuales (S_0). Por lo tanto, es idealmente apropiado para portafolios grandes, expuestos a múltiples factores de riesgo.

Sin embargo; si hay opciones dentro del portafolio este enfoque puede presentar algunos problemas, tales como:

- La delta del portafolio puede cambiar muy rápido.
- La delta, puede ser distinta para movimientos ascendentes y descendentes en los precios.
- La peor pérdida podría no ser obtenida por dos realizaciones extremas del subyacente.

6.2 MÉTODO DE SIMULACIÓN HISTÓRICA.

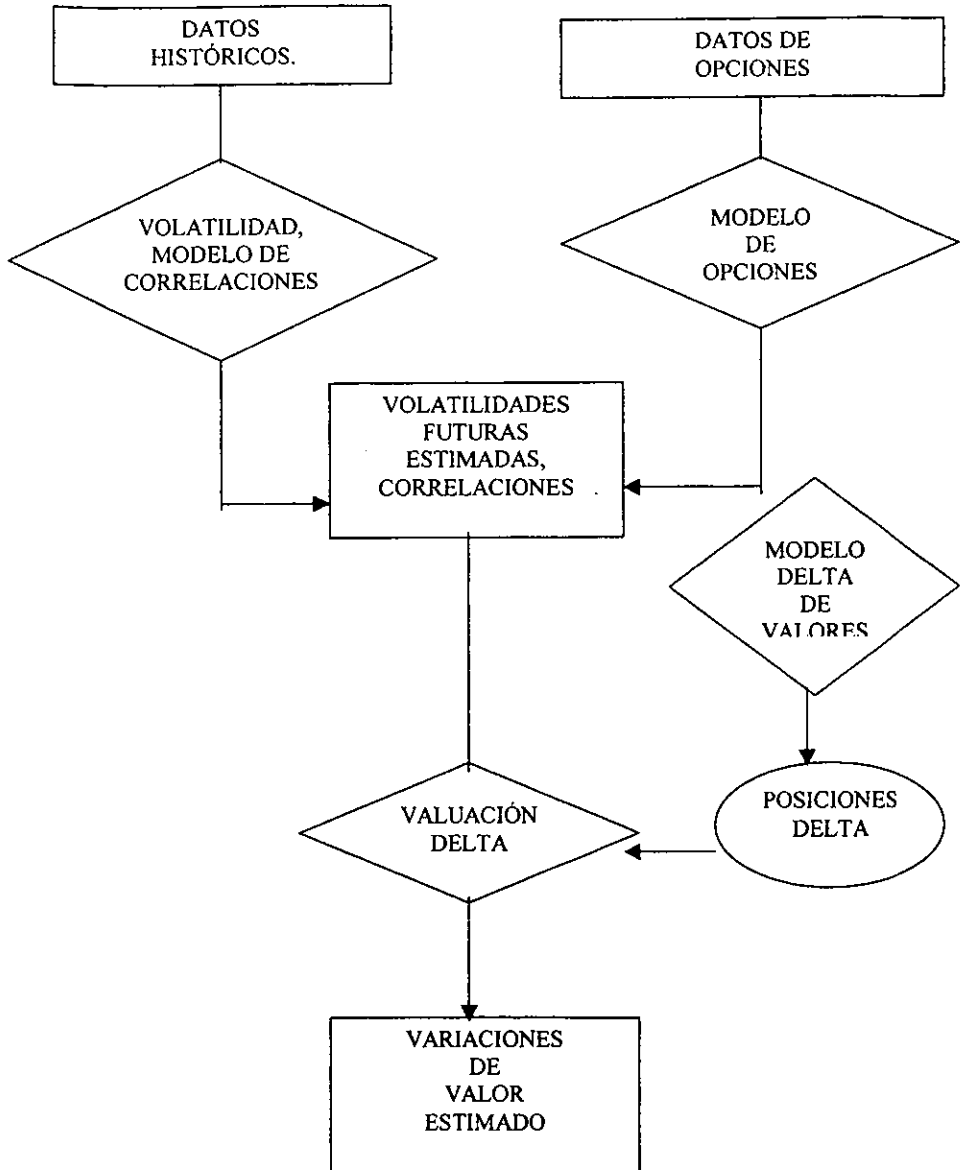
El método de simulación histórica, consiste en regresar el tiempo y aplicar ponderaciones actuales a una serie de tiempo de rendimientos históricos del activo:

$$R_{p,t} = \sum_{i=1}^N w_{i,t} R_{i,t} \dots \dots \dots \tau = 1, \dots, t \quad (6.4)$$

Aquí el rendimiento no representa un portafolio real, pero reconstruye la historia de un portafolio hipotético, utilizando la posición corriente.

La valuación completa puede requerir un conjunto de precios, tales como curvas de rendimiento.

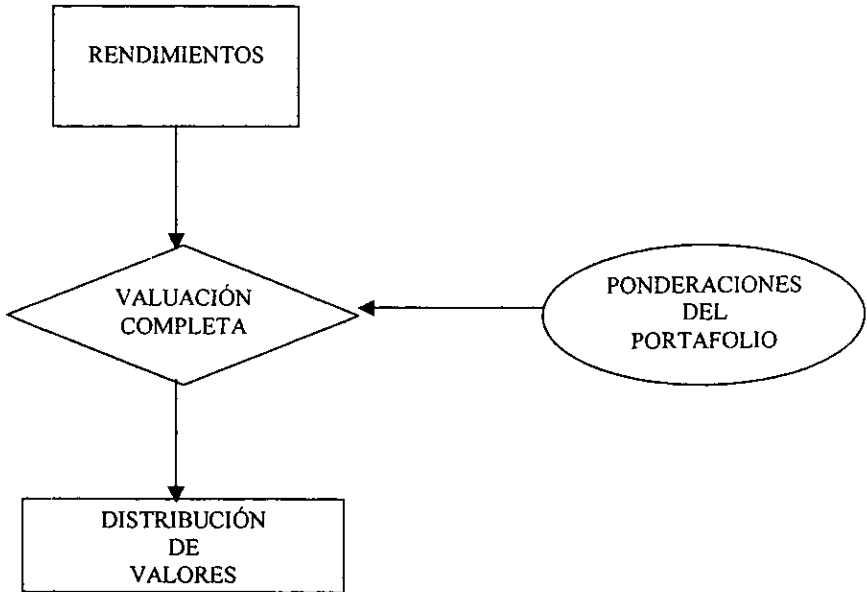
FIGURA 6.1. MODELO DELTA-NORMAL



Por su parte los precios futuros hipotéticos para el escenario t se obtienen aplicando cambios históricos en ellos:

$$P^*_{i,\tau} = P_{i,0} + \Delta P_{i,\tau} \dots \dots \dots i = 1, \dots, N \quad (6.5)$$

FIGURA 6.2. MÉTODO DE SIMULACIÓN HISTÓRICA.



Posteriormente se obtiene un valor del portafolio $P^*_{p,\tau}$ con el conjunto completo de precios hipotéticos, con los que generamos el rendimiento hipotético para la observación τ :

$$R_{p,\tau} = \frac{(P^*_{p,\tau} - P_{p,0})}{P_{p,0}} \quad (6.6)$$

Este método es relativamente simple de implementar si los datos históricos han sido registrados internamente a partir de valuaciones diarias del mercado.

Así mismo, los intervalos grandes de observaciones, incrementan la precisión de la estimación. Sin embargo; podrían utilizar datos irrelevantes omitiendo por lo tanto cambios importantes en el precio del subyacente.

Este método también cuantifica colas anchas y dado que no se basa en modelos de valuación no está pensado al riesgo de modelo.

Al utilizar sólo un patrón muestral, bajo el supuesto de que el pasado representa acertadamente el futuro inmediato, este modelo no contempla que el riesgo tiene una significativa y predecible variación en el tiempo, por lo que omitirá situaciones con volatilidad temporalmente elevada. Además, la calidad de los resultados depende críticamente de la longitud del periodo histórico.

Este método también fija la misma ponderación en todas las observaciones contenidas en la muestra, incluyendo los puntos de datos antiguos, por lo que la medida del riesgo puede cambiar significativamente después de que una observación antigua ha sido desechada de la muestra.

6.3 PRUEBA DE ESTRÉS

Las pruebas de estrés, denominadas algunas veces como análisis de escenarios, examinan el efecto de grandes movimientos simulados en variables financieras claves sobre el portafolio.

Así, todos los activos del portafolio son revaluados utilizando el nuevo entorno, y el rendimiento de éste se deriva del componente hipotético $R_{i,s}$ bajo el nuevo escenario s :

$$R_{p,s} = \sum_{i=1}^N w_{i,j} R_{i,s} \quad (6.7)$$

Realizando varios ejercicios similares, se generan diferentes valores de $R_{p,s}$, ya que al especificar una probabilidad ps para cada escenario, se crea una distribución de los rendimientos del portafolio, con lo que se puede obtener el VAR.

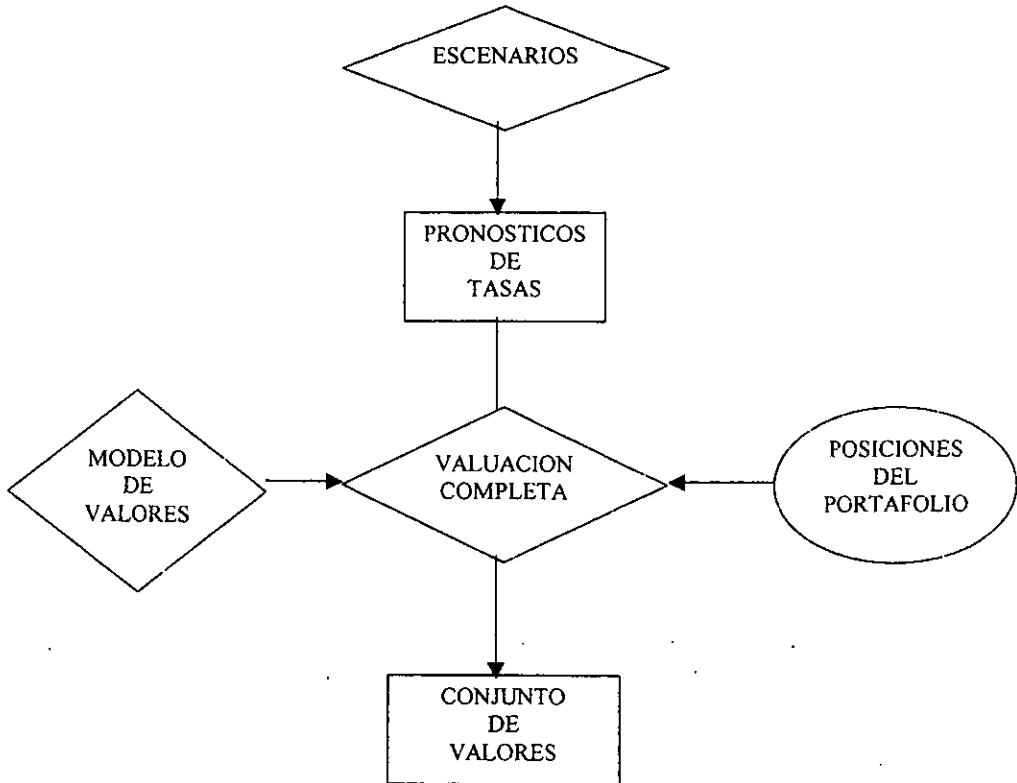
Con este método podemos cubrir situaciones completamente ajenas a los datos históricos y obliga de esta forma a la administración a considerar eventos que de otra forma podría ignorar.

No obstante, si los escenarios creados son malos o poco probables, conducirán a medidas equivocadas del VAR y en algunas ocasiones la elección de estos escenarios puede ser afectada por la posición del portafolio.

Así mismo, la prueba de estrés no especifica la probabilidad de situaciones del peor caso posible y no maneja sus correlaciones, las cuales son un componente esencial para cuantificar el riesgo de un portafolio.

A pesar de esto, este método puede ser utilizado en situaciones donde el portafolio depende principalmente de una fuente de riesgo por lo que, las pruebas de estrés pueden ser consideradas como un complemento más que como un sustituto de otras formas de medición del VAR.

FIGURA 6.3. MÉTODO DE PRUEBAS DE ESTRÉS



6.4 MONTE CARLO ESTRUCTURADO

Las simulaciones Monte Carlo Estructurado (MCE) cubren un extenso rango de valores posibles en las variables financieras, considerando completamente las correlaciones.

El método consta de dos pasos:

Primero, el administrador del riesgo especifica un proceso estocástico para variables financieras, así como los parámetros del proceso (los parámetros del proceso como las correlaciones y el riesgo, pueden ser derivadas de datos implícitos en opciones o históricos); segundo, se simulan senderos de precios ficticios para todas las variables de interés.

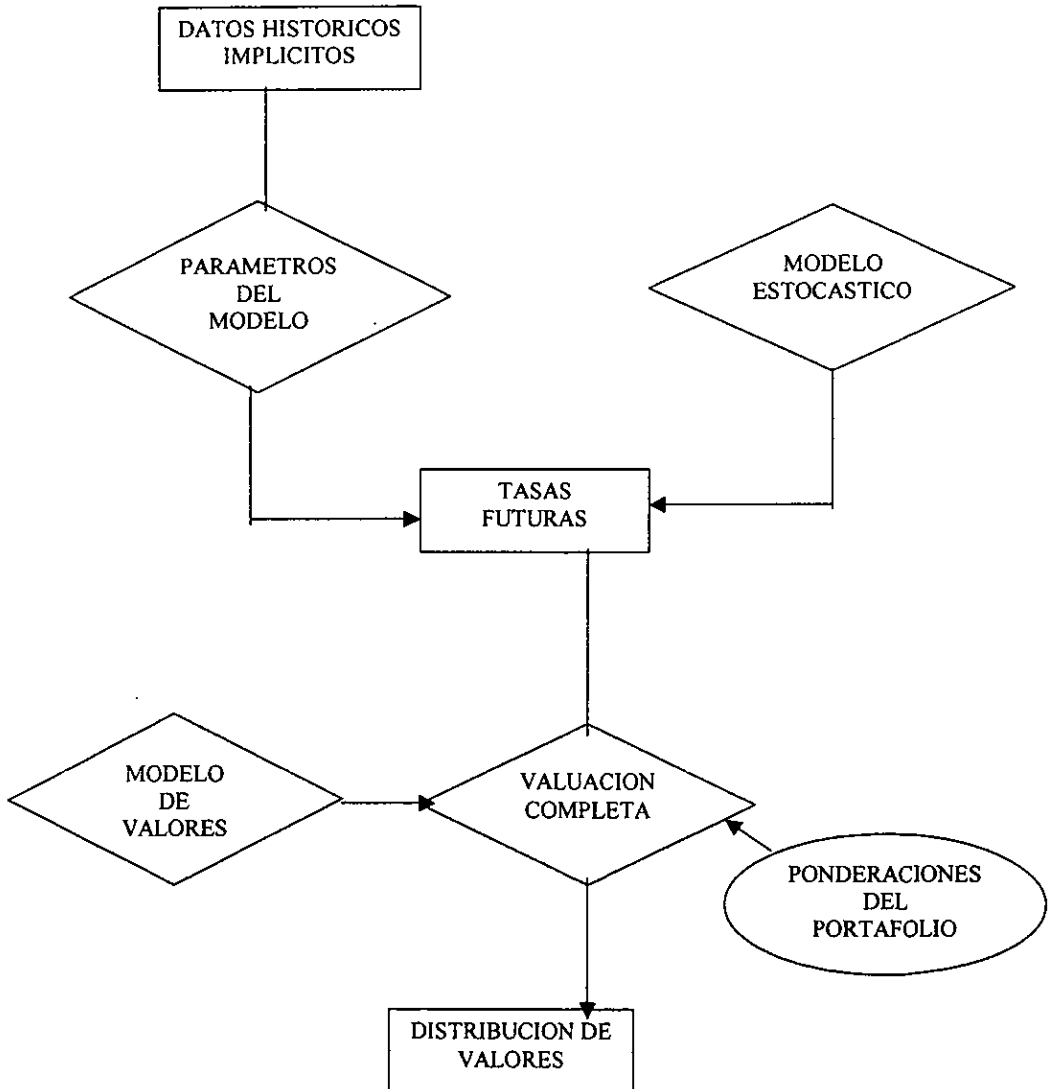
En cada horizonte considerado, el portafolio es valuado a mercado utilizando una valuación completa.

Cada una de estas pseudo realizaciones es utilizada para la formación de una distribución de rendimientos, con la cual puede obtenerse un VAR.

El análisis de Monte Carlo es el método más poderoso para cuantificar el riesgo, ya que puede considerar un amplio rango de riesgos, incluyendo el riesgo de precio no-lineal, el riesgo de volatilidad e incluso el riesgo de modelo.

Además, puede incorporar variaciones en el tiempo, en la volatilidad, colas amplias y escenarios extremos ya hasta cierto punto puede manejar incluso riesgos de crédito.

FIGURA 6.4. MÉTODO DE MONTE CARLO.



-CAPÍTULO 7-**EL VAR DE LOS PRODUCTOS FINANCIEROS DERIVADOS.****7.1 EL VAR Y LOS DERIVADOS**

Con el desarrollo y la creciente expansión del mercado de derivados a nivel mundial, se han generado disputas sobre su utilización.

Las pérdidas que se les atribuyen han ido también en aumento y su repentina ocurrencia hace aparecer a este mercado particularmente peligroso.

Tabla 7.1.

Pérdidas corporativas atribuidas a los derivados: 1993-1995

Empresa	Instrumento	Pérdida en millones
Showa Shell Sekiyu, Japón	Forwards sobre divisas	1,580
Kashima Oil, Japón	Forwards sobre divisas	1,450
Metallgesellschaft, Alemania	Futuros sobre petróleo	1,350
Barings, Reino Unido	Futuros sobre índices accionarios	1,330
Codelco, Chile	Futuros sobre cobre	200
Procter & Gamble, E.U.	Swaps sobre diferenciales	157

Dado que los derivados constituyen instrumentos efectivos para la cobertura de riesgo y para la construcción de estrategias de inversión, éstos también pueden conducir a la vez a grandes pérdidas si son utilizados inadecuadamente.

Sin embargo, sería un error concentrarnos únicamente en estas pérdidas, pues de hacerlo, podrían confundirnos por algunas razones; por ejemplo:

- Las posiciones en derivados que ocasionaron pérdidas relevantes fueron adoptadas en algunos casos como una cobertura; por lo tanto, estas pérdidas pueden ser compensadas a través de ganancias operativas.

- El tamaño de las pérdidas se relaciona directamente con los movimientos que se han venido suscitando dentro de los mercados financieros, por lo que contempladas en dicho ámbito, éstas no se observan anormalmente altas.

- Por otro lado, hay que considerar que los derivados son contratos entre dos partes, es decir; debido a que estos contratos son juegos de suma cero, cualquier pérdida para una de las partes significa una ganancia para la contraparte.

En resumen, podemos observar que los derivados han causado mucha ansiedad en los últimos años. Tanto empresas, como inversionistas se ven sumergidos en ellos en su búsqueda de mejores y mayores rendimientos, por lo cual, las grandes pérdidas sufridas por participantes

de los mercados financieros, deben constituir una poderosa lección para la administración de riesgos y no un desaliento en su utilización. Por lo tanto; tenemos que darnos cuenta de que los derivados representan un gran avance dentro del mundo de las finanzas y que su aplicación adecuada y cautelosa nos brinda la posibilidad de administrar el riesgo de manera efectiva, permitiendo la exposición controlada a los riesgos financieros.

En este camino está el método del VAR, el cual representa un enorme paso en contra de la toma desenfadada de riesgos.

En otras palabras, los derivados han iniciado la revolución en la administración de riesgos financieros que está llevando ahora al uso extendido del VAR.

Este método esta siendo adoptado en masa por las instituciones financieras y por los usuarios finales preocupados por los derivados.

En 1993, el Grupo de los Treinta (G-30) emitió un dictamen sobre el uso de los derivados.

Este dictamen concluye que la actividad de los derivados representa una gran contribución a la economía total que puede ser difícil de cuantificar, pero que es favorable y sustancial, ya que mencionan que los derivados no introducen un riesgo mayor que el ya existente en los mercados financieros. Únicamente, recomiendan valorar las posiciones del mercado y evaluar sus riesgos financieros utilizando un sistema de valor en riesgo.

7.2 RIESGO DE LOS CONTRATOS FORWARD

El riesgo que se presenta al mantener posiciones sobre contratos forward puede ser determinada diferenciando la ecuación analizada para su valuación, con respecto a las distintas variables que muestran las fuentes de riesgo a las cuales está expuesto el contrato, así como los movimientos que se presentan en dichas fuentes.

Las fuentes de riesgo, incluyen el precio spot del subyacente, la tasa de interés local y el rendimiento del activo.

$$df = \frac{\partial f}{\partial S} dS + \frac{\partial f}{\partial r} dr + \frac{\partial f}{\partial y} dy = e^{-yT} dS + \tau Ke^{-yT} dr - \tau Se^{-yT} dy \quad (7.1)$$

Este diferencial muestra como puede descomponerse un contrato forward en los componentes que lo constituyen para cuantificar el VAR.

7.3 EL VAR DE LOS CONTRATOS FORWARD

El VAR de este tipo de contratos se encuentra directamente relacionado con el VAR del activo subyacente: $\text{VAR}(dS) = \alpha \sigma(dS)$ donde α es una función del nivel de confianza seleccionado.

En general podemos considerar a un contrato forward como un portafolio de exposiciones sobre factores de riesgo. En este caso, su VAR estará relacionado con las volatilidades y correlaciones de tales factores de riesgo, por lo que puede calcularse

directamente a través de la matriz de covarianza de los factores y del vector de posiciones como:

$$VAR = \sqrt{\alpha x' \Sigma x} \tag{7.2}$$

Alternativamente la matriz de covarianza presenta algunas veces los términos de la matriz de correlaciones R y volatilidades individuales σ , por lo que $\Sigma = S' R S$ donde S es una matriz con las volatilidades sobre su diagonal y ceros.

Si el factor de riesgo es medido directamente como el vector $V = \alpha \sigma$ entonces:

$$VAR = \sqrt{x' \times S' R S \times x} = \sqrt{(x \times V)' R (x \times V)} \tag{7.3}$$

Dado que los contratos forward y los futuros presentan una relación lineal con el precio spot del activo subyacente, su riesgo puede ser construido a partir de sus componentes constitutivos básicos.

Por ejemplo, supongamos que estamos negociando un contrato forward sobre una divisa extranjera. La fórmula de valuación desarrollada con anterioridad es:

$$f_t = S_t e^{-r\tau} - K e^{-r\tau} \tag{7.4}$$

Donde S_t es el precio spot, K es el precio de compra pactado en el contrato, r es la tasa libre de riesgo en EU. , $y=r^*$ es la tasa libre de riesgo en el extranjero y τ es el plazo al vencimiento.

Una posición en un contrato forward puede descomponerse en:

Posición larga en el forward = Posición larga en la divisa extranjera spot + Posición larga en un bono en divisa extranjera + Posición corta sobre un bono en dólares estadounidenses

La inversión inicial es cero, ya que la posición en el bono en divisa extranjera esta financiada con un préstamo en moneda local.

Si el contrato forward esta pactado a un año sobre un monto de 100 mill de Marcos Alemanes se tiene el siguiente riesgo:

Tabla 7.2.
Riesgo y correlaciones para flujos de efectivo forward.

Plazo (año)	Precio	σ	VAR(95%) $\alpha\sigma$	Correlaciones		
				DM Spot	DM 1 A	USD A 1
DM spot	\$0.6962	3.7697%	6.2201	1	0.1912	0.0400
DM largo	3.9375%	.1743%	.2876	0.1912	1	0.2937
USD corto	5.8125%	.2846%	.4696	0.0400	0.2937	1
Forward	\$0.7093**					

$$** F = Se^{(r-r_m)t} = .6962e^{(0.058125-0.039375)} = 0.7093$$

La tabla anterior nos muestra como, la mayor parte del riesgo del contrato forward esta dado por la posición en efectivo sobre los marcos alemanes.

Separando la posición forward en los tres flujos de efectivo que la constituyen tenemos:

1. Una posición larga en marcos alemanes, con valor de 100m de marcos= \$70.93 mill de dólares en un año o \$66.93 millones de dólares ahora ($Se^{-rt} = 69.62 e^{-(0.039375*1)} = 66.93$).
2. Una posición larga en una inversión en marcos por un valor de \$66.93 millones de dólares y,
3. Una posición corta en una inversión en dólares estadounidenses, por un valor de \$70.93 mill en un año o \$66.93 mill de dólares ahora ($Ke^{-rt} = 70.93 e^{-(0.058125*1)} = 66.93$).

Para cuantificar el VAR diversificado utilizamos la matriz de la tabla anterior y la pre y post multiplicamos por el vector de las posiciones de VP de flujo de efectivo, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.3.

Cálculo del VAR de un contrato forward de DM 100 mill (VAR en un nivel de 95%)

Posición	Factor de VP	Flujos de efectivo	VP de los flujos x	VAR individual no diversificado VAR(95%)*x	VAR total x(VRV)x	VAR incremental βx VAR
DM spot		D	\$66.93	4.16311293	17.4334217	4.151444831
DM largo	0.96139012	M 100.00	\$66.93	0.19249068	.172514	0.04108103
USD corto	0.94353199	-\$70.93	-\$66.93	-0.31430328	0.02868	0.00682963
VAR(\$m)				\$4.04130033	17.6346	\$4.1993589
Total					\$4.199358	

El VAR total del contrato forward es de \$4.1994 millones de dólares.

Ya que el riesgo de un contrato forward incluye tanto el riesgo cambiario como el de tasa de interés, los vencimientos más grandes estarán expuestos a un mayor riesgo de tasa de interés.

En forma general, se puede utilizar esta misma metodología para el cálculo del VAR, en swaps sobre divisas de largo plazo, los cuales son equivalentes a portafolios de contratos forward.

7.4 RIESGOS DE LOS SWAPS

Los riesgos de los swaps son similares a los de los contratos forward. Como ejemplo tomemos el caso de un swap sobre divisas donde, los movimientos en el valor pueden deberse a

movimientos en el tipo de cambio spot y en las tasas de interés locales y extranjeras $V = V(S, r, r^*)$, donde r es el rendimiento al vencimiento del bono local y r^* es el rendimiento al vencimiento del bono referido a una divisa extranjera; por lo tanto, utilizando la duración y las tasas continuas tenemos que:

$$\begin{aligned}
 dV &= \frac{\partial V}{\partial S} dS + \frac{\partial V}{\partial r} dr + \frac{\partial V}{\partial r^*} dr^* && (7.5) \\
 &= P^* dS + S(-D^* P^*) dr^* + DP dr
 \end{aligned}$$

7.5 EL VAR DE LOS SWAPS

Para analizar el cálculo del VAR para los swaps, tomemos como ejemplo un swap sobre tasas de interés. Los swaps de tasas de interés, como ya se analizó anteriormente, permiten a los inversionistas intercambiar flujos de tasa de interés de fija por flotante o viceversa.

Supongamos que abrimos un swap en dólares sobre tasa de interés de \$100 mill a 5 años. Este paga 6.195% anualmente durante su vigencia a cambio de pagos a tasa flotante LIBOR.

Tenemos dos enfoques posibles para analizar el riesgo de este contrato:

1. Podemos considerarlo como una posición combinada en un bono a tasa fija y en un bono a tasa flotante o,
2. Como un portafolio de contratos forward.

Valuándolo primeramente como una posición en dos bonos, se tiene que:

Tabla 7.4.
Cálculo del VAR de un swap sobre tasa de interés de 100mill de dólares a un nivel del 95%

Plazo (año)	Flujo fijo	Flujo flotante	Tasa % anual	VP de los flujos x	VAR (95%) $\alpha\sigma$	VAR de los flujos(VAR no diversificado) x^*V
1	-6.195	--	5.813	-5.8546681	0.47	-0.02751694
2	-6.195	--	5.929	-5.5209214	0.987	-0.054491494
3	-6.195	--	6.034	-5.1964395	1.484	-0.077115162
4	-6.195	--	6.130	-4.8830217	1.971	-0.096244358
5	-106.195	--	6.217	-78.54778	2.426	-1.905569139
Total	-100					-2.160937094
VAR (\$m)					No diversificado	2.160937094

En la tabla anterior, se muestran los pagos tanto fijos como flotantes que están involucrados dentro del swap. En la columna siguiente se presentan las tasas spot para vencimientos de 1 a 5 años.

En la cuarta columna se detallan los resultados obtenidos de traer a valor presente cada uno de los flujos de efectivo netos efectuados a lo largo del swap, a su tasa correspondiente.

Los valores del VAR a un 95% de confianza están listados en la quinta columna y, finalmente el VAR no diversificado, obtenido mediante la suma de los VAR's individuales es de \$2.160937094 millones de dólares.

Para calcular el VAR diversificado, multiplicamos el VAR de los flujos por la matriz de correlaciones respectiva, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.5.
Cálculo de un swap sobre tasa de interés de \$100 mill de dólares en un nivel de 95%.

Correlaciones					VAR diversificado $x(VRV)x$	VAR incremental
1 A	2 A	3 A	4 A	5 A		
1	.09	0.89	0.87	0.86	0.05139377	0.02384894
0.9	1	0.99	0.98	0.97	0.114340717	0.5305905
0.89	0.99	1	0.99	0.99	0.164821875	0.07648449
0.87	0.98	0.99	1	1	0.207454608	0.09626793
0.86	0.97	0.99	1	1	4.105889474	1.90531069
Total					4.643900444	2.1549711
VAR diversificado					2.1549711	

En la tabla anterior se muestra que el valor en riesgo diversificado obtenido para el swap es de \$2.1549711 millones de dólares.

Este swap también puede ser considerado como la suma de cinco contratos forward, como:

Tabla 7.6.
Swap de tasa de interés visto como una serie de contratos forward.

Plazo (año)	VAR%(95%)	VP de los flujos Contrato				
		1	1x2	2x3	3x4	4x5
1	.470	-100.3610142	94.5063461			
2	.987		-94.63991126	89.11898984		
3	1.484			-89.0776206	83.8811655	
4	1.971				-83.70500224	78.82198
5	2.426					-78.547779
VAR(\$m)		0.47169677	0.4899161	0.4423075	0.4050288	0.3519879
VAR no diversificado		2.16093709				
VAR diversificado		2.31277				

El contrato a un año promete pagar \$100 mill más el cupón de 6.195% descontado a la tasa spot de 5.813%, lo cual genera un valor presente de -\$100.36101142. Esto es a cambio de \$100 mill ahora, lo que implica que no tiene riesgo.

Por otro lado, el siguiente contrato promete pagar el principal más el cupón fijo en dos años, o -\$106.95 millones descontado a la tasa spot a dos años, esto genera \$-94.63991126 millones. Esto a cambio de \$100 millones en un año, lo cual es también \$94.5063461 descontados a la tasa spot a un año, y así sucesivamente.

Es decir, podemos descomponer a cada uno de los contratos forward en dos componentes constitutivos de bonos cupón cero; por ejemplo, el primer contrato 1x2 puede ser descompuesto en:

FRA largo 1x2= Largo sobre un bono a 1 año + Corto sobre un bono a 2 años

De esta forma calculamos el VAR de cada uno de los contratos siguiendo el procedimiento utilizado anteriormente de acuerdo a sus respectivas correlaciones. En este caso particular, el VAR no diversificado es de 2.16093709, el cual fue obtenido de la suma de los VAR's individuales (VPxVAR(95%)). En lo que respecta al VAR diversificado tenemos que el valor obtenido es de 2.3, el cual resulta ser muy parecido al obtenido anteriormente, variando únicamente por errores de redondeo. Para el cálculo de este último utilizamos la matriz de correlaciones de la tabla 7.5.

7.6 RIESGOS EN OPCIONES

Como se mencionó, el modelo de valuación BS relaciona el valor de una opción a varios factores de riesgo: $c = f(S, \sigma, r, y)$, por lo que movimientos en el valor de esta pueden escribirse como:

$$dc = \frac{\partial f}{\partial S} dS + \left(\frac{1}{2}\right) \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} dS^2 + \frac{\partial f}{\partial \sigma} d\sigma + \frac{\partial f}{\partial r} dr + \frac{\partial f}{\partial y} dy + \frac{\partial f}{\partial \tau} d\tau \quad (7.6)$$

Donde, el principal factor de riesgo es el precio del activo subyacente.

Por lo tanto; la prima de una opción se ve influenciada por varios factores de riesgo. Es por esto, que resulta de particular interés la medición (a partir de ciertos parámetros), de los efectos que causan en el valor de una opción los movimientos de un factor específico.

Dentro de estos factores podemos incluir:

Precio del valor subyacente, volatilidad, tasa de interés y tiempo. Tales parámetros son designados con letras griegas (Ver Apéndice II).

7.7 EL VAR DE LAS OPCIONES

Ya que las opciones son funciones no lineales de los factores de riesgo, su VAR no puede basarse sólo en su delta, por lo que se ha desarrollado una aproximación al VAR de una opción a partir del método delta-gamma.

Tomando la varianza de ambos lados de la aproximación cuadrática se obtiene que:

$$V(dc) = \Delta^2 V(dS) + \left(\frac{1}{2}\Gamma\right)^2 V(dS^2) + 2\Delta\left(\frac{1}{2}\Gamma\right) \Gamma Co(dS, dS^2) \quad (7.7)$$

Si la variable dS esta distribuida normalmente, todos los momentos irregulares son cero y el último término de la ecuación desaparece. Bajo el mismo supuesto puede demostrarse que $V(dS^2) = 2V(dS)^2$ y la varianza se simplifica a:

$$V(dc) = \Delta^2 V(dS) + \frac{1}{2} [\Gamma V(dS)]^2 \quad (7.8)$$

Definiendo a σ como la volatilidad de los rendimientos en el precio, $\sigma(dS/S)$, se tiene que el VAR de la opción es:

$$VAR(dc) = \alpha \sqrt{\Delta^2 S^2 \sigma^2 + \frac{1}{2} [\Gamma S^2 \sigma^2]^2} \quad (7.9)$$

Ejemplo 7.1:

Supongamos que se tiene una delta de \$0.175 para un portafolio de opciones sobre índices accionarios.

Al valor actual del índice de 19,000, el VAR basado en la delta de esta posición es cercano a cero. Asígnese que el factor de riesgo subyacente está distribuido normalmente con una volatilidad diaria del 1.26%.

Sabemos que la gamma neta de un call y un put es de 0.000422, por lo que la gamma total del portafolio es de \$0.175 mill \times 0.000422 = \$0.0000739mill.

Por lo tanto utilizando la ecuación 8.24, con $\alpha=1.65$ a un nivel de confianza del 95%, el VAR es de:

$$VAR = \alpha \sqrt{\frac{1}{2} [\Gamma S^2 \sigma^2]^2} = 1.65 \sqrt{\frac{1}{2} [\$0.0000739 \times 19,000^2 \times 0.0126^2]^2} = \$4.9 \text{ mill}$$

Esto implica que el VAR para el portafolio de opciones en cuestión es de \$4.9 millones a un nivel del 95% de confianza.

-CAPÍTULO 8-

EL VAR DEL PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

8.1 EL RIESGO DEL PORTAFOLIO

Como ya hemos analizado anteriormente, la falta de certeza sobre lo que pasará en los mercados financieros y en general en todos los aspectos de la vida, nos obliga a buscar alternativas de solución para lograr una correcta administración de los mismos y con ello, disminuir su efecto desestabilizador. Es por esto, que los inversionistas prudentes deben diversificar a través de las fuentes de riesgo.

En este ámbito, el concepto de valor en riesgo de un portafolio no es nada nuevo, lo que sí es nuevo es la aplicación sistemática del VAR a múltiples fuentes de riesgos financieros (incluyendo los derivados) que culmina con un número aplicable a toda la empresa.

En este capítulo se relacionaran las medidas del VAR al riesgo del portafolio y se mostrará cómo éste puede seccionarse en componentes "incrementales", permitiendo así, la identificación de aquél activo que contribuye de manera más significativa al riesgo total.

8.2 DEFINICIONES

Ya que un portafolio esta representado por posiciones sobre un cierto número de factores de riesgo, su rendimiento es una combinación lineal de los rendimientos de los activos subyacentes, donde; las ponderaciones se determinan por los montos relativos invertidos al inicio del periodo.

Por lo tanto, el VAR de un portafolio puede ser obtenido a partir de una combinación de los riesgos de sus valores subyacentes.

Primeramente definamos al rendimiento del portafolio de t a t+1 como:

$$R_{p,t+1} = \sum_{i=1}^N w_{i,t} R_{i,t+1} \tag{8.1}$$

donde las ponderaciones w_i fueron establecidas al inicio del periodo y suman la unidad. Utilizando la notación matricial podemos describir la fórmula anterior como:

$$R_p = [w_1 \dots w_2 \dots w_N] \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_N \end{bmatrix} = w'R \tag{8.2}$$

Donde w' representa el vector transpuesto de las ponderaciones y R es el vector vertical que contiene los rendimientos individuales de los activos.

Así mismo, el rendimiento esperado del portafolio es

$$E(R_p) = \mu_p = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i \quad (8.3)$$

Y la varianza esta dada por:

$$V(R_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_i w_j \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j < i}^N w_i w_j \sigma_{ij} \quad (8.4)$$

La cual además de contener al riesgo de los valores individuales σ_i^2 , también involucra a todos los distintos productos cruzados, los cuales suman un total de $N(N-1)/2$ covarianzas distintas.

En notación matricial podemos escribir a la varianza como:

$$\sigma_p^2 = [w_1 \dots w_2 \dots w_N] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \dots & \sigma_{1N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \dots & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} \quad (8.5)$$

Definiendo Σ como la matriz de covarianzas, la varianza del portafolio puede escribirse de manera más compacta como

$$\sigma_p^2 = w' \Sigma w \quad (8.6)$$

Por otro lado, la covarianza puede ser estimada a partir de datos muestrales utilizando la siguiente fórmula:

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (x_{t,i} - \mu_i)(x_{t,j} - \mu_j) \quad (8.7)$$

La covarianza mide la relación lineal existente entre dos variables. Si estas son independientes, su covarianza es igual a 0. Una covarianza positiva significa que ambas variables tienden a moverse en la misma dirección; una covarianza negativa significa que tienden a moverse en direcciones opuestas.

Por su parte, el coeficiente de correlación es una medida de la dependencia lineal entre dos variables:

$$\rho_{12} = \frac{\sigma_{12}}{(\sigma_1 \sigma_2)} \quad (8.8)$$

Este se encuentra entre -1 y $+1$, y si es igual a la unidad, se dice que ambas variables se encuentran perfectamente correlacionadas; si es igual a 0 decimos que no existe correlación entre ellas. Las correlaciones ayudan a diversificar el riesgo de un portafolio. Como ejemplo, tomemos un portafolio compuesto por dos activos. Aquí, la varianza del portafolio diversificado esta dada por:

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 \quad (8.9)$$

Y el VAR del portafolio es:

$$VAR_p = \alpha \sigma_p w = \alpha \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2} W \quad (8.10)$$

Supongamos que ambos activos tienen la misma volatilidad; por lo tanto cuando la correlación es 0, la ecuación (anterior) se reduce a:

$$\sigma_p^2 = V(R_1 + R_2) = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 = (w_1^2 + w_2^2) V(R) \quad (8.11)$$

Y el VAR queda de la siguiente forma:

$$VAR_p = \sqrt{\alpha^2 w_1^2 W^2 \sigma_1^2 + \alpha^2 w_2^2 W^2 \sigma_2^2} = VAR_1^2 + VAR_2^2 \quad (8.12)$$

Es decir; el riesgo total del portafolio debe ser más bajo que la suma de sus riesgos individuales $VAR_p < VAR_1 + VAR_2$. Lo que refleja el hecho de que con acciones que se mueven independientemente, un portafolio será menos riesgoso.

Sin embargo; cuando la correlación es 1, lo que obtenemos es que:

$$\begin{aligned} V[w_1 R_1 + w_2 R_2] &= w_1^2 V(R) + w_2^2 V(R) + 2w_1 w_2 V(R) \\ &= (w_1 + w_2)^2 V(R) \\ &= V(R) \end{aligned} \quad (8.13)$$

Por lo que el VAR es:

$$VAR_p = \sqrt{VAR_1^2 + VAR_2^2 + 2VAR_1 VAR_2} = VAR_1 + VAR_2 \quad (8.14)$$

En otras palabras, el VAR del portafolio es igual a la suma de los valores de los VAR's individuales si dos acciones están perfectamente correlacionadas.

8.3 VAR INCREMENTAL

Para lograr una eficiente modificación del VAR dentro de un portafolio de inversión, es necesario conocer cual de sus VAR's individuales contribuye más al riesgo y en que medida dichos VAR's afectaran al riesgo total del portafolio.

Con la finalidad de obtener la contribución marginal al riesgo por parte de un activo i , supongamos que se tiene un portafolio consistente de $N-1$ activos, numerados como $j = 1, \dots, N-1$.

Si agregamos un valor i , obtenemos un nuevo portafolio y la contribución marginal del nuevo activo estará dada por:

$$\begin{aligned} \left| \frac{\partial \sigma_p^2}{\partial w_i} \right. &= 2w_i \sigma_i^2 + 2 \sum_{j=1, j \neq i}^N w_j \sigma_{ij} \\ &= 2\text{Co}(R_i, w_i R_i + \sum_{j=1}^N w_j R_j) = 2\text{Co}(R_i, R_p) \end{aligned} \quad (8.15)$$

Observamos que $\partial \sigma_p^2 / w_i = 2\sigma_p \partial \sigma_p / \partial w_i$

Por lo que la sensibilidad del cambio relativo en la volatilidad del portafolio a un cambio en la ponderación es

$$\frac{\partial \sigma_p}{\sigma_p \partial w_i} = \frac{\text{Co}(R_i, R_p)}{\sigma_p^2} = \beta_i \quad (8.16)$$

En forma matricial tenemos que:

$$\beta = \frac{\sum w}{(w \sum w)} \quad (8.17)$$

Es decir; β mide la contribución de un valor al riesgo total del portafolio.

Este es llamado como *riesgo sistémico* del valor i con respecto al portafolio p y contribuye en gran medida a la descomposición del VAR de un portafolio en sus fuentes de riesgo.

Si expandimos la varianza de un portafolio como:

$$\sigma_p^2 = w_1(w_1 \sigma_1^2 + \sum_{j=1, j \neq 1}^N w_j \sigma_{1j}) + w_2(w_2 \sigma_2^2 + \sum_{j=1, j \neq 2}^N w_j \sigma_{2j}) + \dots \quad (8.18)$$

Se demuestra que la varianza del portafolio puede ser expresada como una suma de componentes, cada uno de los cuales se debe a un activo i ; con lo que podemos escribir:

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= w_1 \text{Cov}(R_1, R_p) + w_2 \text{Cov}(R_2, R_p) + \dots \\ &= w_1 (\beta_1 \sigma_p^2) + w_2 (\beta_2 \sigma_p^2) + \dots \\ &= \sigma_p^2 \left(\sum_{i=1}^N w_i \beta_i \right) \end{aligned} \tag{8.19}$$

Utilizando una descomposición similar también podemos escribir lo siguiente:

$$\text{VAR} = \text{VAR} \left(\sum_{i=1}^N W_i \beta_i \right) = \text{VAR}_1 + \text{VAR}_2 + \dots \tag{8.20}$$

Es decir; se descompone al VAR en medidas incrementales, que consideran al riesgo en relación con el portafolio total y no de forma aislada.

Ejemplo 8.1

En la siguiente tabla se muestran los valores mensuales de volatilidad y las correlaciones para las posiciones de un portafolio compuesto por \$7.7 mil mill de dólares en futuros (posición larga) sobre el índice accionario japonés (Nikkei) y por \$16 mil mil de futuros sobre bonos del gobierno japonés (BGJ) (posición corta).

Tabla 8.1.
Riesgos del portafolio.

	Riesgo (%) σ	Matriz de correlaciones		Matriz de covarianzas Σ	Posiciones (millones de dólares) x	
BGJ	1.18	1	-0.0114	0.000139	-0.000078	(\$16,000)
Nikkei	5.83	-0.0114	1	-0.000078	0.000139	\$7,700
Total						\$8,300

Para obtener el VAR primero construimos la matriz de covarianzas a partir de las correlaciones, posteriormente obtenemos el vector Σx , el cual aparece en la primera columna de la siguiente tabla:

Tabla 8.2.

Activo	VAR total		VAR incremental		
	$(\Sigma x)_i$	$x'_i(\Sigma x)_i$	β_i $(\Sigma x) / (x' \Sigma x)$	Para \$1 m $\beta_i \text{VAR}$	Para x_i $\beta_i x_i \text{VAR}$
B	-2.8246	45193.6	-0.00001102	-0.0092075	147.320002
Nikkei	27.4049	211017.73	0.00010696	0.08933322	687.8658132
Total		256211.33			835.1858152
Riesgo= σ_p		506.173221			
VAR= $\alpha \sigma_p$ (\$m)		835.185815			

La siguiente columna muestra los valores de $x'_1(\Sigma x)_1$ y de $x'_2(\Sigma x)_2$ los cuales suman la varianza total del portafolio: 256,211.33. De aquí podemos obtener la volatilidad del portafolio a través de la raíz cuadrada de la varianza total obtenida, la cual resulta de \$506.173221 m.

Por lo tanto a un nivel del 95% de confianza, el VAR del portafolio es de $1.65 \times \$506 = \835.185815 millones. Lo cual representa la peor pérdida mensual en un nivel de confianza del 95% bajo condiciones normales de mercado.

En lo que respecta al VAR incremental, podemos observar que el correspondiente a la posición total en bonos es de \$147.320002 millones, mientras que el correspondiente a la posición en acciones es de \$687.8658132 millones, lo que indica que el riesgo mayor se debe a la exposición al Nikkei.

La columna β se obtiene dividiendo cada elemento Σx entre $x' \Sigma x$, por ejemplo: $-2.8246/256211.33$ para obtener -0.0001102 . Finalmente, multiplicando este último por el VAR, obtenemos el cambio marginal del Valor en riesgo debido al incremento de \$1 millón en la posición en bonos (-0.0092075). De manera similar obtenemos el cambio marginal en la posición en acciones (0.08933322).

8.4 SIMPLIFICACIÓN DE LA MATRIZ DE COVARIANZAS.

Como hemos analizado a lo largo de este capítulo, las correlaciones representan una herramienta muy poderosa para el cálculo del VAR. Sin embargo, cuando el número de activos es muy grande, su estimación puede resultar muy engorrosa, ya que el número de correlaciones se incrementa geométricamente con el número de activos. Esto puede causar grandes problemas como una estimación imprecisa y la posibilidad de obtener un VAR del portafolio no positivo.

Es por esto que necesitamos analizar los posibles problemas que se pueden presentar al calcular el VAR.

A continuación se muestran los más comunes:

MEDIDAS DE VAR IGUAL A CERO

La medición del VAR se deriva de la varianza del portafolio, la cual se define como

$$\sigma_p^2 = w' \Sigma w \tag{8.21}$$

No siempre está garantizado que este producto será positivo ya que para que esto ocurra, se requiere que la matriz Σ sea positiva definida.

Esto se verifica bajo dos condiciones:

1. El Número de observaciones históricas T debe ser mayor que el número de activos N, y
2. Las series no pueden estar linealmente correlacionadas.

La primera condición establece que, si un portafolio consta de 100 activos, debe haber al menos 100 observaciones históricas para asegurar que, independientemente del que sea seleccionado, su varianza será positiva.

La segunda condición descarta las situaciones donde un activo es exactamente equivalente a una combinación lineal de otros activos.

Un ejemplo de una matriz no definida positiva se obtiene cuando dos activos son idénticos ($\rho=1$). En esta situación, un portafolio que consta de \$1 sobre el primer activo y -\$1 el segundo tendrá riesgo cero.

Si se detectan que las mediciones del VAR parecen anormalmente pequeñas en relación con las posiciones, se deberá verificar si cambios pequeños en las correlaciones conducen a cambios grandes en sus VAR.

MODELO DIAGONAL

Un problema relacionado con el anterior es que, a medida que se incrementa el número de activos, es más probable que algunas correlaciones se midan con error.

Algunos modelos pueden ayudar a simplificar este proceso, proporcionando una estructura más simple para la matriz de covarianzas. Uno de dichos modelos es el modelo diagonal, originalmente propuesto por Sharpe en el contexto de los portafolios accionarios.

El supuesto es que el movimiento común en todos los activos se debe a un solo factor, el mercado. Formalmente, el modelo es

$$\begin{aligned} R_i &= \alpha_i + \beta_i R_m + \epsilon_i, \dots \dots \dots E[\epsilon_i] = 0, \\ E[\epsilon_i, R_m] &= 0, \dots \dots \dots E[\epsilon_i, \epsilon_j] = 0, \dots \dots \dots E[\epsilon_i^2] = \sigma_{\epsilon_i}^2 \end{aligned} \tag{8.22}$$

El rendimiento del activo i es derivado del rendimiento del mercado R_m y por un término termino aleatorio ϵ_i , el cual no está correlacionado con el mercado ni a través de los distintos activos.

Como resultado, la varianza puede descomponerse como:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{\epsilon_i}^2 \tag{8.23}$$

La covarianza entre dos activos, por lo tanto se encuentra dada por:

$$\sigma_{i,j}^2 = \beta_i \beta_j \sigma_m^2 \quad (8.24)$$

La cual se debe únicamente al factor común. Esto implica que la matriz de covarianzas completa sea:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 & \dots & \beta_N \end{bmatrix} \sigma_m^2 + \begin{bmatrix} \sigma_{e,1}^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & \dots & \sigma_{e,N}^2 \end{bmatrix} \quad (8.25)$$

Escrita en notación matricial, la matriz de covarianzas es

$$\Sigma = \beta \beta' \sigma_m^2 + D_e \quad (8.26)$$

Como la matriz D_e es diagonal, el número de parámetros se reduce de $N \times (N+1)/2$ a $2N+1$ (N para las betas, N en D y uno para σ_m).

Aunado a esto, si el portafolio se encuentra bien diversificado, la varianza se simplifica aún más, reflejando sólo la exposición al factor común, por lo que la varianza del portafolio es:

$$VAR(R_p) = VAR(w'R) = w' \Sigma w = (w' \beta \beta' w) \sigma_m^2 + w' D_e w \quad (8.27)$$

El segundo término consiste de $\sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_{e,i}^2$, el cual se vuelve muy pequeño a medida que se incrementa el número de valores en el portafolio.

Ejemplo 8.2.

Considérense tres acciones, General Motors (GM), Ford y Hewlett Packard (HWP).

Tabla 8.3.

El modelo Diagonal

	Covarianzas			Correlaciones		
	GM	FORD	HWP	GM	FORD	HWP
Matriz completa						
GM	72.17			1		
FORD	43.92	66.12		0.636	1	
HWP	26.32	44.31	90.41	0.326	0.573	1
Regresión						
β_i	0.806	1.183	1.864			
$V(R_i)$	72.17	66.12	90.41			
$V(\epsilon_i)$	64.44	49.46	49.10			
$\beta_i^2 V(R_m)$	7.73	16.65	41.32			
Modelo diagonal						
GM	72.17			1		
FORD	11.35	66.11		0.164	1	
HWP	17.88	26.24	90.45	0.221	0.339	1

En la tabla anterior se muestra la matriz de covarianzas completa para datos mensuales. Esta matriz puede ser estimada mediante una regresión para cada acción en el mercado accionario. Estas regresiones se muestran en el segundo nivel de la tabla, el cual muestra betas de 0.806, 1.183 y 1.864 respectivamente.

La varianza de mercado es de $V(R_m) = 11.90$. Con estos datos se construye el modelo diagonal que se presenta al final de la tabla.

En este ejemplo podemos observar que aunque la matriz del modelo diagonal se asemeja a la matriz de covarianzas original, la aproximación no es del todo perfecta.

Como ejemplo podemos tomar la correlación entre GM y FORD. Utilizando la matriz de covarianzas completa, esta es de 0.636, mientras que con el modelo diagonal esta es de 0.164, lo cual es menor a la correlación verdadera. Esto se debe a que el mercado es la única fuente de variación, por lo que, el que este modelo produzca aproximaciones aceptables depende del propósito establecido. Sin embargo; la utilización del mismo, proporciona una simplificación considerable.

MODELO DE FACTORES

Mediante este modelo se puede obtener una mayor precisión que la obtenida con el anterior que esta considerado como un modelo de un solo factor.

Si generalizamos la ecuación 8.22 a K factores obtenemos:

$$R_i = \alpha_i + \beta_{i1}R_1 + \dots + \beta_{iK}R_K + \epsilon_i \quad (8.28)$$

Donde R_1, \dots, R_K son factores independientes entre sí.

Si tomáramos en cuenta en el caso anterior a la industria del transporte dentro del modelo, por ejemplo, la matriz de covarianzas puede ser mejorada considerablemente ya que esta reportará una mayor correlación entre GM y FORD.

La estructura de la matriz de covarianzas en el caso de factores múltiples es:

$$\Sigma = \beta_1\beta_1'\sigma_1^2 + \dots + \beta_K\beta_K'\sigma_K^2 + D_\epsilon \quad (8.29)$$

Donde el número total de parámetros es de $(K+N \times K+N)$, el cual puede seguir siendo considerablemente menor que el número para el modelo completo, lo cual representa una gran ventaja.

Por otro lado, los modelos de factores resultan ser de gran importancia ya que pueden ayudar a decidir el número de componentes constitutivos de VAR para cada mercado.

8.5 EL VAR DEL PORTAFOLIO

Con la finalidad de ejemplificar el cálculo del VAR de un portafolio de inversión, supongamos que tenemos un portafolio de \$100 mill compuesto por dos activos, X y Y. La inversión de cada uno de los activos es del 50%. Sabemos que el riesgo anual de X es de 16.1 y el de Y es de 24.19. ¿Cuál es el VAR de éste, en 3 meses a un nivel del 99% de confianza?

Tabla 8.4
El VAR del portafolio

	Riesgo Anual	Riesgo 3 meses	VAR (99%) %	Correlaciones R	Posiciones (\$m) x
X	16.1	8.05	18.7565	1	500
Y	24.19	12.095	28.18135	-0.2	500
Total					100

En la tabla anterior se muestran los valores del riesgo a tres meses en base a los datos anuales. Estos fueron obtenidos utilizando la fórmula descrita en el capítulo 6 para la agregación del tiempo (5.2).

Posteriormente se calcula el VAR al 99% de confianza mediante la multiplicación del riesgo a tres meses por el nivel de confianza $\alpha=2.33$.

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del VAR no diversificado, el cual resulta de la multiplicación de las posiciones de cada uno de los activos por su correspondiente VAR (99%), tomado de la tabla anterior.

Por ejemplo la primer cifra de 93.7825 se obtiene de realizar la operación siguiente:

$$500 \cdot 18.7565 = 93.7825.$$

Tabla 8.5.
El VAR del portafolio

	V $X \cdot \text{VAR}(99\%)$	VAR total $x(V'RV)x$	VAR incremental $\beta \cdot \text{VAR}$
X	93.7825	6152.23985	40.2493933
Y	140.90675	17211.7947	112.60359
Total	234.68925	23364.0346	152.852984
VAR no diversificado		234.68925	
VAR diversificado		152.852984	

Como podemos observar el VAR del portafolio es de \$152.852984 millones, del cual la mayor aportación de riesgo esta dada por la inversión que se tiene sobre el activo X.

CONCLUSIONES

Como se mostró durante el presente estudio, la evolución acelerada de los mercados financieros nos obligan a la utilización de sistemas de administración de riesgo que nos ofrezcan una protección efectiva en el mercado.

Es por esto, que después de analizar el método del VAR, podemos aseverar que este es un componente de gran importancia dentro de estos sistemas, por lo que su utilización no debe pasar desapercibida para los participantes del mercado financiero ya que de hacerlo, se exponen a sí mismos a pérdidas potenciales que ponen en riesgo su reputación.

El gran auge de este sistema ha llegado incluso ha constituirlo rápidamente como una herramienta esencial para comunicar a los accionistas los riesgos financieros de una empresa, no solo proporcionando información sobre el riesgo de mercado, sino también garantizándoles confianza al saber que se esta utilizando un sistema apropiado para su administración.

El VAR no solo es útil para la presentación de riesgos, sino también para la toma de decisiones, ya que permiten a los usuarios controlarlos y decidir como asignar los recursos limitados.

Así mismo, mediante este método es posible llevar a cabo una valuación del desempeño de las inversiones y de los modelos.

Por todo lo anterior, hoy en día el VAR se ha llegado a convertir en una herramienta primordial tanto para intermediarios financieros e inversionistas, como para empresas no financieras, al presentarse como una gran alternativa en lo que administración de riesgos se refiere.

Sin embargo, hay que tener presente que existen limitantes en su utilización, por lo que no debemos confiar únicamente a él, sino que debemos complementarlo con pruebas de estrés o con valuaciones subjetivas del entorno económico que mueve los mercados financieros.

-APÉNDICE I.**BONOS**

ASPECTOS GENERALES

Un valor de renta fija (conocido también como título de deuda) es un bono que genera un flujo de pagos predeterminados. Éste es un instrumento de deuda que compromete al emisor (deudor) a pagar al inversionista (prestador) la suma prestada más un interés sobre un periodo específico.

Un bono típico (Plain Vanilla) especifica una fecha fija para el pago del principal, así como la periodicidad con la que se pagarán los intereses.

El principal de un bono, es la suma que el emisor acuerda pagar al tenedor en la fecha de vencimiento, a esta suma también se le conoce como Valor de Redención, Valor al Vencimiento o Valor Nominal.

A la fecha en la cual el principal es pagado se le llama fecha de vencimiento y se refiere al plazo en la cual el contrato dejará de existir; es decir, al tiempo en el cual el emisor redime el bono pagando el principal, cancelando con ello su obligación contractual.

Generalmente a los bonos con vencimiento de entre uno y cinco años se les considera como bonos a corto plazo, si el vencimiento se encuentra entre cinco y doce años se les considera de mediano plazo y si este periodo es mayor, se dice que se trata de un bono a largo plazo.

A los pagos de intereses se les conoce como cupones.

La tasa de cupón (tasa nominal), es la tasa de interés que el emisor acuerda pagar cada año. Esta tasa multiplicada por el principal del bono provee la suma de dinero que se otorgará en cada cupón.

En algunos mercados como en el de Estados Unidos y Japón es usual que el emisor pague el cupón de forma semestral, mientras que en los mercados europeos o de Eurobonos los pagos de cupón se realizan una vez al año.

Los bonos se compran y se venden en enormes cantidades todos los días e incluso el volumen de negociación es muchas veces mayor al de las acciones, generalmente estas negociaciones ocurren sobre el mostrador.

Por otro lado, y aún cuando el total de negociaciones con bonos excede en sobremanera al de las acciones, sólo una fracción muy pequeña del total de éstos se emiten en un día determinado. Este hecho combinado con la falta de transparencia del mercado, da como resultado que la obtención de precios sobre bonos individuales sea con frecuencia difícil y en algunos casos imposible. En lugar de ello, existe una variedad de fuentes sobre precios estimados las cuales son usadas muy comúnmente.

Debido a que los pagos son fijos, el valor de los bonos fluctúa con los cambios en las tasas de interés (riesgo de la tasa de interés) y su grado depende de que tan sensible sea el precio del bono a estos movimientos.

Cuando las tasas de interés aumenten, el valor presente de los flujos de efectivo restantes del bono disminuirá y en consecuencia el valor del bono caerá (en este caso al bono se le nombra como bono a descuento); por el contrario, cuando las tasas de interés disminuyan el bono valdrá más (bono con prima).

Por esto, podemos decir que la variación de los precios de los bonos esta en función de dos factores principalmente: el plazo de vencimiento y la tasa de cupón.

Los bonos con plazo de vencimiento mayor presentan movimientos de precios más grandes además entre más baja sea la tasa de cupón, mayor será el riesgo de la tasa de interés.

Un contrato de bonos es un documento legal en el cual suelen incluirse las siguientes cláusulas:

1. Términos básicos del bono.

Dentro de estos términos, se especifican tanto el valor nominal del bono, como el monto de los cupones y su periodicidad.

2. Monto total de los bonos emitidos.

3. Descripción de la propiedad que se usará como garantía colateral.

La garantía colateral se refiere frecuentemente a valores que se utilizan como protección para el pago de las deudas contraídas mediante algún bono y/o acción.

4. Acuerdos de reembolso.

Aquí se estipulan las condiciones de la realización del reembolso, ya sea al vencimiento del bono o antes de este (total o parcialmente), según lo acordado.

Frecuentemente se maneja un reembolso anticipado mediante un fondo de amortización.

5. Cláusulas para el reembolso.

Estas permiten a las compañías el volver a comprar o "reembolsar" una parte de la totalidad de la emisión de un bono a precios estipulados durante un periodo específico. Frecuentemente, el precio de reembolso es superior al valor estipulado del bono (la diferencia entre estos se conoce como prima de reembolso).

6. Detalles de los acuerdos relacionados con la protección de intereses.

Estas cláusulas de protección son aquéllas partes del contrato de protección que limitan ciertas acciones que una compañía podría tomar durante la vida del préstamo.

Entre estas acciones podemos mencionar: cantidad de dividendos a otorgar, fusiones, emisión de deudas adicionales, nivel mínimo de capital, etc.

TIPOS DE BONOS

BONOS DEL GOBIERNO.

Cuando el gobierno desea solicitar un préstamo de fondos durante un periodo mayor a 1 año, pone en venta lo que se conoce como pagarés y bonos de la Tesorería. Estos generalmente cuentan con cupones constantes y están exentos de impuestos sobre ingresos federales.

Los gobiernos estatales y locales también solicitan este tipo de préstamos vendiendo pagarés y bonos municipales.

BONOS CUPÓN CERO

Este tipo de bonos no pagan ningún tipo de cupón por lo cual son ofrecidos en el mercado en un precio más bajo que su valor nominal. También son conocidos como ceros.

BONOS DE TASA FLOTANTE

Los bonos convencionales mencionados anteriormente tienen obligaciones fijas, ya que el capital se establece como igual al valor a la par y la tasa de cupón como un porcentaje de este.

Por el contrario, en el caso de los bonos a tasa flotante (flotadores), los pagos de los cupones son ajustados a un índice de la tasa de interés, por lo que el valor de los mismos dependerá totalmente de cómo sean definidos los ajustes de los pagos de cupones.

Generalmente, el tenedor de un bono de este tipo tiene el derecho de redimir su pagaré a la par en la fecha de pago del cupón, después de algún tiempo especificado (cláusula a la venta).

Además, la tasa de cupón tiene un límite máximo y un límite mínimo los cuales reciben el nombre de cuellos.

OTROS TIPOS DE BONOS

Un gran número de bonos tienen características poco comunes o exóticas, dentro de estos podemos mencionar a:

Bonos sobre ingresos. Son similares a los bonos convencionales excepto en que los pagos de cupones dependen del ingreso de la compañía.

Bonos convertibles. Estos pueden ser intercambiados por un número fijo de acciones de capital en cualquier momento antes del vencimiento.

Bono a la venta. Este tipo de bonos le permiten al tenedor obligar al emisor a recomprar el bono dentro de un precio estipulado.

VALUACIÓN

Para determinar el valor de un bono en un punto particular en el tiempo, se necesita primero conocer el número de periodos que faltan para su vencimiento, su valor nominal, el cupón y la tasa de interés de mercado de los bonos con características similares.

El valor de mercado de un bono P , es el valor presente de los flujos de efectivo futuros; es decir, la suma del valor presente de los cupones más el valor presente del valor nominal, esto es:

$$P = \frac{C \times \left[1 - \frac{1}{1 + y^t} \right]}{y} + \frac{VN}{1 + y^t} \quad (I.1)$$

Donde:

C = cupón

t = número de periodos (anual, semestral u otro) para cada pago.

Y = rendimiento al vencimiento del bono

VN = Valor nominal del bono

Ejemplo

Supóngase que una compañía desea emitir un bono a 10 años ofreciendo un cupón anual de \$80. Los bonos similares tienen un rendimiento al vencimiento del 8% anual; es decir, el bono pagará \$80 anuales durante 10 años en cupones con interés, y dentro de 10 años la compañía pagará \$1000 al propietario del bono.

Con la información anterior, calculamos primero el valor presente de los \$1000 pagados a 10 años:

$$VP \text{ de la Anualidad} = \$1000/1.08^{10} = \$463.19$$

Ya que el bono ofrece \$80 anuales durante 10 años, calculamos el valor presente de estas anualidades; es decir:

$$\begin{aligned} VP \text{ de la Anualidad} &= \$80 \times (1-1/1.08^{10})/.08 \\ &= \$80 \times 6.7101 \\ &= \$536.81 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el valor total del bono es de:

$$\text{Valor total del bono} = \$463.19 + \$536.81 = \$1000$$

Es decir, este bono se vende exactamente en su valor nominal.

CURVA DE RENDIMIENTO

Ya que con frecuencia conocemos *el precio de un bono, la tasa de cupón y la fecha de su vencimiento**, pero no sabemos con exactitud su rendimiento al término de su vida, este es determinado con base a los rendimientos ofrecidos en el mercado por instrumentos semejantes, entendiendo por semejantes a aquellos bonos con la misma calidad de crédito y el mismo plazo.

El rendimiento de un bono es la tasa de interés implícita en la estructura de los pagos. Específicamente es la tasa de interés a la cual el valor presente de los pagos que se realizarán con el bono es exactamente igual al valor actual.

La representación tradicional de la relación del plazo de vencimiento y el rendimiento en este, en un punto dado en el tiempo (estructura intertemporal de las tasas de interés), esta basada en bonos de rendimiento a la par; es decir, utiliza el rendimiento al vencimiento de bonos con cupón cercano a su fecha de expiración.

A esta representación se le conoce como curva de rendimiento y brinda la ventaja de que los bonos escogidos (*on the run*) son muy líquidos y sus precios reflejan acertadamente las condiciones del mercado.

No obstante, el ajuste de una curva utilizando bonos con diferentes cupones resulta ser un tanto insatisfactorio, ya que los rendimientos observados no representan los rendimientos futuros, a menos que todos los cupones puedan ser reinvertidos a la misma tasa, lo cual es muy poco probable.

La curva cupón cero o curva spot, representa las tasas spot graficadas contra el tiempo y es teóricamente mas precisa que la curva usual de rendimiento.

Esta representa un conjunto de precios primitivos a partir de los cuales puede ser derivado el precio de los valores de renta fija.

OBTENCIÓN DEL RENDIMIENTO

Como hemos visto, el precio de un bono esta dado por la suma de su anualidad y los componentes de la suma acumulada, por lo que conociendo las variables mencionadas en un principio*, podemos encontrar el rendimiento al vencimiento de un bono determinado, ya que al sustituir las variables conocidas en la ecuación dada para su valuación, tendremos una ecuación con una incógnita (y).

Este valor al no poder ser expresado explícitamente es obtenido entonces por un procedimiento de ensayo y error.

Por ejemplo, suponga que estamos interesados en un bono con cupón al 8% a seis años. Un corredor de valores ha cotizado su precio en \$955.14. ¿Cuál será el rendimiento sobre este bono?

Al saber que se cuenta con un cupón de \$80 para 6 años y un VN de \$1000, podemos afirmar que el precio es:

$$\$955.14 = \frac{\$80 \times \left[1 - \frac{1}{1+y^6} \right]}{y} + \frac{1000}{(1+y)^6}$$

Donde y es la tasa desconocida de rendimiento al vencimiento.

Podemos acelerar el procedimiento de ensayo y error con lo que sabemos acerca de los precios y rendimientos de los bonos que se encuentran en el mercado.

En este caso, el bono tiene un cupón de \$80 y se está vendiendo con descuento, por lo que sabemos que el rendimiento es mayor al 8%. Si calculamos el precio al 10% tenemos que:

$$P = \frac{\$80 \times \left(1 - \frac{1}{1.10^6} \right)}{.10} + \frac{1000}{1.10^6} = \$912.89$$

Con esta tasa el valor calculado es menor que el precio real, por lo tanto 10% es demasiado alto. Esto implica que el rendimiento verdadero debe estar situado entre un 8% y un 10%, por lo que debemos continuar probando con valores que se encuentren entre este rango.

Ejemplo

Suponga que está contemplando dos bonos idénticos en todos sus aspectos, excepto en los cupones y en el precio de cada uno de ellos

A ambos bonos les faltan 12 años para su vencimiento. El B₁ tiene una tasa de cupón del 10% y su precio es de \$935.08, el B₂ por su parte tiene una tasa de cupón del 12% ¿Cuál será el valor de B₂?

Ya que estos bonos son muy similares, serán valuados de tal manera que reedituen aproximadamente la misma tasa, por lo que primero necesitamos calcular el rendimiento del bono con cupones al 10%.

Sabemos que tal rendimiento deberá ser mayor al 10% porque el bono se esta vendiendo con descuento. Dado que el plazo al vencimiento es bastante prolongado, éste tiene una mayor sensibilidad a los cambios en las tasas de interés, por lo que el rendimiento se encontrará muy probablemente cerca del 10%.

Usando unos cuantos procedimientos de ensayo y error, observamos que en realidad este es del 11%:

$$\begin{aligned} P &= \$100 \times (1 - 1/1.11^{12}) / .11 + 1000/1.11^{12} \\ &= \$649.24 + 285.84 \\ &= \$935.08 \end{aligned}$$

Con un rendimiento del 11% y debido a su cupón de \$120 su valor será de:

$$\begin{aligned} P &= \frac{\$120 \times \left(1 - \frac{1}{1.11^{12}}\right)}{.11} + \frac{1000}{1.11^{12}} \\ &= \$779.08 + 285.84 \\ &= \$1,064.92 \end{aligned}$$

DURACIÓN

Como ya se mencionó, entre más grande sea el plazo de un bono mayor serán las fluctuaciones de su precio; Sin embargo, esta medida del riesgo no contabiliza el repago del principal e ignora los pagos de cupón.

La *duración de un bono*, proporciona una mejor medición del riesgo de mercado ya que contabiliza todos los pagos además del principal (sólo en el caso de bonos con cupón cero, el vencimiento será igual a la duración del bono). Así mismo, mide la sensibilidad del precio de un activo a movimientos en la tasa de rendimiento, lo que la hace de vital importancia para la administración del riesgo.

La duración fue definida por primera vez por Macaulay en 1938 como el plazo ponderado de cada pago del bono, donde las ponderaciones son proporcionales al valor presente de los flujos de efectivo.

Redington (1952), propuso que la duración podría ser utilizada para una estrategia óptima de inversión en bonos dado un horizonte de tiempo definido.

Señaló que un portafolio de inversión en seguros de vida sería inmune a fluctuaciones en las tasas de interés, si la duración del portafolio se establece igual a la de los pasivos.

Fisher y Weil (1971) probaron que la inmunización se logra a través de la cobertura de la duración.

Para observar la relación existente entre la duración y el cambio en los precios de los bonos, simplifiquemos la ecuación (I.1) utilizada para su valuación de la siguiente forma:

$$P = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+y)^t} \tag{I.2}$$

Donde:

C_t = cupón o pago del principal o ambos en el periodo t .

t = número de periodos (anual, semestral u otro) para cada pago.

T = número de periodo para el vencimiento

y = rendimiento al vencimiento para este bono en particular.

Es decir, escribamos a P en términos del valor presente de los flujos de efectivo futuros.

Este método de valuación utiliza una tasa de rendimiento simple, por lo que si las tasas de rendimiento son compuestas la fórmula queda de la siguiente forma:

$$P = \sum_{t=1}^T C_t e^{-yt} \quad (1.3)$$

La sensibilidad del precio del bono a los cambios instantáneos en el rendimiento puede ser entonces hallada como la derivada de P con respecto a y :

$$\frac{dP}{dy} = \sum_{t=1}^T \frac{-tC_t}{(1+y)^{t+1}} = \frac{-1}{(1+y)} \sum_{t=1}^T \frac{tC_t}{(1+y)^t} \quad (1.4)$$

La duración de Macaulay es definida formalmente como:

$$D = \frac{1}{P} \sum_{t=1}^T \frac{tC_t}{(1+y)^t} \quad (1.5)$$

Por lo que la sensibilidad del precio del bono a cambios en la tasa de rendimiento es:

$$\left(\frac{1}{P}\right) \frac{dP}{dy} = \frac{-D}{(1+y)^t} \quad (1.6)$$

Esto fue probado por Fisher desde 1966 y muestra que si los rendimientos son pequeños, el denominador $(1+y)$, puede ser aproximado a la unidad y la duración mide la relación lineal entre el rendimiento del bono y cambios en la tasa de rendimiento. Para una mejor aproximación, podemos utilizar la duración modificada, la cual representa la variación porcentual del bono:

$$D^* = \left(\frac{-1}{P}\right) \frac{dP}{dy} = \frac{D}{(1+y)^t} \quad (1.7)$$

La duración siempre se mide en unidades de tiempo y también expresa la dimensión del tiempo de una inversión tomando en cuenta pagos intermedios.

Esta medida aproxima el cambio en los precios de los bonos que pagan cupón, a través de cambios en el precio de bonos de cupón cero, por lo que puede ser utilizada para comparar bonos con vencimiento, calendario de pago y tasas de interés diferentes.

Dado que la duración es una medición de la exposición lineal, entonces la duración de un portafolio de instrumentos de deuda es un promedio simple ponderado de las duraciones individuales.

$$D_p = \sum_{i=1}^N x_i D_i \tag{I.8}$$

Donde D_i es la duración del bono i y las x_i representan las proporciones invertidas en N bonos diferentes.

Una característica principal de la duración es que se trata de una medida dinámica ya que al contrario del vencimiento, la duración no evoluciona uniformemente con el tiempo.

Después del pago de cupón de un bono, la duración se incrementa repentinamente. Además, ésta también cambia más rápidamente en bonos con pagos grandes o cuando las tasas de rendimiento corrientes (spot) son bajas.

Ejemplo

Considérese un bono a 5 años con un cupón del 6%. Su duración puede ser obtenida multiplicando el plazo para el flujo de efectivo por el valor presente del pago y dividiendo el total entre el valor del bono.

En la siguiente tabla se detallan los cálculos:

Tiempo(año)	Pago	Rendimiento (%)	VP del pago	Tiempo x VP
1	6	6.00	5.66	5.66
2	6	6.00	5.34	10.68
3	6	6.00	5.04	15.11
4	6	6.00	4.75	19.01
5	106	6.00	79.21	396.05
Suma			100	446.51
Duración				4.4651

LA DURACIÓN Y EL VAR

Debido a que el VAR cuantifica la exposición de un portafolio a un factor de riesgo (la duración) así como la probabilidad de un movimiento adverso en las tasas, éste se encuentra directamente relacionado con la duración a través de la volatilidad de la tasa de rendimiento.

Por esto, podemos encontrar el VAR como:

$$\text{VAR} = \text{duración} \times \text{valor del portafolio} \times \text{peor incremento en la tasa de rendimiento}$$

Ejemplo

Supóngase que se tiene un portafolio de \$100 mill invertido en una nota del Tesoro a cinco años. Asumamos que las notas del tesoro mantienen una duración de 4.5 años. Si el peor incremento en los rendimientos en un mes al 5% es de 0.38%, entonces tenemos que el VAR esta dado por:

$$\text{VAR} = 4.5 \times 100 \times 0.38\% = 1.7$$

Es decir; el valor en riesgo para este portafolio es de \$1.7 mill, lo que significa que existe una posibilidad del 5% de que el portafolio caiga más de \$1.7 mill.

CONVEXIDAD

Mientras que la duración es útil para predecir el efecto de cambios en la tasa de interés sobre el valor de los portafolios de renta fija ésta, es válida para cambios pequeños y paralelos en el rendimiento.

Por ello, puede obtenerse una mejor precisión utilizando la convexidad, la cual es un efecto de segundo orden que describe la forma en que la duración cambia a medida que cambia el rendimiento.

La convexidad puede obtenerse como la segunda derivada de la ecuación I.6. con respecto al rendimiento y dividiendo el resultado entre el precio:

$$C = \frac{-dD^*}{dy} = \left(\frac{1}{P}\right) \frac{d^2P}{dy^2} = \left(\frac{1}{P}\right) \frac{1}{(1+y)^2} \sum_{t=1}^T \frac{t(t+1)C_t}{(1+y)^t} \quad (I.9)$$

La convexidad es medida en unidades de periodos al cuadrado.

Aproximando la tasa de rendimiento de un bono, a través de una expansión de Taylor de segundo orden se tiene que:

$$\begin{aligned} \frac{1}{P} dP &\approx \left(\frac{1}{P}\right) \frac{dP}{dy} dy + \left(\frac{1}{2P}\right) \frac{d^2P}{dy^2} (dy)^2 \\ &= -D^* dy + \frac{1}{2} C (dy)^2 \end{aligned} \quad (I.10)$$

Por lo que si los cambios en el rendimiento son pequeños, el término de la convexidad puede ser ignorado.

También se puede observar, que la convexidad provoca que la duración se incremente en respuesta a un decremento en las tasas y que decrezca en respuesta a un incremento en las mismas.

El precio de la convexidad depende de la volatilidad en los rendimientos. Así mismo, para una duración y un rendimiento dado, mientras más bajo sea el cupón más baja será la convexidad.

La convexidad de un portafolio de instrumentos de renta fija puede derivarse de un promedio simple ponderado de los componentes de la convexidad del portafolio, de la misma manera que se describió para la duración.

En resumen, podemos decir que la duración por sí sola proporciona una estimación de los cambios del precio del bono cuando los cambios en la tasa de interés son pequeños. Sin embargo, cuando tanto la duración como la convexidad son utilizadas de manera conjunta, el precio aproximado es mucho más preciso sobre un horizonte más amplio de cambios en la tasa.

**-APÉNDICE II-
LAS GRIEGAS**

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

DELTA

La delta de una opción se define como la tasa de cambio del precio de una opción con respecto al precio del activo subyacente.

Representa la sensibilidad de la prima a las variaciones del precio del bien subyacente y puede ser descrita en términos algebraicos como la razón de cambio del precio de una opción entre el cambio en el precio de la acción.

Para una opción europea de compra sobre una acción que no paga dividendos, podemos obtener la delta mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta_c = \frac{\partial c}{\partial S} = N(d_1) \quad (II.1)$$

La cual es siempre positiva y menor a la unidad.

Para una opción de venta europea sobre una acción que no paga dividendos, la delta esta dada por:

$$\Delta_p = \frac{\partial p}{\partial S} = N(-d_1) \quad (II.2)$$

La cual es siempre negativa.

Supongamos que para una opción de compra se tiene una delta de 0.6, esto significa que cuando el precio del subyacente cambia 1%, el precio de la opción cambiara en 0.6%.

En el caso de una opción call europea sobre una acción que otorga dividendos se tiene que:

$$\Delta_c = e^{-qt} N^*(d_1) \quad (II.3)$$

Para la opción put europea en este caso se tiene que:

$$\Delta_p = e^{-qt} [N^*(d_1) - 1] \quad (II.4)$$

$$*...d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}$$

La delta también se utiliza como un indicador de la cobertura que debe de llevar a cabo un inversionista que mantiene una posición corta sobre una opción, ya que representa el porcentaje de valores subyacentes que deberá de tener para eliminar las pérdidas potenciales que tendría en caso de que le ejercieran la opción. Por ejemplo:

Sea $C=N\$10$ y $S=N\$100$. Supóngase que un inversionista ha vendido 20 contratos de opciones call (es decir; opciones para comprar 2000 acciones). La posición que este deberá tomar para cubrirse es:

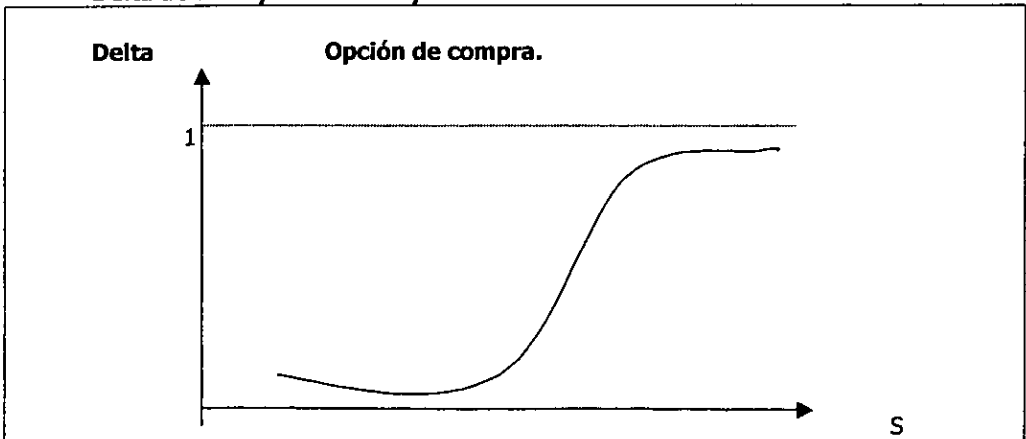
$$\Delta \times \# \text{ opciones} = 0.6 \times 2000 = 1200 \text{ acciones}$$

De esta forma, la ganancia (pérdida) sobre la posición de la opción de compra tendería a ser contrarrestada o neutralizada por la pérdida (ganancia) sobre la posición de la acción. Es decir; si el precio de la opción subiera $N\$1$ (produciendo una ganancia de $N\$1200$ sobre las acciones compradas), el precio de la opción de compra se iría por arriba de $0.6 \times N\$1 = N\0.60 (produciendo con ello una pérdida de $N\$1200$ sobre las opciones suscritas).

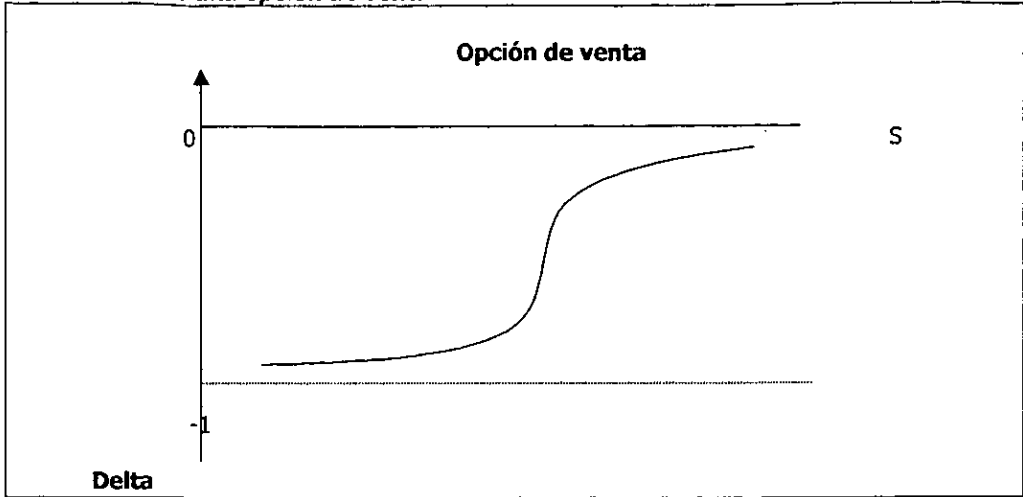
Por otro lado; si el precio de la acción bajara por $N\$1$ (produciendo una pérdida de $N\$1200$ sobre las acciones adquiridas) el precio de la opción de compra bajaría por $N\$0.60$ (produciendo una ganancia de $N\$1200$ sobre las acciones suscritas).

La delta de una acción, es por definición 1 lo que implica que una posición larga de 1200 acciones tiene una delta de 1200. Así mismo; la delta de la posición total del inversionista en el caso anterior es de cero. Esto es, la delta de la posición de las opciones neutraliza la delta de la posición de las acciones. A esta posición se le conoce como **Delta Neutral**.

Delta de una opción de compra.



Delta de una opción de venta.



Para un call observamos que a medida que aumenta el precio del subyacente, la opción se encuentra mas dentro del dinero y se comporta de manera similar a una posición larga en la acción. Conforme este precio disminuye, la opción se mueve mas fuera del dinero, presentando una delta cercana a cero.

Una característica de las deltas es su aditividad, por lo que podemos hablar de la delta total del portafolio como:

$$\delta p = \sum_{i=1}^N w_i \delta_i \tag{II.5}$$

donde w_i representa la proporción con la que el activo i participa en el portafolio.

GAMMA

La Gamma γ , (algunas veces definida como la delta de la delta), mide la sensibilidad de la delta a los cambios en los precios de los activos subyacentes.

Para un call o un put europeos sobre una acción que no realiza pago de dividendos, gamma puede ser analíticamente derivada como:

$$\gamma = \frac{\partial \Delta}{\partial S} = \frac{\partial^2 c}{\partial S^2} = \frac{N(d_1)}{S \sigma \sqrt{\tau}} \tag{II.6}$$

Para un call o un put europeos sobre una acción que realiza pago de dividendos, gamma es analíticamente derivada como:

$$\gamma = \frac{N(d_1)e^{-q\tau}}{S\sigma\sqrt{\tau}} \quad (II.7)$$

La gamma nos indica lo que aumenta o disminuye la delta de la opción si el precio de la acción subyacente cambia.

Si por ejemplo, una opción de compra tiene una delta de 0.42 y una gamma de 0.03, un aumento en el precio de la acción por un punto porcentual, incrementará la delta a 0.45 y una reducción la disminuirá a 0.39.

Las opciones en el dinero tienen gamas más altas, lo que indica que la delta cambia rápidamente a medida que cambia S. Por su parte, las opciones "dentro del dinero" tienen gamas bajas, dado que la opción equivale esencialmente a una posición en la acción. De forma similar, las opciones "fuera del dinero" tienen gamas bajas porque su delta es cercana a cero.

VEGA

La sensibilidad de una opción a la volatilidad se conoce como la vega de la opción (algunas veces también llamada lambda).

Como ya hemos mencionado, la volatilidad es el único determinante del precio de una opción que no es directamente observable, cuando tratamos de utilizar los métodos de valuación. Sin embargo; el mercado usa valores estimados o calculados a partir de la información histórica, como sustitutos de la volatilidad futura. Por consiguiente, cambios en la volatilidad implícita, tienen un efecto considerable sobre el precio de una opción.

La Vega es calculada la derivada parcial de la opción con respecto a la volatilidad. Para calls y puts europeos (sobre acciones sin dividendos) tenemos que:

$$v = \frac{\partial c}{\partial \sigma} = S\sqrt{\tau}N(d_1) \quad (II.8)$$

Para calls y puts europeos (sobre acciones con dividendos) tenemos que:

$$v = Se^{-q\tau}\sqrt{\tau}N(d_1) \quad (II.9)$$

Por ejemplo; un incremento en la volatilidad de la acción de 1% causará un aumento en el precio de la opción por $(0.08)(1) = N\$0.08$.

La Vega disminuye cuando nos alejamos del dinero, o nos adentramos mucho en el dinero. Es decir; las opciones que se encuentran muy dentro del dinero o muy fuera del dinero tienen menos sensibilidad a cambios en la volatilidad.

Así mismo, es importante tomar en cuenta que la compra de opciones, genera vegas y gammas positivas; mientras que la venta de estas genera vegas y gammas negativas.

RHO

Las opciones son sensibles también, aunque en menor escala, a los movimientos en las tasas de interés y en los rendimientos.

La rho mide el cambio del precio de la opción ante un cambio en la tasa libre de riesgo.

$$\rho_c = \frac{\partial c}{\partial r} = Ee^{-r\tau} N(d_2) \tag{II.10}$$

$$\rho_p = \frac{\partial p}{\partial r} = -Ee^{-r\tau} N(-d_2) \tag{II.11}$$

En general, esta sensibilidad no ha sido de gran importancia ya que los inversionistas han observado a través de la historia, que estos cambios no suelen ser muy relevantes.

THETA

El deterioro del tiempo sobre una opción, es conocido como Theta.

Para opciones sobre acciones que no pagan dividendos se tiene lo siguiente:

$$\theta_c = \frac{\partial c}{\partial \tau} = \frac{-S\sigma N(d_1)}{2\sqrt{\tau}} - rEe^{-r\tau} N(d_2) \tag{II.12}$$

$$\theta_p = \frac{\partial p}{\partial \tau} = \frac{-S\sigma N(d_1)}{2\sqrt{\tau}} + rEe^{-r\tau} N(-d_2) \tag{II.13}$$

En el caso de que se dé pago de dividendos se tiene que:

$$\theta_c = \frac{-S\sigma e^{-q\tau} N(d_1)}{2\sqrt{\tau}} + qSe^{-q\tau} N(d_1) - rEe^{-r\tau} N(d_2) \tag{II.14}$$

$$\theta_p = \frac{-S\sigma e^{-q\tau} N(d_1)}{2\sqrt{\tau}} - qSe^{-q\tau} N(-d_1) + rEe^{-r\tau} N(-d_2) \tag{II.15}$$

Para la mayoría de las opciones θ generalmente es negativa, lo cual implica que la opción pierde valor a medida que pasa el tiempo.

Para las opciones americanas, esta medida es siempre negativa, lo cual brinda a sus tenedores la elección de un ejercicio temprano.

Entre mayor sea el valor absoluto de theta, mayor será la pérdida por día del valor de la opción, proveniente de mantener una opción debido al decaimiento del tiempo de la misma.

Por ejemplo, cuando el precio de la acción y la volatilidad del mismo se mantienen constantes, uno puede determinar que el precio de una posición larga en una opción de compra disminuye por 2/8 de punto sobre 15 días calendario, entonces;

$$\theta = \left(\frac{-0.25}{15 \cdot 365} \right) = -6.08$$

Esta theta(anualizada) puede convertirse a valor diario:

$$\text{Pérdida} \dots \text{diaria} = -6.08/365 = -N\$0.016$$

O una pérdida de tres meses de $N\$-0.016 \times 91 = N\152 por opción.

-APÉNDICE III-

EL PANORAMA EN EL SISTEMA FINANCIERO MEXICANO

Información tomada de la página www.mexder.com.mx

EVOLUCIÓN DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS DENTRO DEL SISTEMA FINANCIERO MEXICANO.

A partir de 1978 comenzaron las cotizaciones de contratos de futuros sobre el tipo de cambio peso/dólar, estas operaciones se suspendieron a raíz del control de cambios decretado en 1982 durante el gobierno de José López Portillo.

Posteriormente, en 1983 la BMV listó futuros sobre acciones individuales y petrobonos, los cuales registraron operaciones hasta 1986.

Fue en 1987 que se suspendió esta negociación debido a problemas de índole prudencial.

De igual forma, el Gobierno Federal ha emitido diversos instrumentos híbridos de deuda que incorporan contratos forwards para la valuación de los cupones y del principal, lo cual permite indizar estos valores nominales a distintas bases.

Dichos instrumentos han sido importantes para la constitución de carteras, aunque no han tenido liquidez en los mercados secundarios (excepto para reportos).

Entre los principales destacan:

- ▣ Petrobonos (1977 a 1991), indizados al petróleo calidad Istmo.
- ▣ Pagafes (1986 a 1991), indizados al tipo de cambio controlado.
- ▣ Tesobonos (1989 a la fecha), indizados al tipo de cambio libre.
- ▣ En el sector privado, se han emitido obligaciones y pagarés indizados.

En la década de los noventa, se negociaron contratos forward OTC (over the counter) sobre tasas de interés de títulos gubernamentales pactados en forma interinstitucional sin un marco operativo formal. Estas negociaciones fueron suspendidas a mediados de 1992.

A fines de 1994 entraron en vigor las normas de Banco de México para la operación de contratos forward sobre la tasa de interés interbancaria promedio (TIIP) y sobre el índice nacional de precios al consumidor (INPC), estas normas estaban apegadas a los lineamientos que el Grupo de los Treinta consideraba como estándares internacionales para garantizar el control administrativo y de riesgo.

A partir de octubre de 1992 se comenzaron a operar en la Bolsa Mexicana de Valores los Títulos Opcionales (warrants) sobre acciones individuales, canastas e índices accionarios.

Entre 1992 y 1994 se listaron en la Bolsa de Luxemburgo y la Bolsa de Londres, diversos warrants sobre acciones e índices accionarios mexicanos.

A finales de 1992 se inició la negociación de opciones sobre ADR's de Telmex L en The Chicago Board Options Exchange.

En 1994 se operaban diversas opciones sobre acciones mexicanas en CBOE, AMEX, New York Options Exchange (NYOE), NYSE y PLHX, además de las bolsas de Londres y Luxemburgo.

Simultáneamente, se celebraban contratos forward y swaps sobre tipo de cambio, tasas de interés y commodities, entre intermediarios extranjeros y entidades nacionales, sin reconocimiento ni protección jurídica.

Entre 1994 y 1997 se lograron significativos avances, tanto en aspectos estructurales y regulatorios, como en la generación de las bases que permitieran un mejor desenvolvimiento del mercado.

Algunos de los logros preliminares fueron la centralización de los procesos administrativos y de liquidación de todos los títulos negociados en el mercado de valores, incluyendo los títulos gubernamentales; la valuación diaria de instrumentos de capital y de deuda; la promoción de la liquidez por medio de reducciones de cuotas y comisiones, nuevas formas de "autoentrada" para los intermediarios, flexibilización de procedimientos de arbitraje y ejecución de operaciones internacionales.

Finalmente, el 31 de diciembre de 1996 fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación las "Reglas a que habrán de sujetarse las sociedades y fideicomisos que participen en la constitución y operación de un mercado de productos derivados cotizados en Bolsa".

Estas reglas definen la arquitectura del mercado, las bases corporativas para la constitución de la Bolsa y de su correspondiente Cámara de Compensación y Liquidación, así como las formas de operación de sus participantes.

Adicionalmente, el 26 de mayo de 1997, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores publicó las "Disposiciones de carácter prudencial a las que se sujetarán en sus operaciones los participantes en el mercado de futuros y opciones cotizados en bolsa", mediante el cual se establecen las atribuciones y facultades de supervisión y vigilancia de la Bolsa, de la Cámara y de las propias Autoridades. Este documento define normas prudenciales de operación de los participantes y las facultades autorregulatorias de MexDer y Asigna.

MEXDER

ESTÁNDARES INTERNACIONALES

Para la creación del Mercado de derivados mexicano se siguieron los lineamientos que marcan IFC, IOSCO y los estándares propuestos por el G-30, mismos que plantean, entre otros, los siguientes requerimientos:

- Cámara. Establecer una Cámara de Compensación centralizada.
- Liquidación. Modernizar el sistema bancario de pagos.
- Regulación. Homologar los estándares internacionales de regulación, autorregulación y supervisión.
- Intermediación. Establecer esquemas competitivos de intermediación y alcanzar niveles adecuados de capitalización y capacidad tecnológica de los participantes.
- Cultura de derivados. Difundir y promover el conocimiento de los productos derivados entre intermediarios, empresarios e inversionistas y desarrollar principios de administración de riesgos.

- Nivel de riesgo. Utilizar los productos derivados de acuerdo con una política general de manejo de riesgo y capital; evaluando riesgos de mercado mediante análisis de probabilidad e indicadores de sensibilidad. Administrar riesgos de manera independiente. Realizar simulaciones para determinar el efecto de situaciones extremas de mercado y desarrollar condiciones de contingencia.

- Valuación. Valuar diariamente a precio de mercado (marking to market) y, en su defecto, valuar los portafolios con base en postura media de compra y de venta.

- Posiciones límite. Establecer límites de acuerdo con: recursos de capital, liquidez del mercado, utilidad esperada, experiencia del operador y estrategia general. Efectuar periódicamente proyecciones sobre necesidades de fondeo e inversión de acuerdo con posiciones en derivados (coberturas, colateral, efectivo).

- Certificación. Certificar la calidad ética y técnica de los participantes en las actividades del mercado.

- Tecnología. Contar con sistemas adecuados para captura, procesamiento y divulgación de información, liquidación, medición de riesgos y administración de cuentas

VENTAJAS

Entre los aspectos que favorecerían al funcionamiento de un mercado organizado de futuros y opciones estandarizados en México, se tuvieron presentes las siguientes ventajas:

- Establecer condiciones para una mayor competitividad financiera internacional.

- Desestimular la migración de capitales mexicanos a otros mercados.

- Lograr un balance adecuado entre importación y exportación de servicios financieros.

- Diversificar y flexibilizar los instrumentos disponibles por el sector financiero mexicano.

- Atraer la participación de intermediarios e inversionistas extranjeros.

- Desarrollar y facilitar la aplicación de mecanismos de administración de riesgos.

- Generar instrumentos de cobertura para empresas no financieras.

- Crear condiciones de complementariedad con productos listados OTC.

PRINCIPALES OBLIGACIONES

- Ofrecer la infraestructura física y procedimientos para celebrar Contratos de Futuros y Contratos de Opciones.

- Crear los comités necesarios para su funcionamiento.

- Conciliar y decidir a través de los comités establecidos las diferencias que, en su caso, surjan por las operaciones celebradas.

- Mantener programas permanentes de auditoría a los Operadores y Socios Liquidadores.

- Vigilar la transparencia, corrección e integridad de los procesos de formación de precios, así como la estricta observancia de la normativa aplicable en la contratación de las operaciones.

- Establecer los procedimientos disciplinarios destinados a sancionar aquellas infracciones cometidas por los Socios Liquidadores y Operadores, y garantizar que las operaciones se efectúen en un marco de transparencia y confidencialidad.

- Diseñar e incorporar los Contratos de Futuros y Opciones que serán negociados, entre otras.

REGIMEN JURÍDICO

MexDer y Asigna, así como sus socios y otros participantes, están regidos por las siguientes disposiciones:

- Reglas a las que habrán de sujetarse las sociedades y fideicomisos que intervengan en el establecimiento y operación de un mercado de futuros y opciones cotizados en Bolsa.
- Disposiciones de carácter prudencial a las que se sujetarán en sus operaciones los participantes en el mercado de futuros y opciones cotizados en Bolsa.
- Reglamento Interior de MexDer y Asigna, así como sus estatutos, manuales de procedimientos y otras disposiciones autorregulatorias.
- Las demás leyes y disposiciones que aplican al Sistema Financiero Mexicano.

REGLAS

Algunas de las reglas* que se manejan para las personas físicas y morales, así como para los fideicomisos que intervengan en el establecimiento y operación de los mercados de futuros y opciones cotizadas en Bolsa son:

- Las personas que deseen constituir una sociedad que tenga por objeto actuar como Bolsa, así como las instituciones de banca múltiple que deseen actuar como fiduciarias en los fideicomisos que tengan por fin operar como Cámara de Compensación, deberán presentar, para cada sociedad y fideicomiso, la correspondiente solicitud de autorización por escrito a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- Las Bolsas que hayan recibido la autorización correspondiente, tendrán la obligación de proveer las instalaciones, mecanismos y procedimientos adecuados para celebrar los Contratos de Futuros y Contratos de Opciones; crear los comités necesarios para atender, al menos, los asuntos relativos a la Cámara de Compensación, finanzas, admisión, contencioso y disciplina, ética, autorregulación, y conciliación y arbitraje.; vigilar la transparencia, corrección e integridad de los procesos de formación de los precios; contar con un sistema de control interno que permita dar seguimiento preciso y conocer la información completa de cada transacción y publicar sus estados financieros y presentar a las Autoridades el resultado de una auditoría externa realizada por alguna de las firmas que aprueben dichas Autoridades, efectuada por lo menos una vez al año entre otras.
- Las Bolsas deberán, en todo momento, mantener un capital mínimo equivalente en moneda nacional a cuatro millones de Unidades de Inversión. Dicho capital mínimo deberá estar totalmente suscrito y pagado. El capital mínimo deberá estar integrado por acciones sin derecho a retiro.

* REGLAS A LAS QUE HABRAN DE SUJETARSE LAS SOCIEDADES Y FIDEICOMISOS QUE INTERVENGAN EN EL ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DE UN MERCADO DE FUTUROS Y OPCIONES COTIZADOS EN BOLSA. (Publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1996 y modificadas mediante Resoluciones publicadas en el mismo Diario el 12 de agosto y 30 de diciembre de 1998).

ESTRUCTURA

El mercado mexicano de derivados esta integrado por socios operadores y liquidadores.

Socios Liquidadores y Operadores:

- Casas de Bolsa
- Instituciones Bancarias
- Personas morales no financieras

La Bolsa de Futuros y Opciones, constituida por MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V. y su Cámara de Compensación, establecida como Asigna, Compensación y Liquidación, son instituciones que cuentan con facultades autorregulatorias para establecer normas supervisables y sancionables por sí mismas, brindando transparencia y desarrollo ordenado del mercado y seguridad a sus participantes.

Por lo que respecta a su estructura y organización interna podemos mencionar básicamente:

Asamblea de Accionistas

Es el órgano supremo de la sociedad y sus resoluciones legalmente adoptadas son obligatorias para todos los accionistas.

Consejo de Administración

Es el órgano encargado de la administración de MexDer y está integrado por Consejeros propietarios y sus respectivos suplentes. Entre sus principales funciones se encuentran las siguientes:

- Aprobar la naturaleza de los servicios que preste la sociedad.
- Resolver sobre las solicitudes de admisión de nuevos participantes.
- Constituir e integrar los comités que estime necesarios o convenientes para el desahogo y resolución de asuntos, así como expedir sus reglas de integración y funcionamiento.
- Autorizar o suspender la inscripción de Operadores y Socios Liquidadores.
- Adoptar las medidas necesarias para atender cualquier contingencia que altere o interrumpa la negociación.
- Aprobar las Condiciones General de Contratación de nuevos productos.
- Establecer lineamientos para la operación de la Cámara de Compensación, entre otros.

Comités

El Consejo de Administración es apoyado por diversos comités para el desahogo y resolución de asuntos de naturaleza específica, previstos en las Reglas y Disposiciones de carácter prudencial emitidas por las Autoridades Financieras, así como en los Estatutos y el Reglamento Interior de MexDer.

Comité Ejecutivo

Integrado por el presidente del Consejo, Socios Liquidadores y Operadores que designe el propio Consejo, tiene como funciones elaborar los planes para implementar las estrategias de desarrollo del mercado, su promoción y difusión; revisar y proponer modificaciones al

presupuesto de ingresos, egresos e inversión institucional; así como presentar propuestas en cuanto a servicios, comisiones, derechos y tarifas.

Comité de Admisión y Nuevos Productos

Es el órgano colegiado de MexDer encargado de auxiliar al Consejo en sus facultades técnicas, de admisión de Socios Liquidadores y Operadores, de autorización de miembros y de acreditación del personal de los mismos.

Comité Normativo y de Ética

Es el órgano colegiado encargado de auxiliar al Consejo en sus facultades normativas. Está compuesto por expertos en asuntos regulatorios.

Comité de Auditoría

Integrado por expertos en su área, ha tenido a su cargo definir los esquemas de auditoría pre-operativa y post-operativa para los Socios Liquidadores y Operadores del mercado. Establece los programas de auditoría interna a los Socios Liquidadores, Operadores y a la Cámara de Compensación.

Comité Disciplinario y Arbitral

Es el órgano colegiado de MexDer encargado de auxiliar al Consejo en sus facultades disciplinarias. Entre sus principales funciones se encuentran vigilar, resolver y sancionar las infracciones a la normativa vigente.

Comité de Certificación

Este comité cumple la responsabilidad de implementar los lineamientos y supervisar el proceso de certificación del personal de los Socios Operadores y Liquidadores, de acuerdo a las disposiciones contenidas en el Reglamento Interior y el Manual de Políticas y Procedimientos de MexDer.

Comité de Cámara de Compensación

Es aquél encargado de vigilar la prestación de servicios contratados entre MexDer y Asigna, así como las comisiones y tarifas cobradas por los mismos, entre otras funciones.

INSTRUMENTOS QUE COTIZAN EN EL MEXDER

Los instrumentos derivados que actualmente cotizan en el MEXDER son: Futuros financieros sobre divisas, índices y acciones.

DIVISAS	ÍNDICES	TASAS DE INTERÉS	ACCIONES INDIVIDUALES
Dólar de los Estados Unidos de América.	Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV (IPC)	Certificados de la Tesorería de la Federación a 91 días. (CETES)	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.(CMXC)
		Tasa Interbancaria de Equilibrio a 28 días.(TIIE)	Fomento Económico Mexicano, S.A. de C.V. (FEMD)
			Grupo Carso, S.A. de C.V. (GCAA)
			Teléfonos de México, S.A. de C.V (TLMX)
			Grupo Financiero Banamex-Accival, S.A. de C.V. (BNCO)
			Grupo Financiero Bancomer, S.A. de C.V. (GFBO)

ANTES DE OPERAR

Para lograr una participación exitosa dentro del MEXDER, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Antes de operar:

I. Pronostique

- Desarrolle un escenario propio y varios alternativos.
- Compare con la percepción dominante en el mercado.

II. Analice

- Estime sus flujos de efectivo y sus riesgos en diferentes escenarios.

Al evaluar una posible operación con derivados:

III. Examine

- Desglose la operación en sus componentes elementales.
- Elimine la palanca financiera. Comprenda las implicaciones operativas de la estrategia adoptada.
- Identifique las variables que tienen mayor impacto en el valor de la transacción.

IV. Simule

- Calcule el punto de equilibrio al momento de negociar y el grado de apalancamiento, su evolución en el tiempo y bajo escenarios alternativos.

V. Dimensione

- Determine tamaño y grado de apalancamiento óptimos

VI. Comprometa

- Comprometa a su contraparte a ofrecer posturas con un máximo "spread".
- Fije la frecuencia y tamaño de compra-venta.
- Pida que le definan si son precios para operar, teóricos o precios promedio de mercado.
- Conozca y evalúe los métodos de su contraparte y su calidad crediticia.
- Compare sus precios con los de otros mercados.

Al aprobar una operación:

VII. Faculte

- Defina quién puede contratar derivados, de qué clase y por qué valor. Identifique si se necesitan firmas mancomunadas.
- Reconozca las condiciones en que puede entrar a una transacción, especialmente con derivados que no se han operado antes.

VIII. Limite

- Establezca los perfiles de riesgo aceptables.
 - Riesgo mercado: límites para delta, gama, vega o rho.
 - Riesgo crédito: límites a contrapartes y concentración, establezca mecanismos automáticos para llamadas de aportaciones extraordinarias y otros apoyos a la calidad crediticia.

IX. Asegúrese

- Asegúrese que dispone de sistemas, procedimientos, estándares contables, manuales, registros y personas adecuadas para operar y monitorear posiciones.

Después de operar:

X. Monitoree

- Determine parámetros de variación y establezca mecanismos que activen el cierre automático de posiciones en caso de rompimiento de dichos parámetros.
- Determine procedimientos y personas con autoridad para desactivarlos.

PREVENCIÓN DE RIESGOS

En la siguiente tabla se muestran los principales riesgos a los que se enfrenta el Mexder hoy en día, así como las acciones preventivas y correctivas que se llevan a cabo dentro de este mercado de derivados.

RIESGOS

TIPO	CAUSA	PREVENCIÓN Y CORRECCION
MERCADO	Movimientos adversos de precios/tasas	Liquidación diaria de pérdidas y ganancias, llamadas de margen. Monitoreo de precios
CONTRAPARTE	Incumplimiento	Cámara de compensación, contraparte, socios liquidadores, red de seguridad
LIQUIDEZ	Falta de liquidez	Formadores de mercado, ejecución de garantías, inversión líquida.

HUMANO	Fallas organizativas y de capacitación	Capacitación y certificación, supervisión, separación de áreas, operaciones y administración de riesgo
OPERATIVO	Errores de procedimientos	Controlador normativo, manuales operativos, políticas de administración de riesgos
REGULATORIO	Marco normativo inadecuado	Reglas y marco prudencial, autorregulación, reglamentos y manuales, supervisión y vigilancia
SISTEMÁTICO	Insuficiencias estructurales Sistema financiero	Posiciones límite, plan de contingencias, capitalización según riesgo

ASIGNA

En los mercados de derivados listados o estandarizados, la función de la Cámara de Compensación es de vital importancia, debido a que se convierte en la contraparte y por ende representa la garantía de todas las obligaciones financieras que se derivan de la operación de los contratos derivados.

ESTRUCTURA CORPORATIVA

Asigna, Compensación y Liquidación es un fideicomiso de administración y pago establecido en Bancomer, S.A.

Los Fideicomitentes de Asigna son a su vez fideicomisos de administración y pago constituidos por los principales grupos financieros establecidos en el país

- Banamex, S.A.
- Banco Bilbao Vizcaya-México, S.A., Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero BBV-Probursa.
- Banco Inverlat, S.A.
- Bancomer, S.A.
- Banca Serfin, S.A.

Estos fideicomitentes son los Socios Liquidadores de Asigna y son aportantes de recursos para la constitución del Fondo de Patrimonio de la Cámara de Compensación, así como del Fondo de Compensación y del Fondo de Aportaciones. Asigna cuenta también con el Socio Patrimonial S.D. Indeval.

El órgano de Gobierno Máximo de Asigna es la **Asamblea de Fideicomitentes**, la cual fija la forma de establecer el Patrimonio del Fideicomiso, los fines a los cuales será destinado. Esta asamblea delega las decisiones administrativas en el **Comité Técnico**, mismo que está integrado por representantes de los propios Socios Liquidadores, el Socio Patrimonial y por Miembros independientes, quienes tienen como principal función revisar de manera continua las decisiones administrativas e instruir al Banco Fiduciario sobre el manejo del Patrimonio.

MARCO REGULATORIO

Asigna como participante del mercado financiero se encuentra regido por una serie de reglamentos y normas que pretenden establecer una sana operación y manejo claro en la compensación y liquidación de los contratos operados en MexDer.

Dentro del Marco Regulatorio se encuentran las disposiciones emitidas por las Autoridades Financieras, MexDer y los ordenamientos propios.

REGULACIÓN GUBERNAMENTAL

Asigna se encuentra regulada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y por el Banco de México.

La regulación realizada por estas Autoridades se encuentra establecida en las siguientes reglas:

- " REGLAS A LAS QUE HABRÁN DE SUJETARSE LAS SOCIEDADES Y FIDEICOMISOS QUE INTERVENGAN EN EL ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DE UN MERCADO DE FUTUROS Y OPCIONES COTIZADOS EN BOLSA ", publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1996 y modificadas mediante Resoluciones publicadas en el mismo Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1998 y el 30 de diciembre de 1998.
- "DISPOSICIONES DE CARÁCTER PRUDENCIAL A LAS QUE SE SUJETARÁN EN SUS OPERACIONES LOS PARTICIPANTES EN EL MECADO DE FUTUROS Y OPCIONES COTIZADOS EN BOLSA", publicadas en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de mayo de 1997 y modificadas mediante resoluciones publicadas en el mismo el día 12 de agosto de 1998.

AUTORREGULACIÓN

Las Reglas y Disposiciones Gubernamentales establecen la creación de un marco autorregulatorio. Esto significa que Asigna cuenta con facultades de supervisión, dictaminación y sanción de las entidades (Socios Liquidadores) con quienes interactúa.

Las facultades de Asigna están consignadas en el Reglamento Interior de Asigna, Compensación y Liquidación y en el Manual Operativo de Asigna, Compensación y Liquidación. Estas disposiciones señalan los mecanismos y lineamientos que esta debe seguir para el correcto desempeño de su función de compensación y liquidación, así como los derechos y las obligaciones de los Socios Liquidadores y las facultades de Asigna para vigilar y sancionar violaciones a las normas establecidas

SUPERVISIÓN

Asigna tiene la facultad de supervisar la suficiencia financiera de sus Socios, para ello requiere de estos lo siguiente:

Información Operativa

Los Socios Liquidadores tienen la obligación de proporcionar toda información de carácter operativa a Asigna, debiendo mantener los registros de las Ordenes y Operaciones ejecutadas por un periodo de al menos cinco años.

Antes de iniciar operaciones con un Cliente nuevo, los Socios Liquidadores deben proporcionar a Asigna los datos generales de la persona (física o moral).

Información Financiera y Contable

Los Socios Liquidadores deben entregar diariamente a Asigna, un reporte en el que señalen su nivel de Patrimonio Mínimo para realizar Operaciones, señalando la segmentación de los activos que lo constituyan; los estados financieros en forma mensual, dentro del plazo de 10 (diez) Días Hábiles siguientes a la fecha de cierre de cada mes calendario. Así mismo, deberán mencionar las inversiones realizadas en el fondo de Excedentes de Aportaciones Iniciales Mínimas y del fondo de Patrimonio Mínimo; los estados financieros anuales dictaminados, dentro de los cuatro meses siguientes al cierre del ejercicio social respectivo, los cuales tendrán que incluir aquellos elementos adicionales que determine Asigna en materia de productos derivados.

Información Legal

Los Socios Liquidadores tienen la obligación de informar a Asigna el mismo Día Hábil, cualquier cambio relacionado con el cumplimiento de los requisitos e información que, para ser Socio Liquidador, se establecen en el Reglamento y en el Manual Operativo, cambios en sus representantes legales, así como en sus facultades y funciones. También deberán informar a la Cámara de Compensación dentro de los cinco Días Hábiles posteriores, las resoluciones por las que se acuerde, según sea el caso, su fusión, escisión, transformación, sustitución de fiduciaria, disolución y liquidación o cualquier otra resolución que afecte la estructura corporativa o contractual de la institución fiduciaria que administre al Socio Liquidador o de la persona moral fideicomitente del Socio Liquidador. Así como, las resoluciones por las que se acuerde su transformación, sustitución de fiduciario, liquidación o cualquier otra resolución que afecte su estructura organizacional.

Auditorías a los Socios Liquidadores

Las auditorías consisten en: revisión, examen y verificación de los contratos, manuales, registros y sistemas operativos y contables de los Socios Liquidadores, con el fin de comprobar el cumplimiento de sus obligaciones contenidas en el Reglamento Interior de Asigna, el Manual Operativo, la normatividad aplicable, así como en sus planes generales de funcionamiento y manuales de políticas, procedimientos de operación, control de riesgos y liquidez.

Todas las auditorías son sin previo aviso y por órdenes de Asigna, a través de su personal o de auditores que la misma contrate para tales efectos, de acuerdo con los requisitos que establezca el Subcomité de Auditoría y conforme a lo dispuesto en el Reglamento Interior de Asigna.

CONTROL DE RIESGOS

Como contraparte de todos los contratos operados en el mercado de derivados, Asigna desarrolla una serie de actividades encaminadas a mantener la integridad financiera y operativa de sus Intermediarios, Clientes y de sí misma.

De las primeras actividades de control de riesgos son las encaminadas a evitar la concentración de posiciones abiertas que lleguen a ser de alto riesgo para el mercado en su conjunto.

En este sentido las principales actividades que se desarrollan son las siguientes:

- ▣ Monitoreo permanente del comportamiento del mercado.
- ▣ Monitoreo de las posiciones abiertas y posiciones límite.
- ▣ Supervisión de los procesos de liquidación diaria y al vencimiento de los contratos.

- Vigilancia del cumplimiento de manuales y reglamentos internos.
- Observación de los parámetros operativos.
- Como una medida de prevención de quebrantos de Intermediarios y Clientes, se lleva a cabo una evaluación de riesgo al que se exponen.

Para realizar esta actividad, Asigna desarrolla entre otras, las siguientes:

- Monitorea en tiempo real las posiciones de sus Operadores y Clientes, así como la suficiencia de recursos.
- Realiza simulaciones con movimientos extremos de precios para cada cuenta abierta en el mercado.
- Establece alarmas sobre la insuficiencia de recursos con el fin de requerir recursos de manera oportuna.
- Detonar una Liquidación Extraordinaria, en caso de que las Aportaciones Iniciales Mínimas sean insuficientes.

De igual forma, Asigna desarrolla una serie de actividades encaminadas a la implementación y desarrollo de metodologías que permiten estimar parámetros de riesgo, con el objeto de mantener la integridad financiera del mercado.

ESQUEMA OPERATIVO

La Cámara de Compensación y Liquidación instala terminales en el domicilio del Socio Liquidador asignando claves de acceso al personal autorizado para ingresar al sistema de compensación y liquidación, en niveles diferenciados, que van desde la consulta restringida hasta la actualización directa.

El Socio Liquidador debe confirmar cada operación, indicando la posición (apertura o cierre) y la cuenta (Propia, Grupo y de Terceros), antes de transmitirla a la Cámara de Compensación y Liquidación. Una vez aceptada la operación por Asigna, MexDer lo informa a los Intermediarios a través del sistema SIVA FUTUROS.

El proceso de registro de operaciones en el sistema de compensación y liquidación se produce en forma automática, mediante la transmisión de operaciones realizada por el sistema SIVA FUTUROS.

Si la Cámara de Compensación rechaza una operación, es igualmente registrada de manera automática.

Al momento en que se registra una operación en el sistema de compensación y liquidación de Asigna, la posición de la cuenta de destino en las que se realizó la operación se actualiza en forma automática conforme a los siguientes principios:

1. Para las cuentas propias: Si la posición existente es corta, las posiciones cortas nuevas se adicionan y las posiciones largas las cancelan. De igual forma, si la posición existente es larga, las posiciones largas nuevas se adicionan y las posiciones cortas las cancelan.

2. Para el caso de cuentas de clientes y de grupo que de manera simultáneas llevan posiciones largas y cortas: las posiciones largas se adicionan a las posiciones largas existentes cuando el miembro en el momento de la confirmación indicó apertura. Las posiciones cortas se adicionan a las posiciones cortas existentes cuando el miembro en el momento de la confirmación indicó apertura. Y las posiciones largas cancelan a las posiciones cortas existentes cuando el miembro en el momento de la confirmación indicó el cierre.

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

Asigna realiza un proceso de liquidación "marking to market", conforme a este esquema, los saldos acreedores o deudores que los Socios Liquidadores generan en un día de operación se liquidan entre las 9:00 y las 10:00 hrs. del día siguiente

LIQUIDACIÓN DE OPERACIONES

Liquidación diaria

Son materia de Liquidación Diaria:

- a. Las ganancias y las pérdidas que resulten de la variación del Precio de Liquidación Diaria de los Contratos durante su vigencia y hasta la Fecha de Vencimiento;
- b. Las Aportaciones Iniciales Mínimas correspondientes a los Contratos Abiertos, incluyendo los rendimientos generados en base al cálculo de ese día;
- c. Las aportaciones para la constitución del Fondo de Compensación, así como los rendimientos que éstas generen en base al cálculo de ese día. Las cuotas y comisiones correspondientes a los servicios de compensación y liquidación de Asigna, son calculadas diariamente para liquidarlas en forma mensual en la liquidación del primer día hábil del mes subsecuente, según se especifique en los reportes de Liquidación Diaria correspondientes.

La cantidad total derivada de los conceptos descritos en cada fracción, integrará en lo individual un saldo neto diario y deberá ser cubierta únicamente en efectivo. Las liquidaciones se calcularán tomando en cuenta el valor de las Aportaciones en valores y en efectivo en poder de Asigna al momento de la liquidación.

Liquidación Extraordinaria

Cuando existen condiciones de inestabilidad en la negociación del Activo Subyacente o cuando uno o varios Socios Liquidadores incrementen en forma considerable sus Contratos Abiertos, Asigna podrá requerirles durante el horario de operación, que disminuyan los Contratos Abiertos que mantengan en sus Cuentas o, en su caso, que modifiquen sus Aportaciones Iniciales Mínimas por medio de una Liquidación Extraordinaria, misma que únicamente se cubrirá en efectivo y podrá ser requerida en cualquier momento durante la sesión de negociación y antes del cierre del mercado a criterio de la Cámara de Compensación como parte de las facultades extraordinarias.

Liquidación al Vencimiento

Las operaciones se liquidarán en especie o en efectivo según se determine en las Condiciones Generales de Contratación. Son materia de liquidación al vencimiento, los Contratos Abiertos al cierre de negociación en la Fecha de Vencimiento.

La liquidación al vencimiento de los Contratos de Futuro sobre divisas se realiza en especie a través de un banco agente que cuenta con oficinas en los Estados Unidos Mexicanos y en el país de origen de la divisa, mientras que la liquidación al vencimiento de los Contratos de Futuros sobre acciones se realiza en especie a través de una casa de bolsa agente.

APORTACIÓN INICIAL MÍNIMA (AIM)

Los Socios Liquidadores tienen la obligación de entregar diariamente a Asigna, las Aportaciones Iniciales Mínimas en efectivo o en valores, respecto de los Contratos Abiertos que mantengan registrados en sus Cuentas para cada Clase, las cuales deben ser suficientes para cubrir las pérdidas máximas esperadas que pudieran generar los Contratos Abiertos registrados en las Cuentas en cada día de negociación.

Dichas aportaciones constituyen el *Fondo de Aportaciones*, y son administradas e invertidas por Asigna prevaleciendo los criterios de seguridad y liquidez sobre el de rendimiento. Los Socios Liquidadores podrán recibir aportaciones en valores a través de una institución depositante de la S.D. Indeval S.A. de C.V. que se encuentre facultada por Asigna para recibir y entregar aportaciones en valores de conformidad con las instrucciones recibidas por parte de los Clientes.

Asigna actualiza diariamente el monto de las Aportaciones Iniciales Mínimas de cada Socio Liquidador y, en su caso, les requiere recursos adicionales o les devuelve los recursos excedentes en efectivo como parte de la Liquidación Diaria.

Los valores entregados como aportaciones se devuelven a solicitud de los Intermediarios siempre y cuando al registrarlos no se pierda la suficiencia del requerimiento de aportaciones dada la posición. Adicionalmente, Asigna actualiza las Aportaciones Iniciales Mínimas de cada Socio Liquidador durante el horario de negociación a través del requerimiento de una Liquidación Extraordinaria.

FONDO DE COMPENSACIÓN

Asigna mantiene un Fondo de Compensación, mismo que estará integrado por aportaciones en efectivo que realicen los Socios Liquidadores. De acuerdo con lo establecido en las Reglas, las Disposiciones, el Reglamento y el Manual Operativo, el monto depositado por cada Socio Liquidador será proporcional al monto de Aportaciones Iniciales Mínimas entregadas a Asigna, que de acuerdo a las Reglas, el mínimo es el 10% de las AIM's.

Los Socios Liquidadores tienen la obligación de constituir y reconstituir diariamente el Fondo de Compensación con relación al aumento o reducción de los Contratos Abiertos en cada una de sus Cuentas.

La Cámara de Compensación actualizará diariamente el monto de las aportaciones de cada Socio Liquidador al Fondo de Compensación y, en su caso, les requerirá recursos adicionales o les devolverá los recursos excedentes como parte de la liquidación. En situaciones de emergencia, la Cámara de Compensación tendrá la facultad de disponer parcial o totalmente de las aportaciones al Fondo de Compensación, en cuyo caso, la afectación se realizará a prorrata.

Las aportaciones individuales de cada Socio Liquidador al Fondo de Compensación se destinarán a cubrir las obligaciones que no hayan sido cubiertas al momento de realizarse las liquidaciones y una vez que la aplicación de su Fondo de Aportaciones resulte insuficiente.

RED DE SEGURIDAD

La Red de Seguridad de Asigna, Compensación y Liquidación establece las políticas y procedimientos que permiten a la Cámara enfrentar cualquier potencial incumplimiento y/o quebranto de alguno(s) de sus Socios Liquidadores y cumplir de esta forma con su función primordial de ser la contraparte de las operaciones pactadas en MexDer.

ESQUEMA BÁSICO

Si alguno de los Clientes de un Socio Liquidador incumple con sus obligaciones de pago, el Socio deberá detonar su Red de Seguridad interna para cubrir el saldo incumplido e incluso las pérdidas generadas por dicho incumplimiento.

Esta Red de Seguridad contempla distintos estratos de disposición de recursos:

- Los saldos existentes en calidad de Excedentes de Aportaciones Iniciales Mínimas a nombre del Cliente, tanto en efectivo como en valores.
- La solicitud de aportaciones adicionales al Cliente.
- Los excedentes de patrimonio mínimo del Socio Liquidador, tanto en efectivo como en valores, sin afectar el monto mínimo exigido por la regulación vigente de las autoridades gubernamentales y de Asigna.
- El cierre de los contratos del Cliente que permanezcan abiertos hasta el nivel necesario para cubrir el saldo adeudado, incluyendo las ganancias generadas por dicho cierre y la devaluación de los recursos del Fondo de Aportaciones y del Fondo de Compensación liberados por Asigna y los excedentes del Patrimonio Mínimo.

A partir de este momento, Asigna considera que el Incumplimiento se deriva del Socio y, en consecuencia, se detonará la Red de Seguridad de Asigna, Compensación y Liquidación, decretando la intervención del Socio incumplido, sustituyendo su administración por un Comisionados de Ejecución designado por Asigna.

La Red de Seguridad se inicia a través de la aplicación de recursos en la medida en que estén disponibles para requerimientos sucesivos que logren finalmente cubrir el monto total del Socio Liquidador frente a ella.

ESTRUCTURA

La estructura de la Red de Seguridad de Asigna establece 6 grandes niveles de recursos de los cuales pueden disponer, en primera instancia, el Comisionado de Ejecución designado por Asigna y, en segundo lugar, la propia Cámara (Asigna), para enfrentar el incumplimiento de alguno de los Socios Liquidadores.

A su vez, cada uno de estos niveles cuenta con una serie de recursos detallados de los cuales dispondrán sucesivamente el Comisionado de Ejecución y Asigna, hasta lograr satisfacer completamente el monto incumplido, generando así un proceso donde el riesgo es mutualizado entre todos los Socios Liquidadores de Asigna.

DESCRIPCIÓN

Una vez que Asigna ha determinado la intervención del Socio Liquidador incumplido, designando un Comisionado de Ejecución para sustituir la administración de dicho Socio, este procede a utilizar sucesivamente los recursos disponibles hasta en seis grandes niveles, dependiendo del tipo de Socio Liquidador de que se trate (por Cuenta Propia o por Cuenta de Terceros), hasta cubrir el monto total incumplido.

Dispondrá, en ese orden, de:

- **Nivel 1:** Los recursos del Cliente incumplido, si se trata de un Socio Liquidador de Posición de Terceros.
- **Nivel 2:** Los recursos del Socio Liquidador incumplido.
- **Nivel 3:** Los recursos de, en caso de que lo haya, el otro Socio Liquidador del mismo Grupo Financiero donde se ubica el Socio incumplido.
- **Nivel 4:** Los recursos del Fondo de Compensación.
- **Nivel 5:** Los recursos de los Socios Liquidadores.
- **Nivel 6:** Los recursos de Asigna.

Cada una de estas fases sería ejecutada bajo un estricto apego a los esquemas vigentes de regulación. En particular, el Reglamento Interior de Asigna, Compensación y Liquidación el cual regula y prevé todos los puntos relacionados con la ejecución de la Red de Seguridad de la Cámara.

-GLOSARIO-

Activo(s) Subyacente(s): Aquel bien o índice de referencia, objeto de un Contrato de Futuro o de un Contrato de Opción, concertado en la Bolsa.

Aportación(es): Al efectivo, valores o cualquier otro bien que aprueben las Autoridades, que deba entregarse a los Socios Liquidadores y, en su caso, a los Socios Operadores, por cada Contrato Abierto, para procurar el cumplimiento de las obligaciones derivadas de los Contratos de Futuros o Contratos de Opciones correspondientes.

Aportación(es) Inicial(es) Mínima(s): A la Aportación que deberá entregar cada Socio Liquidador a la Cámara de Compensación por cada Contrato Abierto.

Arbitraje: En el mercado de opciones y de otros productos derivados, el término se aplica cuando se crea una estrategia que implica comprar un contrato que se considera esta subvaluado, y vender otro considerado sobrevaluado de dos activos subyacentes relacionados, esperando obtener un beneficio positivo libre de riesgo sin que medie inversión alguna.

Autoridades: Conjunta o indistintamente, a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a la Comisión Nacional Bancaria y de Valores y al Banco de México.

Boletín: Es el medio de difusión de la información de mercado generada en las sesiones de negociación de la Bolsa, así como de la información relativa a los Activos Subyacentes, a los Socios Liquidadores y Operadores, y a la Cámara de Compensación

Bolsa(s): A la sociedad anónima que tenga por objeto proveer las instalaciones y demás servicios para que se negocien los Contratos de Futuros y Contratos de Opciones.

Cámara(s) de Compensación: Al fideicomiso que tenga por fin compensar y liquidar Contratos de Futuros y Contratos de Opciones, así como actuar como contraparte en cada operación que se celebre en la Bolsa.

Cliente(s): A las personas que celebren Contratos de Futuros y Contratos de Opciones en la Bolsa, a través de un Socio Liquidador, o de un Socio Operador que actúe como comisionista de un Socio Liquidador, y cuya contraparte sea la Cámara de Compensación.

Contrato(s) Abierto(s): Aquella operación celebrada en la Bolsa por un Cliente a través de un Socio Liquidador, que no haya sido cancelada por el mismo Cliente, por la celebración de una operación de naturaleza contraria del mismo tipo a través del mismo Socio Liquidador.

Contrato(s) de Futuro(s): Aquel contrato estandarizado en plazo, monto, cantidad y calidad, entre otros, para comprar o vender un Activo Subyacente, a un cierto precio, cuya liquidación se realizará en una fecha futura.

Si en el Contrato de Futuro se pacta el pago por diferencias, no se realizará la entrega del Activo Subyacente.

Contrato(s) de Opción(es): Aquel contrato estandarizado en el cual el comprador mediante el pago de una prima adquiere del vendedor el derecho, pero no la obligación, de comprar (CALL) o vender (PUT) un Activo Subyacente a un precio pactado (precio de ejercicio) en una fecha futura, y el vendedor se obliga a vender o comprar, según corresponda, el Activo Subyacente al precio convenido. El comprador puede ejercer dicho derecho según se haya acordado en el contrato respectivo.

Si en el Contrato de Opción se pacta el pago por diferencias, no se realizará la entrega del Activo Subyacente.

Costos de Acarreo: Costos a los que se incurre al almacenar un bien físico, están compuestos por los intereses que se generan, seguros y pérdidas por almacenamiento.

Cuenta de Clientes: Es el registro de las Operaciones que la Cámara de Compensación lleva para el conjunto de Clientes directos de cada Socio Liquidador de Posición de Terceros con base en el cual se realiza la compensación y liquidación.

Cuenta de Clientes de Operador: Es el registro de las Operaciones que la Cámara de Compensación lleva para el conjunto de Clientes del Socio Liquidador de Posición de Terceros derivados de la función de comisionista de cada Operador, con excepción de éstos últimos, en base al cual se realiza la compensación y liquidación.

Cuenta de Conciliación: Es el registro de las Operaciones que la Cámara de Compensación lleva para las Operaciones derivadas de errores operativos de los Socios Liquidadores de Posición de Terceros.

Cuenta de Formador de Mercado: Es el registro de las Operaciones que la Cámara de Compensación lleva por cada uno de los Operadores que actúen como Formadores de Mercado, en términos del reglamento de la Bolsa, en base al cual se realiza la compensación y liquidación.

Cuenta de Grupo: Es el registro en base al cual se realiza la compensación y liquidación de las Operaciones que la Cámara de Compensación lleva por cuenta de las demás entidades del grupo financiero al que pertenezca la casa de bolsa y/o la institución de banca múltiple fideicomitentes y/o fiduciaria de un Socio Liquidador de Posición Propia.

Cuenta de Operador: Es el registro de las Operaciones que la Cámara de Compensación lleva para cada Operador que opere en posición propia, incluyendo aquellas operaciones realizadas al amparo de los Términos y Condiciones de Liquidez o de las Condiciones Especiales de Operación que establezca la Bolsa.

Cuenta General de Operaciones: Es la cuenta de depósito de dinero a la vista que lleva una institución de crédito cuyo titular es la Cámara de Compensación, en la cual se realizan los depósitos y retiros de efectivo de los saldos netos diarios y de los Saldos de Liquidación al Vencimiento.

Cuenta General de Valores: A la cuenta de valores que lleva una institución para el depósito de valores, cuyo titular es la Cámara de Compensación, en la cual se realizan los depósitos y retiros de valores entregados como Aportaciones Iniciales Mínimas.

Cuenta de Márgen: Cuenta que abre el intermediario bursátil a sus clientes para el registro de operaciones de crédito que reciben para la compra de valores o de Opciones o Futuros.

Cuenta MexDer: Es el número de cuenta individual que asigna la Bolsa a cada Cliente a solicitud del Socio Liquidador, en base al cuál se identificarán las Operaciones por Cliente, independientemente de que dichas Operaciones sean realizadas a través de uno o más Socios Liquidadores.

Cuenta Propia: Es el registro de las Operaciones que la Cámara de Compensación lleva de la institución de banca múltiple y/o casa de bolsa fideicomitentes de un Socio Liquidador de Posición Propia en base al cual se realiza la compensación y liquidación, incluyendo aquellas operaciones realizadas al amparo de los Términos y Condiciones de Liquidez o de las Condiciones Especiales de Operación que establezca la Bolsa

Curva de Rendimiento: La curva de rendimiento (yield curve) representa los rendimientos asociados a un determinado valor de deuda para todos y cada uno de los días entre uno y el plazo máximo al cual se emite el mencionado instrumento.

Día(s) Hábil(es): Es cualquier día en que las instituciones de crédito y las casas de bolsa deben mantener abiertas sus oficinas y celebrar operaciones en términos de la regulación vigente.

Excedente(s) de la(s) Aportación(es) Inicial(es) Mínima(s): A la diferencia entre la Aportación inicial solicitada al Cliente por el Socio Liquidador y la Aportación Inicial Mínima solicitada al Socio Liquidador por la Cámara de Compensación, que administrará el Socio Liquidador correspondiente.

Fecha de Cancelación: Al día en que se extinga una operación que hubiere sido celebrada por un Cliente en la Bolsa a través de un Socio Liquidador, por haber vencido el plazo de tal operación, o por la celebración de una operación contraria del mismo tipo por dicho Cliente a través del mismo Socio Liquidador.

Fecha de Expiración: Fin de la vida de un contrato.

Fideicomitente(s) de la Cámara de Compensación: A las personas que afecten recursos al patrimonio de la Cámara de Compensación.

Fondo de Aportaciones: Al fondo constituido en la Cámara de Compensación con las Aportaciones Iniciales Mínimas entregadas por los Socios Liquidadores a la Cámara de Compensación por cada Contrato Abierto.

Fondo de Compensación: Al fondo constituido en la Cámara de Compensación, con recursos adicionales a las Aportaciones Iniciales Mínimas que la propia Cámara de Compensación solicite a los Socios Liquidadores por el equivalente al diez por ciento de las citadas Aportaciones Iniciales Mínimas, así como con cualquier otra cantidad que les requiera para este fondo.

Formador de Mercado: Al Socio Operador que obtenga la aprobación por parte de la Bolsa para actuar con tal carácter y que deberá mantener en forma permanente y por cuenta propia, cotizaciones de compra y venta de Contratos de Futuros y Contratos de Opciones.

Índice de Precios y Cotizaciones (IPC): Es el principal indicador del mercado accionario, el cual ilustra el comportamiento de un conjunto de emisoras representativas del universo de empresas que cotizan en la bolsa con respecto a su valor de capitalización.

Liquidación(es) Diaria(s): A las sumas de dinero que deban solicitarse, recibirse y entregarse diariamente, según corresponda, y que resulten de la valuación diaria que realice la Cámara de Compensación por las variaciones en el precio de cierre de cada Contrato Abierto con respecto al precio de cierre del día hábil inmediato anterior o, en su caso, con respecto al precio de concertación.

Liquidación(es) Extraordinaria(s): A las sumas de dinero que exija la Cámara de Compensación, en las circunstancias especiales previstas en el reglamento interior de la Cámara de Compensación.

Llamada de margen: Es un requerimiento que se le hace a los participantes en un contrato de futuros, cuando su cuenta de margen ha rebasado el nivel de margen de mantenimiento. Este requerimiento es de un tamaño tal que se debe alcanzar el margen inicial.

Mercado spot: Mercado cuyos bienes que se negocian en el, están disponibles para entrega inmediata. El precio al cual se negocian se le conoce como *precio spot*.

Operador(es) de Piso: A la persona física contratada por un Socio Operador o por un Socio Liquidador, para ejecutar órdenes para la celebración de Contratos de Futuros y Contratos de Opciones por medio de las instalaciones de la Bolsa.

Operación: Es el acto mediante el cual se celebra un Contrato de Futuro, por virtud del cual un Cliente y la Cámara de Compensación se adhieren a los términos establecidos en las Condiciones Generales de Contratación.

Operación de Apertura: Para efectos de registro, es aquella Operación por la cual se crea o incrementa el número de Contratos Abiertos de un Cliente en una Serie.

Operación de Cierre o Cancelación: Para efectos de registro, es aquella Operación por virtud de la cual se reduce o cancela el número de Contratos Abiertos de un Cliente en una Serie.

Operador: A las instituciones de crédito, casas de bolsa y demás personas físicas y morales que pueden o no ser socios de la Bolsa, cuya función sea actuar como comisionista de uno o más Socios Liquidadores, en la celebración de Contratos de Futuros y que pueden tener acceso al Sistema Electrónico de Negociación de la Bolsa para la celebración de dichos contratos. Cuando los Operadores celebren Contratos de Futuros y Contratos de Opciones por cuenta propia, actuarán como Clientes.

Patrimonio Mínimo: Es el fondo que los Fideicomitentes deben mantener constituido en el fideicomiso que tiene como fin el establecimiento de la Cámara de Compensación, cuyo monto en ningún momento deberá ser menor al establecido por las Autoridades.

Posición Corta: Tratándose de Contratos de Futuros es el número de Contratos Abiertos de cada una de las Series respecto de los cuales el Cliente actúa como Vendedor.

Posición Larga: Tratándose de Contratos de Futuros es el número de Contratos Abiertos de cada una de las Series respecto de los cuales el Cliente actúa como Comprador.

Posición(es) Límite(s): Es el número máximo de Contratos Abiertos de una misma Clase o Serie que podrá tener un Cliente.

Posición Opuesta: Para efecto de la constitución de Aportaciones Iniciales Mínimas, es la posición que se integra con un número de Contratos en Posición Larga de una Serie con igual número de Contratos en Posición Corta de otra Serie, cuando ambas Series son de una misma Clase.

Precio de Ejercicio: Precio al cual se va a vender o comprar el valor subyacente, en caso de que la opción sea ejercida. Es el precio del valor de referencia contra el cual se compara el precio corriente de la misma, para calcular las diferencias en efectivo a favor del tenedor en el caso de opciones fincadas en efectivo.

Precio de Liquidación Diaria o Precio de Cierre: Es el precio de referencia por unidad de Activo Subyacente que la Bolsa da a conocer a la Cámara de Compensación para efectos del cálculo de la Liquidación Diaria de los Contratos de Futuros.

Precio de Liquidación al Vencimiento: Es el precio de referencia por unidad de Activo Subyacente que da a conocer la Bolsa y en base al cual la Cámara de Compensación realiza la liquidación de los Contratos de Futuros en la Fecha de Liquidación.

Precio Futuro: Es el precio por unidad de Activo Subyacente pactado en un Contrato de Futuro al momento de la celebración.

Saldo de Liquidación al Vencimiento: En caso de una Posición Larga liquidable en especie, es la cantidad que resulte de multiplicar el Precio de Liquidación al Vencimiento por el número de unidades del Activo Subyacente que ampare un Contrato de Futuro, por el número de Contratos Abiertos.

En caso de una Posición Corta liquidable en especie, es el número de unidades del Activo Subyacente que ampara un Contrato de Futuro, multiplicado por el número de Contratos Abiertos.

En caso de una Posición Larga o una Posición Corta liquidable en efectivo, es la diferencia entre el Precio de Liquidación Diaria del Día Hábil anterior a la Fecha de Vencimiento o el precio pactado y el Precio de Liquidación al Vencimiento, multiplicado por el número de unidades del Activo Subyacente que ampara el Contrato de Futuro, por el número de Contratos Abiertos.

SAVAP: Es el Sistema de Administración de Aportaciones en Valores para Derivados, a través del cual se realiza la administración de los valores aportados que reciben la Cámara de Compensación y los Socios Liquidadores. A través del SAVAP, la Cámara de Compensación podrá recibir y registrar los valores al fondo de Patrimonio Mínimo y al Fondo de Aportaciones, mientras que los Socios Liquidadores podrán recibir y registrar valores aportados como patrimonio mínimo y como Excedentes de Aportaciones Iniciales Mínimas.

SIDV: Es el Sistema Interactivo para el Depósito de Valores de la S.D. Indeva, S.A. de C.V., a través del cual se realiza la administración y registro de valores.

Socios(s) de la Bolsa: A las personas que participen en el capital de la Bolsa.

Socio(s) Liquidador(es): Al fideicomiso que sea Socio de la Bolsa y que participe en el patrimonio de la Cámara de Compensación, teniendo como finalidad liquidar y, en su caso, celebrar por cuenta de Clientes, Contratos de Futuros y Contratos de Opciones operados en Bolsa.

Socio(s) Operador(es): Al Socio de la Bolsa, cuya función sea actuar como comisionista de uno o más Socios Liquidadores, en la celebración de Contratos de Futuros y Contratos de Opciones, y que puede tener acceso a las instalaciones de la Bolsa para la celebración de dichos contratos.

Cuando los Socios Operadores celebren Contratos de Futuros y Contratos de Opciones por cuenta propia, actuarán como Clientes.

Subyacente: Es el título, instrumento o valor empleado como referencia en el contrato.

Unidad(es) de Inversión: A la unidad de cuenta, cuyo valor en moneda nacional publica el Banco de México, en el Diario Oficial de la Federación

Valor en el tiempo: Se define como la diferencia entre el valor teórico y el valor intrínseco de una opción. Siempre va a ser mayor o igual a cero. Los factores que influyen en su determinación son básicamente las siguientes tres variables: el plazo de vencimiento de la opción, la diferencia entre el precio del activo y el precio de ejercicio de la opción y la volatilidad del subyacente.

Valor extrínseco: Es el valor presente de las expectativas de los inversionistas de que un título opcional adquiera valor intrínseco durante su vigencia si no lo tienen, o bien que lo mantenga y lo incremente si ya lo tiene.

Valor intrínseco (de una opción): El precio de mercado del subyacente menos el precio de ejercicio de la opción. El valor intrínseco no puede ser menor a cero. Representa el beneficio inmediato que el comprador de la opción puede obtener a través del ejercicio de la misma. Opciones que se encuentran out of the money tienen un valor intrínseco igual a cero.

BIBLIOGRAFÍA

DIAZ TINOCO Jaime, HERNÁNDEZ TRILLO Fausto, "Futuros y opciones financieras, una Introducción", Ed. Limusa S.A. de C.V., México 1996, Primera Reimpresión, 167 pp.

HULL Jhon, "Introducción a los mercados de futuros y opciones", Ed. Prentice Hall, España 1996, 2ª ed., 483 pp.

HULL Jhon, "Options, Futures & Other Derivatives", Ed. Prentice Hall, USA 2000, 4ª ed., 698 pp.

JORION Philippe (trad. Juan González Herrera), "Valor en riesgo", Ed. Limusa S.A. de C.V., México 1999, 1ª ed., 357 pp.

LUENBERGER David, "Investment Science", Oxford University Press, U.S.A. 1998, 1ª ed., 494 pp.

MARTÍNEZ LIRA Roberto, *Tesis: "Administración de Riesgo en los Instrumentos a Tasa de Interés (var: valor en riesgo)"*; UNAM, México 2000, 93 pp.

RAMÍREZ ROMERO René, *Tesis: "Administración de Riesgos Financieros con Productos Derivados"*, UNAM, México 1998, 124 pp.

RODRÍGUEZ DE CASTRO J., "Introducción al Análisis de Productos Financieros Derivados", Ed. Limusa S.A. de C.V., México 1995, 1ª ed., 258 pp.

VAN HORNE, James C. (trad. Ma. del Carmen Paniagua Gómez), "Administración Financiera", Ed. Prentice Hall, México 1993, 894 pp.

VAUGHAN Emmett, VAUGHAN Therese, "Essentials of Insurance, a Risk Management Perspective", John Wiley Sons Inc., U.S.A. 1995, 6ª ed., 521 pp.

Página web: www.mexder.com.mx