



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS DE
MERCADO DE FONDOS DE INVERSIÓN**

**REPORTE DE TRABAJO
PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I O

P R E S E N T A:

JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ ELIZONDO



TUTOR:

M. EN F. RODOLFO GUITÉRREZ SALAS

2013



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.

1. Datos del alumno

Hernández

Elizondo

José Luis

56 02 04 53

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Actuaría

096361069

2. Datos del tutor

M en F

Rodolfo

Gutiérrez

Salas

3. Datos del sinodal 1

M en C

Agustín

Román

Aguilar

4. Datos del sinodal 2

Lic en Econ

Erika

Plata

González

5. Datos del sinodal 3

Act

Nadia

Arteaga

Hernández

6. Datos del sinodal 4

Act

Rodrigo

Flores

Bolaños

7. Datos del trabajo escrito.

Administración de riesgos de mercado de fondos de inversión

49 p

2013

INDICE

1.	Introducción.....	4
1.1	Origen de la palabra ahorro	6
1.2	Sociedades de inversión	7
2.	Riesgos financieros.....	12
2.1	Tipos de riesgos financieros	13
2.2	El riesgo de mercado	15
2.3	Identificación de los riesgos de mercado.....	16
3	Cuantificación del riesgo de mercado	18
3.1.1	Modelos de valuación del mercado de deuda.....	18
3.1.2	Acciones	20
3.2	Instrumentos derivados.....	24
3.3	Gestión de portafolios.....	28
3.3	Modelos de medición del riesgo de mercado	30
3.3.1	Sensibilidad a las tasas de interés	30
3.3.2	Duración y PVBP	31
3.3.3	Valor en riesgo (VaR)	31
3.3.4	Backtesting y calibración del modelo de VaR.....	34
3.3.6	Riesgo sobretasa	39
3.4	Riesgo de cuentas de balance y capital.....	40
4	Desempeño ajustado por riesgo.....	45
4.1.	Tracking Error	45
4.2.	Índice de Sharpe: desempeño ajustado por riesgo.....	46
5	Control y monitoreo de límites de valor en riesgo	47
5.1.	Procedimiento para establecer límites o autorizar excesos	48
6	Conclusiones.....	50
7	Biografía	51

1. Introducción

El propósito del presente informe, es dar a conocer de forma general, un resumen de las actividades profesionales que he llevado a cabo como administrador de riesgos de mercado al que se encuentran expuestas las entidades llamadas: sociedades de inversión y que podría servir como base para una adecuada gestión de riesgos de mercado de cualquier portafolio de inversión dentro de una institución financiera que funja como intermediaria dentro del sistema financiero mexicano. Sin embargo, cabe aclarar que cada institución puede variar las políticas y procedimientos conforme a sus estándares internos, pero siempre bajo la directriz de la regulación local, que en este caso es la que emite la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) a través de la Circular Única de Sociedades de Inversión (CUSI) primordialmente.

En este sentido la administración de riesgos, surge a partir de diversos eventos económicos en el mundo, que han resultado en catástrofes financieros para ciertos países y que han impactado en forma global tanto a las naciones más vulnerables como aquellas con economías más desarrolladas, mostrando así, que todas las economías se encuentran interconectadas a través de los distintos mercados financieros internacionales.

Por ello es importante una adecuada administración de riesgos que permita el desarrollo eficiente y transparente de los mercados y que su objetivo primario sea el de prevenir desastres financieros como los que han ocurrido en los últimos años. Un ejemplo de esto, es la pasada crisis financiera que ocurrió en el año 2007 con el colapso de la banca de inversión de Estado Unidos, derivado del incumplimiento en el pago de las hipotecas por parte de las personas que adquirirían este tipo de créditos, que a su vez desencadenó un efecto dominó en el mercado, provocando minusvalías en los instrumentos de deuda que estaban respaldados por estos activos, dando como resultado el quiebre definitivo de varias firmas importantes como Lehman Brothers Inc. en el año 2008. Esta firma era el equivalente en tamaño a todo el sistema financiero mexicano en su conjunto.

El tema de este trabajo se centra particularmente en medir y controlar los riesgos de mercado que asumen las sociedades de inversión, pues éstas han mostrado un papel muy importante en la captación de recursos y su asignación (basada en el criterio de diversificación de riesgos) en los diferentes mercados donde pueden operar. De esta forma las sociedades de inversión representan la forma más accesible a través de la cual tanto pequeños como medianos inversionistas se pueden beneficiar del *ahorro* en instrumentos bursátiles.

Para alcanzar el fin antes señalado, se da brevemente una definición introductoria de la palabra *Ahorro* y posteriormente se define lo que es una “sociedad de inversión” y la forma en que el riesgo de mercado incide sobre de ésta y sus activos. En el capítulo dos se señalan los posibles riesgos a los que se encuentran expuestas las sociedades de inversión y su clasificación conforme a la CUSI, a su vez se identifican los riesgos de mercado a los cuales puede estar expuesto un activo objeto de inversión. En el capítulo tres, se exponen los modelos de valuación genéricos para ciertos instrumentos y los modelos de medición de riesgos de mercado más comunes en la industria y adicionalmente se brinda un modelo para caracterizar el capital y cuentas del pasivo de una empresa pues en algunas instituciones se mide el riesgo de mercado del balance.

También con el propósito de ver la relación riesgo-rendimiento que tendría un portafolio de inversión, en el Capítulo cuatro se exponen algunas medidas de desempeño ajustado por riesgo. En el capítulo cinco se presenta un breve procedimiento para el control y monitoreo de límites de riesgo que podría ser aplicado a cualquier límite relevante en la toma de decisiones de inversión sobre el apetito de riesgo que se desee asumir. Finalmente en el capítulo seis, se ofrece una conclusión sobre la importancia de la administración de riesgos en la industria financiera y las lagunas que se deberían atacar para contar con sistema financiero sano.

1.1 Origen de la palabra ahorro

Es incierto el origen etimológico de la palabra *ahorro*, muchos autores consideran que esta palabra tiene un origen desconocido, también se identifica su elemento determinante en la raíz *spar*. Y muchas etimologías se dirigen al latín *horreum*, lo que coincide con numerosos proverbios populares que relacionan la imagen del ahorro con la del granero de la familia donde se depositan las cosechas.

Sin embargo el semantema *horr* parece que se deriva de la lengua árabe y designa al de “condición libre”. A partir del siglo XVI cuando la palabra *ahorrar* es equivalente a *economizar*. De esta manera el concepto “ahorro” se relaciona con el “prever” suscitador, a su vez, de una actitud “proveedora”; la previsión de necesidades o satisfacciones futuras motiva al hombre a separar una parte de sus ingresos del consumo inmediato.

Por otro lado varios autores concuerdan que en la realidad el proceso actual de ahorrar es mucho más que un proceso económico. Esta decisión depende de la obtención previa de un ingreso, pero que se condiciona por sus preferencias en un complejo de relaciones entre grupos sociales donde intervienen cuatro grandes factores:

- a. **La situación económica.** Este ahorrador se encuentra sometido no sólo a las presiones internas del grupo, sino también a las relaciones recíprocas existentes entre los diferentes grupos presentes, estas influencias se pueden resumir en tres:
 - *El efecto imitación (bandwagon effect)*, que consiste en un incremento de la demanda de cierto tipo de mercancías (o de ahorro o de modalidades) porque lo ha empezado a utilizar un grupo al que se toma como referencia.
 - *El efecto novedad (snob effect)*, donde el consumo de unos determinados bienes por un grupo disminuye si otros grupos considerados inferiores incrementan su demanda.
 - *El consumo superfluo (veblen effect)*, que origina una curva de demanda anormal en la que un incremento en el precio determina un incremento de la demanda por determinados grupos socioeconómicos.
- b. **El nivel de ingresos.** En donde según Engels: “a medida que aumenta el ingreso se incrementa en lo relativo y en valor absoluto la parte consagrada a gastos varios y al ahorro”.

- c. **Las experiencias y previsiones.** Este fenómeno deriva de las épocas inflacionarias donde los deseos del uso del dinero aumentan más rápidamente que los ingresos cuando estos han crecido fuertemente durante los períodos precedentes. En este caso al permitir el ahorro, las personas no sólo se defienden de la erosión monetaria, sino incluso se benefician de ella.
- d. **Los diferentes grupos de ahorradores.** Aquí se distinguen dos grandes grupos:
- Todas las personas, físicas o morales (jurídicas), que ahorran para explotar e invertir. En este grupo se encuentran los empresarios, las clases medias y el Estado, en los cuales el ahorro está destinado ex ante a la inversión y a la explotación.
 - Todas las unidades (incluyendo las anteriores) en las que el ahorro puede servir para la inversión cuando se presta a las empresas, pero que generalmente se acumula por otros motivos (por ejemplo de seguridad y especulación). En este grupo se incluyen:
 - Los que ahorran para satisfacer deseos personales (personas físicas).
 - Los que obligan a otros a ahorrar para consumir los bienes necesarios a la gestión administrativa (como por ejemplo las personas jurídicas con fin no lucrativo).

Es evidente que si los ahorradores actúan según un plan racional adoptarán sus decisiones según la naturaleza de dichas unidades. Lo anterior es importante, pues permite concluir que una misma persona será motivada de forma distinta si actúa como empresario o como padre de familia y dependiendo de las necesidades de ahorro de cada individuo, se buscará una manera adecuada que canalice el ahorro hacia una inversión óptima y que además considere el valor que tiene el dinero en el tiempo. Por ello a lo largo de la historia se han creado diversos mecanismos que permiten el ahorro, uno de estos mecanismos son las llamadas sociedades mutualistas o bien sociedades de inversión que se detallan brevemente en el siguiente apartado y que surgen justamente como una alternativa que agrupa diferentes perfiles de inversionistas (en base al riesgo que se pretenda asumir) a través de diversos productos diseñados para cada tipo de inversionista.

1.2 Sociedades de inversión

Las sociedades de inversión o fondos de inversión son mutualidades de ahorradores que funcionan como enlace entre los inversionistas y el mercado de valores. El patrimonio de los inversionistas, es colocado a través de títulos y permanece dividido en participaciones iguales.

Estas instituciones surgen con el propósito de ofrecer una alternativa de ahorro y al obtenerse un beneficio de ellas se traduce en inversión dentro del campo del mercado de valores, hasta entonces sólo reservado para un grupo muy reducido de inversionistas debido a los grandes capitales necesarios para poder operar. De esta manera se establece una forma de participación más accesible a cualquier persona con montos inferiores,

permitiéndoles participar en aquellos instrumentos que hasta entonces eran inalcanzables. Por otro lado estas sociedades, juegan un papel relevante en la relación riesgo-rendimiento, con lo cual para hacerse más competitivas y atractivas para un inversionista, siempre buscarán el mayor rendimiento posible.

Componentes de una sociedad de inversión

Inversionistas

Son aquellas personas físicas o morales que realizan de forma individual o conjunta, aportaciones al patrimonio mutuo del fondo y que obtienen una participación proporcional a la inversión que lleven a cabo, siendo así, dueños o socios de esa parte. Estas personas pueden entrar y salir del fondo en cualquier momento a través de la compra o venta de su participación total o parcialmente.

Acciones

Las acciones de una sociedad de inversión representan la participación de cada socio dentro de la sociedad y su titularidad es proporcional al número de acciones adquiridas. La compra de estas acciones en el mercado se conoce como *suscripción* y la venta se llama *reembolso*, con lo cual el número de estas acciones no es fijo y depende en sí del valor o *tamaño* que tenga el fondo en cuanto al monto de sus activos.

Precio

Cada acción de una sociedad de inversión tiene asociado un precio de compra y de venta. Y éste, se determina a partir del valor de mercado de la sociedad dividido entre el número de acciones en circulación que se tenga. Por ejemplo si una sociedad de inversión tiene activos que representen un valor de \$1,000,000 y el número de acciones emitidas es de 500,000 entonces el precio de cada acción es de \$2.00. Sin embargo la Comisión Nacional Bancaria y de Valores ha señalado que el precio de las acciones de las sociedades de inversión debe estar determinado por sus activos netos, es decir:

$$\text{Precio} = \frac{\text{Valor de mercado de Activos - Pasivos}}{\text{Número de acciones en circulación}} = \frac{\text{Activo Neto}}{\text{Acciones en circulación}}$$

Sociedades operadoras de sociedades de inversión

La administración de estas sociedades de inversión requiere de conocimientos especializados del mercado, pues al ser inversiones que dependen básicamente de variables económicas, tienen adheridos riesgos por el beneficio o “rentabilidad” que podría esperarse de ellos, y que por su naturaleza una colectividad de inversionistas no posee. Para ello se ha creado la figura de las *sociedades operadoras de sociedades de inversión* que son empresas intermediarias que recogen los recursos de los inversionistas particulares y los invierten en una amplia gama de valores u activos objeto de inversión y cobran una comisión directamente al fondo que administran por su gestión.

Estas empresas están reguladas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores a través de la **Circular Única de Sociedades de Inversión** (CUSI) emitida en diciembre del 2006 y actualizada en diciembre de 2010.

Estas empresas realizan varias funciones entre ellas:

- **Diversificación y divisibilidad.** Permiten que los inversionistas tengan acciones fraccionadas de una gran diversidad de valores diferentes entre si con lo cual se reduce el riesgo.
- **Gestión profesional.** Estas empresas disponen de personal de tiempo completo que trabajan como analistas de valores y administradores de carteras buscando siempre estrategias de inversión excelentes para sus clientes. Estas personas se conocen como *fund managers*.
- **Bajos costos transaccionales.** Debido a que estas empresas negocian con una gran cartera de valores pueden conseguir un ahorro significativo en las tarifas y comisiones derivadas de la intermediación.
- **Administración de riesgos.** Derivado de la naturaleza de las inversiones llevadas a cabo por una sociedad de inversión en el mercado de valores, éstas asumen diversos riesgos que son prácticamente imposibles de eliminar pues dependen de muchas variables económicas de las cuales no se tiene control. Sin embargo, estas empresas de acuerdo a la *circular única de sociedades de inversión*, pueden tener un área de administración de riesgos que identifique, mida y controle el riesgo adherido a dichas inversiones a través de políticas y procedimientos que permitan una adecuada gestión de los mismos. Además, se proveen mecanismos que si bien no logran eliminar el riesgo, lo mitigan siempre con la premisa de cuidar el patrimonio de los inversionistas.

Estas sociedades, además, tienen la obligación de informar periódicamente a la CNBV toda la información relacionada con las transacciones que lleven a cabo, así como revelar los riesgos a los se encuentran expuestos los portafolios que administran.

Custodio

Su función es la de salvaguardar los activos que componen la sociedad de inversión y asume ciertos controles de la gestión a favor del cliente y en consecuencia cobra una comisión al fondo por estos servicios.

De acuerdo a la Ley de sociedades de inversión, los servicios de custodio lo pueden ofrecer: las instituciones de crédito, casas de bolsa, sociedades operadoras de sociedades de inversión y distribuidoras de acciones de sociedades de inversión.

Depósito

“Los servicios de depósito de las acciones representativas del capital de sociedades de inversión, así como de los valores que integran su activo, serán proporcionados por las instituciones para el depósito de valores”.¹ En México la figura del depósito y custodia de valores la constituye el Instituto para el Depósito de Valores (INDEVAL).²

¹ Artículo 51. Sección VII. “Del Depósito y Custodia” de la Ley de Sociedades de Inversión.

² www.indeval.com.mx

Prospecto de información

La premisa básica para poder invertir en el mercado de valores y obtener los beneficios de estas inversiones, las sociedades operadoras deben cuidar en todo momento el patrimonio de los accionistas o mejor dicho de los inversionistas a través de la transparencia en sus proceso y la revelación de información de los riesgos que estos asumen por el hecho de invertir sus recursos en el mercado a través de un fondo de inversión.

Por ello la CNBV ha establecido que toda la información necesaria para que el inversionista decida o no invertir en una sociedad de inversión en particular, quede plasmada a través del *prospecto de información al público inversionista* que es un documento descriptivo que contiene las características de la sociedad (como se tratase de un producto) de acuerdo a un régimen de inversión y perfil de riesgo.

Al respecto la CUSI, establece lo siguiente:

“Los prospectos y folletos simplificados, así como sus modificaciones deberán hacerse del conocimiento de los accionistas de la sociedad de inversión de que se trate, a través de los medios acordados en términos del artículo 9, último párrafo de la Ley y al público inversionista a través de la página electrónica en la red mundial (Internet) de su sociedad operadora y, en su caso, de las sociedades o entidades que les presten el servicio de distribución de acciones.”

“Las sociedades de inversión deberán vigilar que la aplicación de sus políticas se lleve a cabo de manera general y sistemática, de modo que su administración se realice profesionalmente y que no genere prácticas discriminatorias para ningún inversionista”.³

Políticas de inversión

Cada sociedad de inversión en México, establece sus políticas de inversión mediante las cuales se establecen los lineamientos y parámetros en los que se invertirá el patrimonio de los inversionistas en cada activo objeto de inversión. Éstas se plasman directamente en el *prospecto de inversión al público inversionista* y son acordes al perfil de riesgo del portafolio de inversión. Las más convencionales en el mercado por tipo de riesgo son las siguientes:

- **Perfil conservador**, son sociedades que buscan invertir mayoritariamente en instrumentos emitidos por el gobierno federal pues suelen ser activos muy líquidos y de bajo riesgo.
- **Perfil moderado**, son sociedades que buscan invertir una proporción de su patrimonio en papeles corporativos pues estos ofrecen mayor rendimiento pero a su vez mayor riesgo, pues dependen directamente de la capacidad de pago del emisor, por lo que el fondo asume el riesgo de crédito o contraparte directamente. Y la otra parte se busca invertir en instrumentos respaldados por el gobierno federal a fin de moderar el riesgo de la sociedad.

³ Artículo 10. Sección Tercera: “Del prospecto de información al público inversionista”, de la Circular única de sociedades de inversión.

- **Perfil agresivo**, estas sociedades buscan el mayor rendimiento posible, por lo que invierten primordialmente en instrumentos emitidos por empresas privadas y otras lo hacen directamente en el mercado accionario. De esta forma el cliente que pretende comprar acciones de este tipo de sociedad, debe estar conciente de los riesgos que asumirá su inversión.

Por tipo de mercado:

- **Renta fija (deuda)**, los instrumentos del mercado de deuda son aquellos cuyo pago de intereses depende de la tasa a la cual se colocó la emisión. Dentro de esta categoría se ubican los bonos gubernamentales y privados. Algunos instrumentos pagan una tasa revisable que depende de un índice y se establece el periodo de pago para el cual se pagarán los intereses.
- **Renta variable**, aquí se ubican las acciones de empresas privadas e índices ya sean nacionales o extranjeros.
- **Derivados**, el precio de estos instrumentos depende de otro llamado subyacente y el precio de éste se fija al pactar la operación. Son instrumentos que podrían ofrecer rendimientos atractivos, sin embargo si no son bien administrados podrían ocasionar pérdidas descomunales para cualquier institución o empresa.

La sociedad de inversión como se comentó con anterioridad asume en el manejo de recursos un nivel de riesgo producto de la naturaleza de los diferentes instrumentos en los que se encuentra invertida, que si bien no puede ser eliminado, debe controlarse para no afectar el desempeño del fondo.

El control de estos riesgos a los que se encuentra expuesta cada portafolio se lleva a cabo a partir los factores de riesgo que afecta a cada activo o instrumento financiero (que veremos más adelante) como: tasas de interés, moneda, calidad crediticia, precios de las acciones, entre otros. Sin embargo, para llevar a cabo esta gestión es necesario comprender los llamados riesgos financieros primero identificándolos, luego midiéndolos y finalmente controlándolos como se muestra en la siguiente sección.

2. Riesgos financieros

A la posibilidad de sufrir algún tipo de daño generalmente se le conoce como *riesgo* esto quiere decir que no se trata de un hecho cierto, sino que se refiere a una situación potencial de daño. Este daño depende de la actividad que se lleve a cabo en un entorno contingente y que sea susceptible de eventos desfavorables.

Desde el punto de vista económico y financiero, este daño potencial hace referencia a la pérdida de valor de alguna variable económica y centrándonos en el riesgo financiero se distinguen tres tipos: riesgos de crédito, riesgos de liquidez y riesgos de mercado. El primero se refiere a la posibilidad de sufrir una pérdida por incumplimiento en el compromiso de pago del deudor, el segundo representa la posibilidad de una pérdida ocasionada por la imposibilidad de abrir o cerrar posiciones, bajo ciertos tiempos y montos, con precios razonables, derivado de la iliquidez del mercado, por último el riesgo de mercado se define como la posibilidad de pérdida por movimientos adversos en los precios del mercado.

Sin embargo, detrás de los riesgos financieros se encuentra una realidad económica y financiera muy compleja que a dado lugar a nuevos riesgos principalmente por la aparición de nuevos instrumentos, nuevos mercados, a la creciente liberación financiera presentada en estos últimos años y por la apertura de la cuenta de capital de algunas economías.

Aunado a lo anterior la gestión financiera se centra en los parámetros básicos de *rentabilidad esperada* y *riesgo*, estos conceptos aunque parecen sencillos pueden presentar una operatividad sinuosa en la práctica pues al referirse a escenarios futuros se llega al campo de la *probabilidad* y la *estadística* donde se puede suponer por ejemplo que cierta variable elegida, se comporta como una variable aleatoria, lo cual nos permite utilizar métodos y resultados estadísticos. En otro ejemplo se podría decir que la rentabilidad de un portafolio con un horizonte anual sigue una distribución (normal, lognormal, beta, etc.) con determinados parámetros estimados comúnmente con información histórica. Con estos supuestos se podrían formular preguntas como: ¿cuál es el rendimiento esperado para el próximo periodo?; ¿cuál es la probabilidad de que el rendimiento no sea alcanzado?; ¿cuál es la pérdida máxima que podría tener un portafolio con un uno por ciento de confianza de ser rebasado?

Con todo esto se muestra que los riesgos financieros se relacionan con las posibles pérdidas en las transacciones financieras. Movimientos en contra de las tasas de interés, tipos de cambio o precios de acciones, cambios en la solvencia de los que se financian a través del mercado, o variaciones en los flujos netos, son las principales fuentes de riesgo financiero. Sin embargo, las entidades financieras, no buscan eliminar estos riesgos inherentes a las transacciones, porque resulta imposible, sino más bien gestionarlos y controlarlos, para lo cual se necesita primeramente identificarlos y medirlos. Al respecto el diseño de cada portafolio sigue una cuestión previa que se basa en el perfil de riesgo que se quiere asumir, por lo tanto un portafolio que solo busca la rentabilidad o el crecimiento olvidándose del riesgo se encuentra en el peor de los escenarios.

2.1 Tipos de riesgos financieros

Un tema central en la medición de los riesgos de mercado tiene que ver con el proceso de identificación de los mismos, pues a través de este se conocen los factores subyacentes que influyen sobre el valor de mercado de los activos y se establecen las relaciones teóricas que permiten una mayor medición. Esta medición se apoya en este proceso previo de identificación y representa la etapa cuantitativa, intensiva en la utilización de modelos, donde tienen lugar técnicas: estadísticas, econométricas, y de optimización.

Los tipos de riesgos a los que se encuentran expuestas las sociedades de inversión de renta variable y en instrumentos de deuda se clasifican conforme al Artículo 92, Capítulo Primero del Título Séptimo de la CUSI en:

- I. **Riesgos cuantificables**, que son aquellos para los cuales es posible conformar bases estadísticas que permitan medir sus pérdidas potenciales, y dentro de éstos, se encuentran los siguientes:
 - a) **Riesgos discrecionales**, que son aquellos resultantes de la toma de una posición de riesgo, tales como:
 1. Riesgo de crédito, que se define como la pérdida potencial por la falta de pago de un emisor o contraparte en las inversiones que efectúan las sociedades de inversión, incluyendo las garantías reales o personales que les otorguen, así como cualquier otro mecanismo de mitigación utilizado por las citadas sociedades de inversión.
 2. Riesgo de liquidez, que se define como la pérdida potencial por la venta anticipada o forzosa de activos a descuentos inusuales para hacer frente a sus obligaciones, o bien, por el hecho de que una posición no pueda ser oportunamente enajenada, adquirida o cubierta mediante el establecimiento de una posición contraria equivalente.
 3. Riesgo de mercado, que se define como la pérdida potencial ante cambios en los factores de riesgo que inciden sobre la valuación o sobre los resultados esperados en las inversiones o pasivos a cargo de las sociedades de inversión, tales como movimientos de precios, tasas de interés, tipos de cambio, índices de precios, entre otros.
 - b) **Riesgos no discrecionales**, que son aquellos resultantes de la operación del negocio que inciden en el patrimonio de las sociedades de inversión, pero que no son producto de la toma de una posición de riesgo, tales como el riesgo operativo que se define como la pérdida potencial por fallas o deficiencias en los controles internos, por errores en el procesamiento y almacenamiento de las operaciones o en la transmisión de información, así como por resoluciones administrativas y judiciales adversas, fraudes o robos y comprende, entre otros, al riesgo tecnológico y al riesgo legal, en el entendido de que:
 1. El riesgo tecnológico, se define como la pérdida potencial por daños, interrupción, alteración o fallas derivadas del uso o dependencia en el

hardware, software, sistemas, aplicaciones, redes y cualquier otro canal de distribución de información.

2. El riesgo legal, se define como la pérdida potencial por el incumplimiento de las disposiciones legales y administrativas aplicables, la emisión de resoluciones administrativas y judiciales desfavorables y la aplicación de sanciones.

Las sociedades operadoras de sociedades de inversión estarán obligadas a observar la administración de cada uno de los riesgos discretivos y no discretivos a que hacen referencia los incisos a) y b) de esta fracción, respecto de las sociedades de inversión a las que presten el servicio de administración de activos, así como respecto de los demás servicios que les proporcionen.

- II. **Riesgos no cuantificables**, que son aquellos derivados de eventos imprevistos para los cuales no se puede conformar una base estadística que permita medir las pérdidas potenciales.

Es importante señalar que cada sociedad de inversión, está expuesta en mayor o menor medida a cada uno de los tipos de riesgo antes mencionados, por ejemplo aquellos portafolios conformados en su totalidad por instrumentos de renta variable, se encuentran expuestos en su totalidad al riesgo de mercado derivado de las fluctuaciones en los precios de las acciones, por otro lado aquellos portafolios conformados por instrumentos de deuda emitida por empresas privadas, se encuentran expuestos además del riesgo de mercado también al riesgo de crédito por el posible incumplimiento en los pagos de éstas frente a terceros o bien derivado de una degradación en su calificación crediticia⁴. Debido a lo anterior también se encuentran expuestos al riesgo de liquidez pues una baja en la calificación crediticia puede ocasionar una venta forzosa del instrumento ocasionando una minusvalía considerable al portafolio.

Respecto a los riesgos no discretivos o riesgos operativos se puede decir que casi todos los portafolios se encuentran expuestos a estos por la naturaleza misma de los procesos desde que se pacta una operación hasta su registro contable. Hoy en día se ha puesto mucho énfasis en establecer controles y vigilancia a los procesos internos de todas las áreas involucradas en la administración de activos de terceros, producto de los grandes descalabros que han tenido algunas firmas por la falta de revelación de información y transparencia en sus procesos.

Por su parte la CUSI ha puesto mucho énfasis en la transparencia de los procesos y revelación de información frente al cliente, a través de avisos relevantes en caso de contingencia en las operaciones; cuando existiera alguna violación al régimen de inversión; a los límites de riesgo; cambios de comisiones entre otros.

Administración de riesgos

⁴ La calificación crediticia de una empresa tiene que ver con su calidad de pago y es asignada por empresas especializadas en calificar la deuda privada de las empresas. En México existen cuatro empresas calificadoras: Standard and Poors, Moody's, Fitch y HR Ratings.

La función primaria de la administración integral de riesgos consiste justamente en entender los riesgos que asumen las sociedades de inversión (descritos anteriormente) y los que adquirirán en el futuro. Esto ayudará a decidir al encargado de dicha función, cual nivel de riesgo es aceptable y las acciones que se podrían tomar.

Actualmente en México, las sociedades de inversión tanto de deuda como de renta variable se encuentran reguladas en términos de la administración integral de riesgos para poder operar en los mercados financieros. Por ello la CNBV a través de la CUSI en su Título Séptimo establece los lineamientos que deberá seguir cada sociedad de inversión de acuerdo con su clasificación⁵ y perfil de riesgo. En este trabajo solo nos enfocaremos a lo referente a la gestión de los riesgos de mercado.

2.2 El riesgo de mercado

El riesgo de mercado se refiere a las posibles pérdidas que pueden sufrir activos financieros que integran una cartera, y que pueden ser generados por movimientos adversos del mercado como tasas de interés y tipos de cambio. Este tipo de riesgo aparece en carteras con activos como: acciones, bonos, divisas, mercancías (*commodities*), derivados financieros entre los más importantes.

Este tipo de riesgo tiene su origen en los cambios no anticipados por los agentes de los factores “*fundamentales*” que determinan el precio actual. Sin embargo, aún se desconocen muchas de las razones que existen detrás de la actividad de los diversos agentes en los mercados financieros. Se pueden observar momentos de euforia, con grandes volúmenes de operación y tendencias sostenidas al alza, que se interrumpen bruscamente sin que estén claras las razones de este cambio.

Por ejemplo el precio de mercado de una acción, es en esencia, el consenso sobre la estimación de dividendos futuros que la empresa va a generar, actualizados por una tasa adecuada. Por lo tanto, el riesgo de mercado de esta acción, podría ser medido investigando los factores fundamentales que influyen en las variables determinantes del precio, como el entorno competitivo, el cambio tecnológico, la experiencia de los inversionistas y otras variables en común, pero los modelos fundamentales, determinan el precio de los activos en unos casos y en otros no.

Debido a lo anterior los precios de mercado se convierten en materia prima para la medición del riesgo de mercado y al contar con series históricas de precios, tipos de cambio, tasas de interés y precios de mercancías (*commodities*) se puede obtener información sobre el riesgo a través del análisis estadístico.

Ahora bien, este tipo de riesgo es administrado en primer lugar por los inversionistas (*traders*) quienes al conocer los mercados en los que invierten mezclan su experiencia con criterios prudenciales y considerando como una medida de control, al final de las operaciones diarias verifican que los límites para el riesgo de mercado no se haya excedido, si esto no ocurre la estrategia de inversión debe cambiarse en base a

⁵ La CUSI ha establecido tres clasificaciones para cada sociedad de inversión de acuerdo a su duración: a) Corto plazo cuya duración está entre cero y un año, b) Mediano plazo, cuya duración está entre uno y tres años y c) Largo plazo cuya duración es mayor a tres años. A esta última también corresponde las Sociedades de inversión de renta variable.

procedimientos definidos, o bien añadirse límites temporales si la estrategia modificada incide fuertemente sobre el desempeño del fondo.

El procedimiento usual para medir el riesgo de mercado es hacerlo por componente, es decir: para cuantificarlo agregadamente, se toma en cuenta el riesgo marginal de cada instrumento que compone el portafolio, posteriormente se calcula una medida de riesgo total del portafolio de inversión. Con este procedimiento se dice entonces que el portafolio está bien diversificado. Si el riesgo total es exageradamente alto se considera inaceptable.

Para verificar lo anterior se desarrollan modelos de valuación (*mark to market*) para cada instrumento. Algunos modelos son genéricos debido a que no requieren gran complejidad mientras que para otros instrumentos se necesitan modelos de valuación específicos pues necesitan un tratamiento más fino. En este documento solo se mostrarán modelos de valuación genéricos que son usados comúnmente en la industria.

Por otro lado existen modelos de medición de riesgos que toman los factores de riesgo que afectan a cada instrumento en su valuación y se calculan métricas de riesgos que proporcionan información sobre el riesgo asumido tanto por el instrumento como por el portafolio. Esta información la analiza el encargado de la gestión del riesgo de mercado para obtener una descripción a detalle del riesgo que está encarando la operación diaria y de esta manera poder definir en conjunto con el área encargada de las inversiones el apetito de riesgo del día o del periodo siguiente.

La importancia del riesgo de mercado ha ido creciendo en la medida que se crean nuevos instrumentos financieros más sofisticados. Además un incentivo para que la regulación internacional sea cada vez más fuerte, fueron los quiebres financieros ocurridos con: Barings (el banco más antiguo de Inglaterra), Metallgesellschaft, Condado de Orange y Daiwa, que evidenciaron errores graves en la administración de riesgos que se tenía para sus inversiones.

En las siguientes secciones se mostrarán los modelos de valuación, modelos riesgos y algunos reportes que ayudan en la gestión diaria del riesgo de mercado.

2.3 Identificación de los riesgos de mercado

Los portafolios de inversión se encuentran expuestos ante las variaciones en los factores de riesgo que inciden los precios de los activos. De forma general los principales riesgos de mercado son:

- a) Riesgo de mercado de tipo de cambio o de divisas

Este riesgo surge principalmente en aquellas posiciones emitidas en otra divisa o con subyacente denominado en otra moneda diferente a la moneda local, por lo que se origina una pérdida potencial por movimientos abruptos en los tipos de cambio para cada divisa. Además, estos cambios son producto de factores macroeconómicos que se presentan regularmente en cada economía o región. Cualquier evento que afecte la economía de un país se verá reflejado también en la variación de su moneda.

b) Riesgo de mercado de tasas de interés

Este riesgo surge en los portafolios, por la toma y mantenimiento de posiciones de activos y pasivos con fechas de vencimiento diferentes entre sí, por lo tanto cualquier cambio en los niveles de las tasas de interés afectarán al desempeño del valor del portafolio de forma positiva o negativa.

c) Riesgo accionario

Este riesgo surge al mantener cualquier posición accionaria de empresas incluyendo aquellas que están en proceso, que cotizan en el mercado de valores local o internacional. Por lo que el portafolio queda expuesto a los movimientos en los precios de las acciones y en su caso si las acciones son extranjeras también serán afectadas por los movimientos en el tipo de cambio respectivo.

d) Riesgo de volatilidad

Este riesgo es particularmente de los instrumentos derivados, ya que su precio depende de otro instrumento llamado subyacente como por ejemplo: tasas de interés, tipo de cambio, acciones entre otros.

e) Riesgo de margen bancario

Cuando un instrumento se utiliza como cobertura de otro y cada uno es valuado con diferente curva de descuento como por ejemplo un bono gubernamental cubierto con un instrumento derivado de tasa interbancaria, de tal forma que su valor a mercado puede diferir, de lo que surge el riesgo de margen bancario o *basis risk*.

3 Cuantificación del riesgo de mercado

Un aspecto primario y de mucha importancia para la cuantificación de los riesgos de mercado de cualquier instrumento financiero consiste en la correcta valuación a partir de todos los componentes o factores de riesgo que lo integran y de los cuales depende.

De forma general se exponen a continuación modelos de valuación para cada tipo de instrumento que pudiera manejar cualquier sociedad de inversión.

3.1.1 Modelos de valuación del mercado de deuda

Los instrumentos de deuda son instrumentos financieros que en su conjunto representan el valor de la deuda total ofrecida en los mercados por distintas empresas o el mismo gobierno. Estos instrumentos pagan comúnmente su valor nominal a la fecha de vencimiento y ofrecen una tasa de rendimiento en cada periodo. La forma de valuación para cada instrumento se presenta a continuación:

a) Instrumentos cupón cero

Estos instrumentos no reconocen el pago periódico de intereses por lo que el pago se hace en una sola exhibición al vencimiento de éste. En consecuencia, la ganancia o pérdida para el inversionista está dada por su precio al cual fue adquirido el instrumento en el mercado y su valor nominal.

El precio de este tipo de instrumentos depende de su tasa de rendimiento y puede calcularse de la siguiente forma:

$$V_t = VN \cdot D_t$$

Si la tasa cotiza a descuento se tiene:

$$V_t = VN \cdot \left(1 - \frac{p \cdot rd_t}{360}\right)$$

Donde:

D_t = Representa el factor de descuento al tiempo t y está dado por:

$$D_t = \left(1 + \frac{p \cdot r_t}{360}\right)^{-1}$$

V_t = Precio sucio teórico al tiempo t

VN = Valor nominal

r_t = Tasa de rendimiento al tiempo t

rd_t = Tasa de descuento al tiempo t

p = Plazo al vencimiento o días por vencer del bono.

b) Instrumentos de tasa fija

Estos instrumentos realizan pagos periódicos al inversionista (o cupones) de acuerdo al calendario de pagos de intereses⁶. La tasa que se paga es fija durante el periodo de vida del instrumento y el pago del valor nominal se lleva a cabo en una sola exhibición al vencimiento. La forma de calcular este tipo de instrumentos está dada de la siguiente manera:

$$V_t = C_1 \cdot D_{t,1} + \dots + (C_n + VN) \cdot D_{t,n}$$

Donde:

D_i = Representa el factor de descuento y está dado por:

$$D_{t,i} = \left(1 + \frac{p \cdot r_t}{360} \right)^{-\left(\frac{p(i-1)+m}{p} \right)} \quad i = 1, \dots, n$$

V_t = Precio sucio teórico.

VN = Valor nominal

r_t = Tasa de rendimiento al tiempo t

p = Plazo del cupón

m = Días por transcurrir del cupón del primer cupón

i = Número de cupones por recibir incluyendo el actual

$$C_i = TC \frac{p}{360}$$

TC = Tasa cupón

Es importante señalar que algunos instrumentos se encuentran ligados a la inflación, por lo que su valor nominal estará denominado en UDIS⁷ al respecto, el precio de dicho instrumento se valorará con una tasa real. Un ejemplo de este tipo de instrumentos son los Udibonos, CBICS y PICS.

c) Instrumentos de tasa variable o tasa revisable

⁶ Es importante señalar que toda la información financiera concerniente a bonos corporativos se puede encontrar en los prospectos de información que emiten las empresas. Ya que estos contienen la fecha de inicio y de fin del instrumento, la tasa que pagará y si ésta se encuentra ligada algún índice, el periodo de pagos de los cupones, el calendario de pagos de las amortizaciones en caso que el nominal no sea pagado en una sola exhibición, si el instrumento tiene la opción de pagar anticipadamente el valor nominal entre otros.

⁷ UDIS acrónimo de Unidades de Inversión. La UDI es una unidad de cuenta de valor real constante, en la que pueden denominarse tanto títulos de crédito, excepto cheques y en general contratos mercantiles u otros actos de comercio. Su valor lo publica diariamente el Banco de México en el Diario Oficial de la Federación y su valuación es motivada por la inflación.

Estos instrumentos pagan intereses (o cupones) periódicamente y la tasa para cada cupón es variable en cada periodo en base a una tasa de referencia del mercado (por ejemplo, la TIIE) y la única tasa conocida es para el primer cupón. Cabe señalar que algunos de estos instrumentos pueden pagar además, una sobretasa. El pago del valor nominal comúnmente se realiza en una sola exhibición a la fecha de vencimiento del instrumento o bien puede amortizar en distintas fechas. Para valuar este instrumento se tiene la siguiente expresión:

$$V_t = C_1 \cdot D_{t,1} + \dots + (C_n + VN) \cdot D_{t,n}$$

Donde:

D_i = Representa el factor de descuento y está dado por:

$$D_{t,i} = \left(1 + \frac{p(r_t + s_t)}{360} \right)^{-\left(\frac{p(i-1)+m}{p} \right)} \quad i = 1, \dots, n$$

V_t = Precio Sucio Teórico.

VN = Valor Nominal

Ir_{c_i} = Tasa de referencia para el cupón C_i

s_t = Sobretasa al tiempo t

p = Plazo del cupón.

r_t = Tasa de rendimiento al tiempo t

m = Días por transcurrir del primer cupón

i = Número de cupones por recibir incluyendo el actual

$$C_1 = TC \frac{m}{360}$$

TC = Tasa cupón conocida para el primer pago

$$C_i = Ir_{c_i} \frac{m}{360} \quad \text{para } i = 2, \dots, n$$

3.1.2 Acciones

➤ Modelo de *capital asset pricing model*

Una metodología propuesta por Sharpe (1964), es el llamado Capital Asset Pricing Model (CAPM), el cual es aceptado por la industria financiera para modelar el cambio en el precio de las acciones. Este modelo describe la relación entre el riesgo y el rendimiento esperado y se establece con la condición de que el rendimiento esperado de una acción o portafolio de acciones es equivalente a la tasa libre de riesgo más un premio. Este modelo se expresa de la siguiente forma:

$$r_a = r_f + \beta_a (r_m - r_f)$$

Donde:

r_a = Rendimiento esperado de la acción a

r_f = Tasa libre de riesgo

β_a = Beta de la acción

r_m = Rendimiento esperado de mercado (en este caso está representado por el IPC para el caso de México).

En este modelo se asume que la tasa libre de riesgo así como el rendimiento esperado del mercado son variables conocidas y el rendimiento de la acción puede ser obtenida de forma directa a través de la ecuación descrita anteriormente si se conoce β_a (la beta de la acción).

La forma de estimar la beta, puede ser de distintas formas, sin embargo el análisis de regresión arroja una expresión útil para su estimación en términos del IPC y la covarianza del IPC con la serie accionaria de la siguiente forma:

$$\beta = \frac{Cov(r_m, r_a)}{Var(r_m)}$$

➤ Modelo a través de precios

El modelo de valuación para acciones bursátiles a través de precios, consiste en tomar el precio unitario de la acción como su valor a mercado, el valor de la posición sería el resultado de multiplicar los precios unitarios por el número de títulos o posición que se tienen de esa acción (o índice). En consecuencia el valor total de un portafolio compuesto por acciones es simplemente la suma de los valores de cada acción que integran el portafolio.

El cálculo del valor una posición en acciones se lleva a cabo a través de la siguiente expresión:

$$V_t^i = N_t^i \times A_t^i$$

Donde:

V_t^i = Monto o valor posición de la acción *i-ésima* al tiempo *t*

N_t^i = Es el número de títulos de la acción *i-ésima* al tiempo *t*

A_t^i = Es el precio unitario de la acción *i-ésima* al tiempo *t*

De esta forma el monto o valor de un portafolio conformado por acciones al tiempo *t* es:

$$V_t = \sum_i V_t^i$$

Donde:

V_t = Representa el monto o valor del portafolio al tiempo *t*

V_t^i = Es el valor de la posición de la acción *i-ésima* al tiempo *t*

Uno de los métodos descritos anteriormente para estimar el valor en riesgo llamado método de “Simulación histórica” puede utilizar como factor de riesgo los precios de las series accionarias y posteriormente llevar a cabo el cálculo de la pérdida máxima.

➤ **Modelo de precios de acciones no bursátiles**

Este tipo de acciones puede utilizar el modelo descrito con anterioridad, donde el precio unitario de la acción se toma como el valor a mercado, el valor de la posición sería el producto de los precios unitarios por el número de títulos o posición que se tienen de esa acción y el valor de un portafolio sería la suma de los valores de las posiciones que lo integran.

Sin embargo para este tipo de acciones la información del precio de la acción no se puede obtener de medios públicos o proveedores de precios, ya que se trata de acciones que son ilíquidas. Por ello para obtener el precio para estas acciones se toma en cuenta el Capital Contable de la emisora de las acciones entre el número de acciones en circulación de la siguiente forma:

$$A_t = \frac{CC_t}{N}$$

Donde:

A_t = Precio unitario de la acción

CC_t = Capital Contable al tiempo *t*

N = Número de acciones en circulación

Cabe mencionar que la periodicidad para la obtención de la información del Capital Contable es de forma mensual y vencida, lo anterior implica que el valor de la acción tiene que repetirse durante todo un mes, para efectos del análisis ya que la información de los balances las empresas los emiten con esta regularidad.

Nuevamente aplican las fórmulas mostradas en la sección anterior:

$$V_t^i = N_t^i \times A_t^i$$

Donde:

V_t^i = Monto o valor posición de la acción *i-ésima* al tiempo *t*

N_t^i = Es el número de títulos de la acción *i-ésima* al tiempo *t*

A_t^i = Es el precio unitario de la acción *i-ésima* al tiempo *t*

De esta forma el monto o valor de un portafolio conformado por acciones al tiempo *t* es:

$$V_t = \sum_i V_t^i$$

Donde:

V_t = Representa el monto o valor del portafolio al tiempo t

V_t^i = Es el valor de la posición de la acción i -ésima al tiempo t

Uno de los métodos descritos anteriormente para estimar el valor en riesgo llamado método de “Simulación histórica” puede utilizar como factor de riesgo los precios de las series accionarias y posteriormente llevar a cabo el cálculo de la pérdida máxima.

3.2 Instrumentos derivados

Estos instrumentos dependen del valor de otro instrumento llamado *subyacente*. La finalidad de estos instrumentos consiste en distribuir el riesgo de las distintas variables que afectan el precio del activo (tasas, índices, tipos de cambio, etc.) entre quienes pretenden reducirlo para asegurar la estabilidad de sus flujos operativos, y aquellos que quieren tomarlo con el fin de obtener altos rendimientos.

Estos instrumentos se pueden operar en mercados estandarizados (en México, el mercado reconocido y estandarizado donde se pueden operar estos instrumentos es MexDer, (Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V) o bien en mercados no estandarizados conocidos como OTC (Over the Counter). En estos últimos las negociaciones se realizan fuera de las bolsas de valores formales mediante “market makers”, esto quiere decir, empresas que poseen los activos financieros que se intercambiarán en el mercado OTC y establecen el precio de “*bid*” y “*ask*”. Es importante señalar que en un mercado OTC el intercambio se realiza a través de un contrato bilateral llamado ISDA (Internacional Swap Dealer Agreement).

Existen tres finalidades para estos contratos:

1. Cobertura de riesgos (*hedging*): sirven para mitigar o cubrir el riesgo producto de variaciones adversas en los precios de los activos.
2. Especulación: un agente podría realizar una apuesta discrecional conforme a los movimientos de precios de ciertos derivados con la finalidad de obtener una ganancia de acuerdo al riesgo asumido. Esta actividad brinda alta liquidez en los mercados organizados.
3. Arbitraje: que consiste en obtener una ganancia sin riesgo, aprovechando una imperfección del mercado. Por ejemplo, comprar y vender un activo simultáneamente en dos mercados diferentes, para asegurar un beneficio económico.

Cabe señalar que en el mercado existen gran variedad de instrumentos derivados y los subyacentes varían entre uno y otro, así como el nivel de sofisticación. A continuación solo mostraré cuatro de los más operados por las sociedades de inversión en México:

i) *Forwards* y futuros sobre divisas

Un contrato *forward* es un acuerdo para comprar o vender un activo llamado subyacente en el futuro a un precio y fecha especificados. Estos instrumentos no son operados en mercados estandarizados, son acuerdos privados entre dos instituciones financieras y se adaptan a las necesidades del cliente⁸. Un contrato futuro es similar a un contrato *forward*, solo que en este caso, estos se operan en mercados estandarizados y requieren de colaterales obligatorios o márgenes a través de una cámara de compensación que funge como contraparte.

⁸ Estos instrumentos son mejor conocidos como OTC (Over the Counter) pues son hechos a la medida del cliente que pretende adquirirlos.

El contrato más común de este tipo es el futuro sobre divisas en el cual la utilidad está representada por las tasas de interés de las divisas a las cuales se hace referencia. La forma de valuación es la siguiente:

$$f_t = S_{t_0} \left(\frac{1 + \left(r_d \times \frac{t}{360} \right)}{1 + \left(r_e \times \frac{t}{360} \right)} \right)$$

Donde:

f_t = Tipo de cambio futuro (o *forward*)

S_{t_0} = Tipo de cambio spot

r_d = Tasa de interés doméstica (divisa base)

r_e = Tasa de interés externa (divisa extranjera)

t = Plazo

Así, el valor futuro de la posición está dado por la siguiente expresión:

$$F_t = f_t \cdot N$$

Y su precio es el resultado de lo siguiente:

$$V = (F_t - K) \cdot \left(1 + r_d \cdot \frac{t}{360} \right)^{-1}$$

Donde:

N = Valor nominal

K = Precio pactado

V = Valuación del instrumento

ii) **Forwards y futuros sobre tasas nominales o reales**

Los *futuros* de tasas de interés son contratos que dependen de los niveles de tasa de interés del mercado. Estos contratos son muy negociados en México a través del mercado estandarizado Mexder ya que representan más del 50% del volumen total de operación de la industria. A través de estos contratos se busca cubrirse anticipadamente de fluctuaciones importantes en las tasas a causa de diferentes factores. Los subyacentes que se operan en este mercado son las tasas de Cetes a 91 días y la TIIE a un plazo de 28 días.

Por otro lado los *forward rate agreements (FRA's)* son parecidos a los *futuros*, solo que la mecánica de compra-venta se pacta directamente entre las dos partes: parte compradora (posición *long*) y parte vendedora (posición *short*) en los mercados OTC. En estos contratos se fija la tasa de interés que se aplicará en el futuro a un valor nominal de un instrumento en un tiempo pactado.

Para valorar estos instrumentos primero es necesario calcular la tasa *forward* implícita de la siguiente forma:

$$r_{fd} = \frac{r_L t_L - r_s t_s}{\left(1 + \frac{r_s \cdot t_s}{360}\right)}$$

Y la ganancia o pérdida (conocida en inglés como: *mark to market*)

$$MTM = VN \times \frac{(r_a - r_{fd})}{1 + \frac{r_s t_s}{360}}$$

Dónde:

r_{fd} = Tasa *forward* implícita

r_L, r_s = Tasa larga y corta respectivamente

t_L, t_s = Plazo largo y corto respectivamente

MTM = Ganancia/Pérdida (*mark to market*)

VN = Valor nominal

r_a = Tasa pactada

iii) Swaps de tasas nominales o reales

Estos instrumentos son un acuerdo entre dos instituciones para intercambiar flujos de efectivo en el futuro. Estos contratos son negociados en mercados OTC, a través de una institución bancaria la cual actúa como intermediario entre las dos partes. En algunas ocasiones el banco actúa como contraparte al no existir participantes del swap con alguna empresa. Existen varios tipos de swaps, los más comunes son los swaps de tasas de interés o llamados también “plan vainilla” y los swaps de divisas (*cross currency swap*). En el caso de los swaps de tasas de interés dos compañías acuerdan intercambiar flujos de efectivo, donde por un lado una parte pagará una tasa fija y recibirá una tasa flotante y por el otro la otra parte pagará una tasa flotante y recibirá una tasa fija. La cantidad pactada en cada operación deberá ser la misma en ambas partes pues sobre ésta, se pagarán los flujos de acuerdo a las tasas pactadas.

De esta forma los flujos fijos se calculan de la siguiente manera:

$$F_{fijo} = VN \times \frac{r_{fijo} \cdot t}{360}$$

Dónde:

F_{fijo} = Flujo fijo

VN = Valor nominal

r_{fijo} = Tasa fija pactada

t = Número de días por liquidar

Por otro lado los flujos variables se calculan:

$$F_{fwd} = VN \times \frac{r_{fwd} \cdot t}{360}$$

F_{fwd} = Flujo variable

VN = Valor nominal

r_{fwd} = Tasa *forward*

t = Número de días por liquidar

Finalmente el valor del contrato si se tiene una posición larga es:

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{(F_i^f - F_i^{fijo})}{\left(1 + r_i \cdot \frac{t}{360}\right)}$$

Donde:

V = Valor del swap

F^f = El pago de interés variable

F^{fijo} = El pago de interés fijo

n = Periodos del swap

r = Tasa spot para el periodo i

t = Días por vencer

Cuando se tiene una posición corta en el swap, solo se invierte el orden de los términos en el numerador.

iv) Swap de divisas

Al igual que los swaps de tasas de interés, la valuación de estos es el resultado de la diferencia entre dos bonos. En este caso uno de ellos está denominado en otra moneda extranjera por lo que el tipo de cambio es un factor de riesgo que se debe tomar en cuenta. El intercambio del principal se da al vencimiento y los flujos pueden ser pagados ambos con la misma tasa (flotante o fija) o con las dos tasas diferentes entre sí.

La valuación del swap de divisas está dada por la siguiente expresión:

$$V = TC \cdot V_e - V_d$$

Donde:

V = Valor del swap de divisas

TC = Tipo de cambio spot

V_e = Valor presente de los flujos denominados en moneda extranjera

V_d = Valor presente de los flujos denominados en moneda doméstica.

3.3 Gestión de portafolios

Cada portafolio de inversión debe estar clasificado de acuerdo al régimen de inversión y perfil de riesgo sobre el cual basará su estrategia, a fin de optimizar los recursos de los inversionistas.

El nivel de rendimiento de este portafolio deberá ser comparado con el mercado a través de un *benchmark*⁹ o bien a través de la selección de un grupo de portafolios existentes en el mercado que sean comparables con el actual, también llamado *peer group*.

Sin embargo, surge la pregunta de ¿Cuál es el “portafolio óptimo” que debe elegirse?

En el año de 1952, H. Markowitz de 25 años, estudiante de la Universidad de Chicago, publica *Portafolio Selection* (Selección de Portafolios), mediante el cual expone que los inversionistas evalúan los diversos portafolios a su alcance de acuerdo al rendimiento esperado y la desviación estándar, a su vez, seleccionan un “portafolio óptimo” de acuerdo a las curvas de indiferencia o preferencia de cada inversionista.

Un “portafolio óptimo” se basa en dos condiciones:

- Para cualquier nivel de rendimiento esperado, se consideran todos los portafolios que tienen un rendimiento similar y de estos escoger aquel que tenga menor volatilidad o desviación estándar, es decir, menor riesgo.
- Para cualquier nivel de volatilidad o desviación estándar, considerar los portafolios con volatilidad similar o nivel de riesgos y de estos escoger el de mayor rendimiento esperado.

Algunos de los supuestos del modelo de Markowitz son:

- El inversionista considera el rendimiento esperado y la volatilidad solamente para la selección de activos
- Dado un rendimiento esperado, el inversionista selecciona el portafolio de menor riesgo.
- El horizonte de inversión es de un periodo.
- Las decisiones de inversión de un individuo no afectan los precios de los activos.
- Se puede comprar y vender fracciones de activos.
- No existen costos de transacción ni impuestos.
- Los inversionistas invierten racionalmente.

De esta manera el rendimiento esperado de un portafolio se determina de la siguiente forma:

⁹ Un *benchmark* es un valor de referencia que se utiliza tanto en modelos de valuación como de desempeño. Los modelos de valuación que utilizan un *benchmark* se basan en el principio de un mismo precio, es decir que el valor de mercado de un activo debe ser similar al valor de mercado de otro activo de características semejante. También puede ser utilizado como un comparativo de referencia en el desempeño de administradores de portafolios, donde se mide a través de la desviación entre el desempeño del portafolio contra *benchmark*.

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(r_i)$$

Donde:

$E(r_p)$ = Rendimiento esperado del portafolio

w_i = Peso del activo i -ésimo dentro del portafolio

$E(r_i)$ = Rendimiento esperado del activo i -ésimo

Ahora bien, el riesgo de un portafolio como se mencionó anteriormente está medido por la desviación estándar del portafolio que es una medida de dispersión de los rendimientos también conocida como volatilidad y se determina como sigue:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij}$$

σ_p^2 = Varianza del portafolio

w_i, w_j = Pesos de los activos i y j dentro del portafolio

σ_{ij} = Covarianza entre los activos i y j

Finalmente la desviación estándar o volatilidad de los rendimientos del portafolio, obtiene con la raíz de la varianza del portafolio:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}$$

Por lo tanto, la composición del portafolio determinará el nivel de rendimiento esperado, así como el nivel de riesgo asumido.

A continuación se presentan tres portafolios con composiciones diferentes de acuerdo a los activos que administra cada uno:

Portafolio A	Portafolio B	Portafolio C
20% Liquidez	15% Liquidez	15% Liquidez
70% Bonos Gubernamentales	45% Bonos Corporativos	85% Acciones
	40% Bonos Gubernamentales	

En este caso el portafolio A está dado por un perfil de riesgo bajo, es decir que su rendimiento está garantizado por el gobierno federal con lo cual se tiene un riesgo de incumplimiento relativamente nulo y su rendimiento depende de los precios del mercado de estos instrumentos. Para el portafolio B se tiene un perfil de riesgo medio pues al estar invertido cierto porcentaje en papeles corporativos, le añaden al portafolio un riesgo crediticio relativamente alto si no se tiene una adecuada selección de estos instrumentos en base a su calidad crediticia; su rendimiento depende de los precios del mercado de los instrumentos que componen esta cartera. En el portafolio C se puede observar un perfil de riesgo alto pues está invertido en gran medida en acciones. En este

sentido el rendimiento de éste depende directamente de la volatilidad en los precios de las acciones corporativas.

Como se puede observar en cada portafolio se tiene cierto porcentaje de inversión en liquidez que puede estar dada con la inversión a plazo de un día conocida como *overnight*, esto con la finalidad de tener margen de maniobra ante una posible oportunidad de mercado, o bien ante la entrada y salida de nuevos clientes del portafolio de inversión.

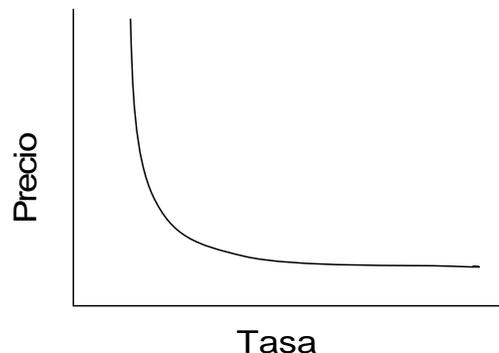
El *benchmark* en cada caso será acorde a la estrategia que persiga cada portafolio. Por ejemplo para el caso del portafolio C, se podría tener un *benchmark* compuesto por un 85% de inversión en el IPC (Índice de Precios y Cotizaciones del mercado mexicano) y el otro restante en un *benchmark* compuesto por instrumentos con vencimiento de un día. Actualmente existen en el mercado proveedores de precios que ofrecen a sus clientes *benchmarks* con diferentes composiciones y que además, pueden ser combinados entre sí para asegurar una estrategia de inversión bien definida.

3.3 Modelos de medición del riesgo de mercado

A continuación se muestran algunos modelos de medición de riesgos que se aplican a los portafolios de inversión y que son usados dentro de la industria (particularmente donde labora). Cabe aclarar que no son los únicos y que existen un sin número de modelos que podrían aplicarse a cualquier portafolio para llevar a cabo una adecuada gestión de riesgos.

3.3.1 Sensibilidad a las tasas de interés

La sensibilidad de cualquier portafolio de inversión puede medirse a través del PVBP (Price Value of a one Basis Point) que representa una medida de sensibilidad a las tasas de interés y es una relación inversa entre el precio del bono y su tasa de interés. Es decir que un decremento en el precio del bono implica un incremento en la tasa de interés y viceversa. El nivel de cambio en el precio de un bono por cada cambio dado en puntos base en la tasa de interés es determinado por otros factores como la tasa cupón de los bonos, el plazo al vencimiento y la calificación crediticia.



Esta medida da una idea sobre el posible movimiento en los instrumentos financieros que dependen si las tasas de interés aumentan o disminuyen. El escenario que se utiliza, supone un incremento en las tasas de interés de un punto base de forma paralela. Ahora

bien, si el valor de nuestro portafolio está dado por V que a su vez depende de la tasa de interés r , tenemos que el PVBP se expresa de la siguiente forma:

$$PVBP = V(r + 0.01\%) - V(r)$$

Por lo que

$$PVBP \approx \lim_{\Delta r \rightarrow 0} \frac{V(r + \Delta r) - V(r)}{\Delta r} \Delta r = \frac{\partial V}{\partial r} dr$$

3.3.2 Duración y PVBP

La definición de duración es el cambio por unidad monetaria en el valor de un activo financiero y por ende de un portafolio cuando se registra un cambio (unitario) en las tasas de interés prevalecientes en el mercado. La forma de calcular la duración promedio ponderada es a través de un cociente que utiliza en el numerador una medida denominada PVBP (*price value of a one basis point* por sus siglas en inglés) que se define como el cambio en el valor de un instrumento financiero o portafolio derivado de un cambio en un punto base (0.01%) en cada una de las tasas de interés en la curva de descuento de cada instrumento; en el denominador el valor del portafolio o instrumento respectivo, convirtiéndolo a días.

$$Dur \approx -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta r}$$

Y su aproximación a partir de la medida de PVBP está dada por:

$$Dur \approx \frac{-(PVBP)}{V} \times 10,000$$

Donde:

V = Valor del portafolio

$PVBP$ = El cambio en el valor presente del portafolio cuando las tasas aumentan un punto base.

3.3.3 Valor en riesgo (VaR)

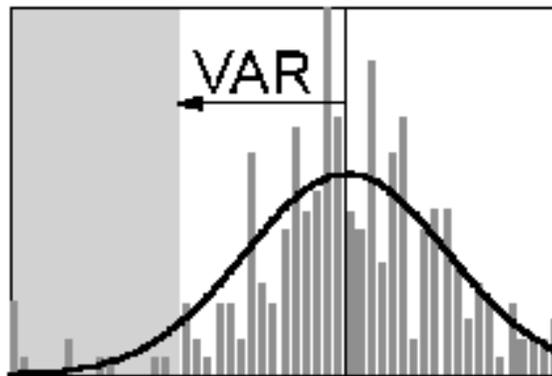
El valor en riesgo (VaR por sus siglas en inglés) es una medida estadística que mide la posible pérdida máxima en un intervalo de tiempo y con un nivel de confianza bajo condiciones normales de mercado.

El conocimiento de ésta pérdida máxima puede derivarse de la exposición de una institución frente al riesgo de mercado, es así, que interesa desde el punto de vista de control y limitación del riesgo, así como desde la perspectiva de evaluación de los rendimientos que relacionados a esta exposición, se obtengan.

El VaR representa el $(1 - \alpha)$ cuantil de la distribución de pérdidas y ganancias y satisface la relación $P[v(w) \leq VaR] = 1 - \alpha$ donde $v(w)$ denota el cambio en el valor del portafolio por lo que $v(0) = 0$, además se supone que la distribución de pérdidas y ganancias es una función continua y estrictamente monótona.

Esta medida es de gran importancia pues valora los riesgos de las operaciones de mercado y de inversión. También es posible asignar límites a las posiciones que toman los operadores y ayuda a la asignación de recursos escasos de capital.

La estimación de esta medida se hace a través de diversos métodos y el uso de ellos depende de las necesidades de cada institución. Al respecto la CUSI no impone alguna restricción sobre el uso del modelo a utilizar por lo que cada institución es libre de elegir el modelo siempre y cuando los datos usados para su construcción, considere información representativa y robusta.



Los modelos de valor en riesgo más conocidos en la industria son:

- **VaR paramétrico.** Este modelo considera una curva de densidad de probabilidad conocida asociada a la distribución de los rendimientos. Es muy común que la distribución utilizada sea la normal asumiendo una media igual y cero y una desviación estándar σ . Su calculo es como sigue:

$$VaR = F \times S \times \sigma \times \sqrt{t}$$

Dónde:

F = Estadístico del nivel de confianza al cual se calculará la estimación del VaR.

S = Corresponde al monto total de la inversión.

σ = Volatilidad de los rendimientos de los activos.

t = Horizonte de tiempo.

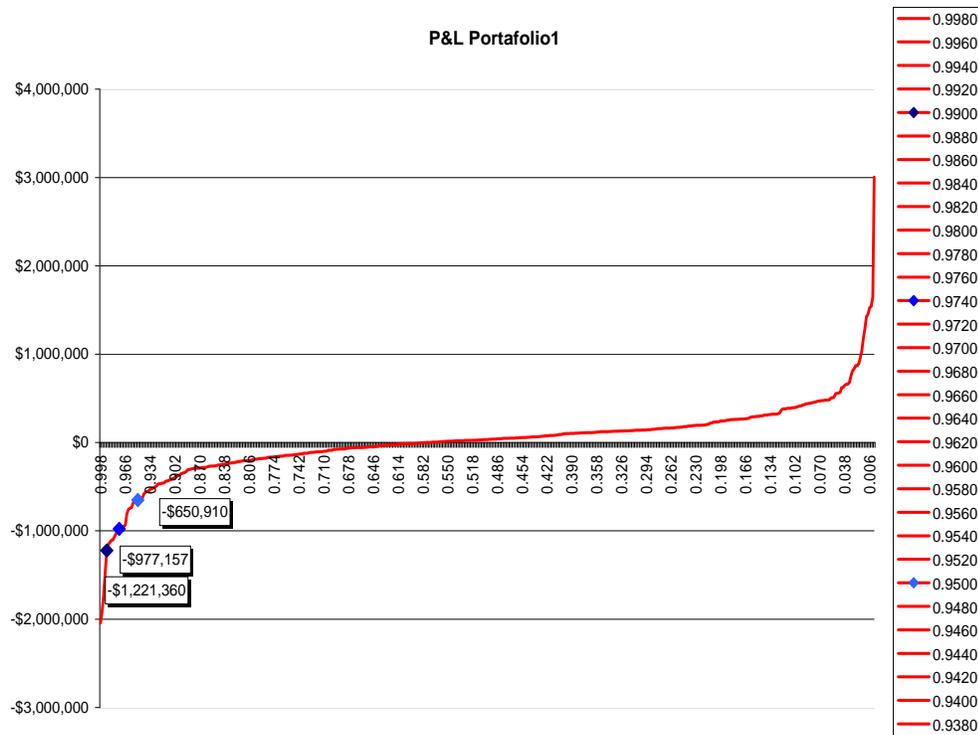
Este modelo presenta deficiencias en la práctica pues podría subestimar el nivel dado que la mayoría de los activos financieros no se distribuyen como una normal.

- VaR por simulación histórica.** Este método consiste en utilizar series históricas de observaciones de las variaciones en un periodo u horizonte de tiempo de los factores de riesgo que determinan los precios de cada uno de los activos del portafolio y para cada observación o escenario se reevalúan éstos activos, de esta manera se construyen series de valores simulados del portafolio para cada uno de los escenarios.

La pérdida o ganancia relacionada en cada escenario, corresponde a la diferencia entre el valor actual del portafolio y el valor del portafolio valuado con los niveles de los factores de riesgo del escenario en cuestión. Con las pérdidas y ganancias asociadas a cada escenario, se define una distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias del valor del portafolio. A partir de esta distribución se calcula el cuantil correspondiente y se obtiene el VaR.

El supuesto fundamental de este método es que la variación de los factores de riesgo que inciden en el precio de los activos en fechas futuras será igual al comportamiento que registraron en el pasado.

La siguiente gráfica muestra la distribución de pérdidas y ganancias de un portafolio hipotético. Cabe resaltar que este método es uno de los más comunes en la industria.



- **VaR por simulación montecarlo.** En este caso la creación de escenarios hipotéticos para los factores de riesgo se hace a través de la generación de números aleatorios de acuerdo a una distribución que generalmente es la distribución normal. Una vez obtenidos estos escenarios, se re-evalúa el portafolio en cada escenario y se calculan las diferencias diarias respecto al valor actual del portafolio. De esta forma se obtiene la distribución de pérdidas y ganancias y en consecuencia el cuantil correspondiente al VaR conforme al nivel de confianza establecido.

Este modelo al igual que el paramétrico utiliza supuestos sobre las distribuciones de los rendimientos y de sus correlaciones que podrían generar distorsiones en los escenarios si los mercados no se comportan así. También requiere un gran volumen de datos para la generación de escenarios lo cual computacionalmente es costoso.

3.3.4 Backtesting y calibración del modelo de VaR

Para verificar la exactitud del modelo de VaR es recomendable hacer pruebas del modelo a través de pruebas de bondad de ajuste que consiste en comparar los resultados estimados con los realmente observados y con base en una técnica estadística, concluir si el modelo es exacto, esta prueba es llamada *backtesting*.

Cualquier modelo es susceptible de proporcionar datos erróneos o sesgados derivado de múltiples causas como son una mala calidad de la información, errores en la especificación de los modelos de valuación o bien errores en los cálculos.

Backtesting a través de prueba de hipótesis (coeficiente de fallas)

Este método propuesto por Kupiec (1995)¹⁰ denominado coeficiente de fallas asume que las veces en que el modelo seleccionado para el cálculo del VaR (a un nivel p) falla en N observaciones. El estadístico es el siguiente:

$$l = -2 \ln \left((1-p)^{T-N} p^N \right) + 2 \ln \left(\left(1 - \frac{N}{T} \right)^{T-N} \left(\frac{N}{T} \right)^N \right)$$

Esta expresión se distribuye como una chi-cuadrada con un grado de libertad bajo la hipótesis nula de que p es la probabilidad verdadera.

Posteriormente el valor de l se compara con el valor de la chi-cuadrada con un grado de libertad para una probabilidad a un nivel de significancia del 5% (probabilidad de 0.05). La tabla 1 muestra el valor de la chi-cuadrada para tres probabilidades distintas: 0.05, 0.01 y 0.005. Si resulta que el valor de l es mayor que el valor del estadístico de 3.84, entonces la hipótesis de que $p=0.01$ se rechaza, lo que implica que el modelo se tiene que revisar. En caso contrario, el modelo se considera confiable.

Tabla 1. Valores estadísticos de la chi cuadrada

¹⁰ Kupiec, P. (1995). Techniques for verifying the accuracy of risk management models. *The Journal of Derivatives* 3, 73–84.

Nivel de confianza de la prueba (1- α)	Nivel de significancia (α)	Valor del estadístico chi-cuadrada con un grado de libertad
95%	5%	3.841455
99%	1%	6.634891
99.50%	0.50%	7.8794

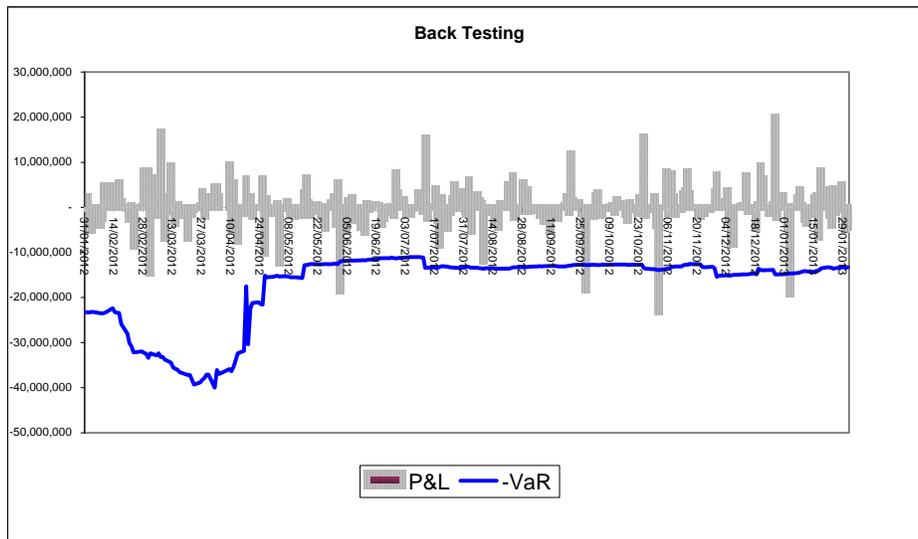
Si el modelo para el cálculo de VaR es simulación histórica con 500 escenarios y reevaluación total, cada cálculo de VaR requiere de 501 datos históricos de cada factor de riesgo involucrado en la valuación de cada instrumento. Por lo tanto se considera el *backtesting* confiable cuando T es mayor o igual a 100 observaciones de pérdidas y ganancias.

Ejemplo de un portafolio hipotético con información de un año, VaR de 1 día al 99% de confianza:

Portafolio	Modelo	Alfa	Excesos (N)	Región no rechazo	Chi-cuadrada	Valor de l	Resultado Prueba
Portafolio Hipotético	1d @ 99%	0.05	4	N<7	3.841	0.75	¡Aceptable!

$N = 4$
 $T = 252$
 $p = 0.010$
 $l = 0.75$

$$l = -2 \ln \left((1-p)^{T-N} p^N \right) + 2 \ln \left(\left(1 - \frac{N}{T} \right)^{T-N} \left(\frac{N}{T} \right)^N \right)$$



Para calibrar el modelo de VaR se tienen varias opciones entre ellas:

- Revisar los ponderadores de las observaciones en el cálculo de la volatilidad (en caso de ser dinámica) a través del factor de decaimiento lambda. Esta volatilidad se calcula a través de la siguiente expresión:

$$\sigma_t^2 = (1-\lambda) \sum_{i=1}^T \lambda^{i-1} r_{t-1}^2 \text{ con } 0 < \lambda < 1$$

Donde:

σ_t =Volatilidad dinámica al tiempo t

r_t =Rendimientos diarios al tiempo t

λ =Factor de decaimiento

- Ajuste del número de observaciones con que se construye la distribución de pérdidas y ganancias para estimar el valor en riesgo.
- Ajuste del nivel de confianza de la distribución de pérdidas y ganancias para estimar el valor en riesgo.

3.3.5 Pruebas de estrés

a. Estrés para tasas

De forma similar al *backtesting*, las pruebas extremas o de estrés complementan el modelo de VaR al considerar escenarios de valuación que representen un riesgo extremo para el portafolio. Estas pruebas consisten en valorar la posición en periodos de alta volatilidad que pueden ser históricos, hipotéticos o estilizados que tienen como objetivo, medir el impacto que tendría en la cartera estos movimientos a fin de identificar el riesgo que enfrentaría el portafolio, así como aquellas posiciones más vulnerables.

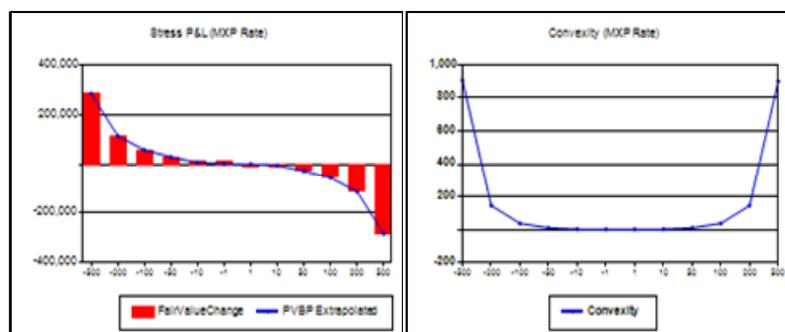
- Escenarios históricos:** trata de simular el riesgo que asumiría el portafolio si se repitieran hoy, escenarios pasados de crisis. Por lo tanto es necesario identificar los impactos que tuvieron los factores de riesgo durante la crisis y tratar de replicarlos a los factores actuales.
- Escenarios hipotéticos:** consiste en simular escenarios en situaciones de crisis extremas suponiendo niveles poco improbables en los factores de riesgo.
- Escenarios estilizados:** supone cambios suaves o extremos en los factores de riesgo como son: tasas de interés, tipos de cambio y precios de acciones.

En la tabla 2, la generación de escenarios de estrés, para el análisis de sensibilidad de las posiciones y su exposición al riesgo por tasas de interés, se realiza a través de considerar escenarios hipotéticos donde los cambios que se consideran son de 10 pb, 50 pb, 100 pb, 200 pb y 500 pb. Estos cambios se hacen en las curvas de tasas de interés tanto en forma positiva como negativa para ver el efecto en los distintos portafolios que se manejan.

A la par de este cálculo se realiza la extrapolación lineal del PVBP base (que se comentó anteriormente) para hacer una comparación de ambos cálculos y obtener la convexidad implícita.

Tabla 2

MXP Rate			
P&L		Increase	Decrease
PVBP	Calculated	-569.62	569.62
10bp	Fair Value Change	-5,696.84	5,696.57
	PVBP extrapolated	-5,696.17	5,696.24
	Convexity	0.33	
50bp	Fair Value Change	-28,471.97	28,490.10
	PVBP extrapolated	-28,480.85	28,481.22
	Convexity	8.88	
100bp	Fair Value Change	-56,925.82	56,998.38
	PVBP extrapolated	-56,961.70	56,962.43
	Convexity	35.93	
200bp	Fair Value Change	-113,779.29	114,069.40
	PVBP extrapolated	-113,923.40	113,924.86
	Convexity	144.14	
500bp	Fair Value Change	-283,906.73	285,720.13
	PVBP extrapolated	-284,808.50	284,812.15
	Convexity	901.77	



Esta gráfica muestra el nivel de pérdida que tendría cierto portafolio hipotético dado un estrés en las tasas de interés para diferentes impactos, la gráfica de la derecha muestra el nivel que alcanzaría el portafolio tanto en pérdidas como en ganancias.

b. Estrés para tipos de cambio

La generación de escenarios de estrés para los tipos de cambio se puede llevar a cabo de dos formas, una es considerando múltiplos de los cambios máximos de los factores de riesgo que se observan y la otra es considerando cambios porcentuales de los distintos tipos de cambio como se verá enseguida:

o Estrés por volatilidades

Estos escenarios pueden calcularse con la siguiente expresión:

$$g(K) = e^{\sigma_r(\lambda)K} - 1$$

Donde:

$g(K)$: Es el factor en función de K y la volatilidad para la obtención del escenario correspondiente.

$\sigma_r(\lambda)$: Es la volatilidad de los rendimientos logarítmicos del tipo de cambio con decaimiento exponencial λ .

K : Es el número de desviaciones estándar aplicadas para generar el escenario

La desviación estándar de los rendimientos logarítmicos se calcula con la metodología siguiente, aplicando un *factor de decaimiento* (λ).

$$\sigma_r(\lambda) = \sqrt{\frac{1-\lambda}{1-\lambda^n} \sum_{i=0}^{n-1} \lambda^i (r_{t-i} - \bar{r})^2}$$

Donde:

r_{t-i} : Representa el rendimiento logarítmico diario del tipo de cambio.

\bar{r} : Promedio de los últimos n rendimientos logarítmicos del tipo de cambio.

λ : Es el factor de decaimiento para el cálculo de la volatilidad.

El resultado final es el factor $1 + g(K)$ que se aplica al tipo de cambio TC para estimar el estrés que tendría esta variable, por lo tanto el cálculo se restringe a:

$$[1 + g(K)] \cdot TC$$

Con lo que:

$$1 + g(K) = e^{\sigma_r(\lambda)K} \quad \forall K$$

Cabe señalar que la K se elige a discreción de los administradores de riesgo, de tal forma que sea representativa del análisis llevado a cabo en el establecimiento del apetito de riesgo por parte de los inversionistas.

- **Estrés por porcentajes**

Esta medida se lleva a cabo a través de la siguiente fórmula:

$$TC_{t+1}^* = TC_t(1 + d) \quad \forall d$$

Donde:

TC_{t+1}^* : Es el escenario i de tipo de cambio.

TC_t : Es el tipo de cambio base.

d : Es el cambio porcentual del factor de riesgo.

Estos cambios porcentuales se eligen a discreción del administrador de riesgos considerando en todo momento el apetito de riesgo de los inversionistas. En la práctica suelen elegirse de 5 a 10 cambios porcentuales tanto en forma negativa como positiva a diferentes niveles de impacto.

3.3.6 Riesgo sobretasa

Los bonos de tasa flotante son instrumentos financieros que pagan intereses periódicamente (cupones) los cuales se calculan por una tasa de mercado que varía cupón a cupón. La mayoría de ellos, sobre todo los gubernamentales, amortizan a la madurez del bono. Algunos pagan una sobretasa. Ejemplo de bonos a tasa variable son BREMS, BONDES, Bonos del IPAB.

La valuación de este tipo de instrumentos se lleva a cabo a través de dos caminos por medio del Modelo de Mercado o por el Modelo Teórico, la diferencia fundamental que existe entre ambos modelos reside en la tasa que se utiliza para descontar los flujos futuros, pues en el modelo de mercado se utiliza la YTM, mientras que en el modelo teórico se utiliza una estructura de tasas, la cual depende de las características del instrumento. Desafortunadamente, la medición de riesgos de mercado de un portafolio de instrumentos financieros sujetos a riesgo de tasa de interés, está basada en la estructura de plazos de las tasas de interés y no en las YTM. Es por esta razón que a continuación se presenta el enfoque de valuación de riesgo por sobretasa a través de un modelo teórico para lo cual es fundamental tener la estructura de plazos de las tasas de interés tipo cupón cero (obtenida de la tasa líder y la sobretasa) representativa de las sobretasas de una familia de instrumentos flotantes sujetos a dicho factor de riesgo.

❖ Modelo teórico

La metodología para calcular el precio es la misma que la utilizada en el Capítulo 3 para calcular el precio de instrumentos de tasa flotante.

Por lo que la medida de sensibilidad de un bono ante cambios de la sobretasa en un pb utilizando el modelo teórico es:

$$Riesgo_sobretasa_t = V_t(\cdot, r_t + 0.0001) - V_t(\cdot)$$

3.4 Riesgo de cuentas de balance y capital

Uno de los requerimientos necesarios para medir el riesgo total de una institución financiera, es a través del riesgo consolidado que tienen por un lado los activos y por otro lado los pasivos y el capital que conforman la empresa. Aunque para las sociedades de inversión, la regulación sólo pide medir el riesgo de la parte activa del balance, algunas otras entidades, también miden la parte pasiva y del capital para posteriormente obtener riesgo total.

Una forma de medir el riesgo al resto del balance es a través de la “caracterización de cuentas” que tiene por objeto una mejor gestión de riesgos de mercado del balance de acuerdo con su naturaleza cuando carecen de duración contractual y madurez definida.

Con la caracterización obtenemos los montos que pueden ser usados (*Core amount*) y la madurez de ellos (*Tenor*). En las siguientes secciones se muestran dos diferentes metodologías aplicadas al capital dentro de un balance.

I. Metodología “cupón cero”

La metodología empleada consiste en tomar aquellos Activos y Pasivos sin duración/madurez contractual o definida, caracterizando su madurez con un periodo de vencimiento de 5 años, considerando 60 montos mensuales iguales con un vencimiento al final de cada mes, es decir que cada monto tiene asociado un modelo de bono cupón cero, descontado en cada periodo con la tasa líder del mercado como por ejemplo la tasa de “CETES”.

Para llevar a cabo el cálculo del monto en cada periodo se define el monto total de la siguiente manera:

$$M = C \cdot k$$

Donde

M = Monto total del Activo o Pasivo sin duración/madurez contractual o definida

C = Capital o monto desagregado en cada periodo considerado como bono cupón cero

k = Numero de meses distribuidos a lo largo del plazo de cinco años (60 meses)

El flujo C_{t_i} está dado por

$$C_{t_i} = C = \frac{M}{k}$$

De esta forma se tienen flujos mensuales iguales en un periodo de cinco años, sin embargo, estos flujos no consideran el valor real del dinero por lo que es necesario afectar cada flujo con su correspondiente tasa de interés para cada período. Podemos expresar esto en términos de factores de descuento como sigue:

$$N_{t_i} = \frac{C_{t_i}}{D_{t_i}}$$

Donde:

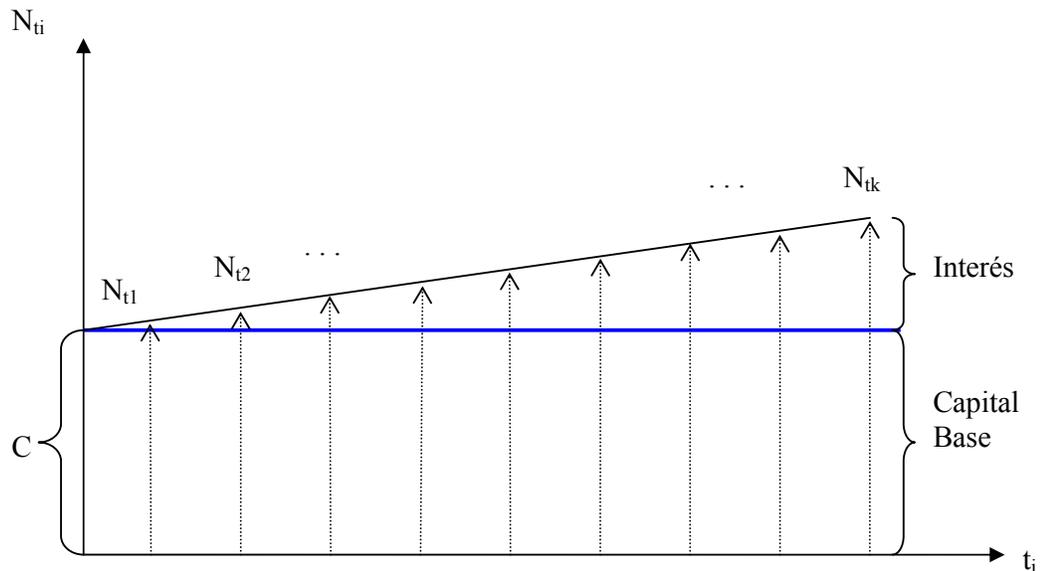
N_{t_i} : Es el nocional sintético de C_{t_i} modelado como un bono cupón cero

C_{t_i} : Cantidad dividida de M al tiempo t_i

D_{t_i} : Factor de descuento al tiempo t_i que se calcula de la siguiente forma:

$$D_t = \left(1 + \frac{TasaDescuento \times Plazo}{360} \right)^{-1}$$

La idea gráfica de la caracterización se muestra a continuación. Es importante notar que a medida que la madurez se extiende, el flujo N_{t_i} incrementa por el efecto de las tasas de interés o el costo de oportunidad del dinero:



Al momento de caracterizar tenemos que:

$$\sum_{i=1}^k C_{t_i} = M$$

O bien:

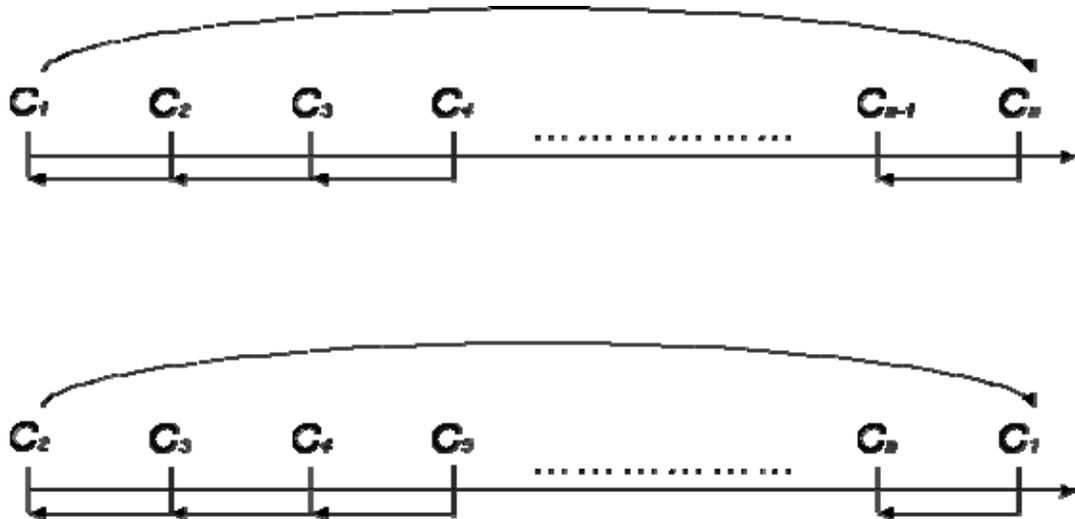
$$\sum_{i=1}^k D_{t_i} N_{t_i} = M$$

Esta última ecuación representa el valor presente de las series de flujos resultantes N_{t_i} . Esta última ecuación es cierta al tiempo de la caracterización pero una vez que

el costo de oportunidad de cada cantidad mensual C_{t_i} es reconocido en su correspondiente N_{t_i} , esta ecuación será verdadera solo si los bonos cupón cero se reestablecen a la nueva tasa de interés con los nuevos descuentos.

Tractorización de flujos

Cuando cada flujo llega a su fecha de vencimiento, se convierte en dinero en efectivo en consecuencia se considera un nuevo bono cupón cero al final del periodo de la caracterización. Esto se explica en la siguiente figura:



Obsérvese que las cantidades mensuales son las mismas por lo que el interés no se reinvierte. Este hecho dejará el valor presente en el mismo nivel del capital total.

II. Metodología del “bono M”

Al igual que la metodología de bono cupón cero, esta metodología también consiste en tomar activos y pasivos sin duración contractual definida (o vencimiento) y la caracterización de ellos tiene un periodo de vencimiento de cinco años. También este periodo es dividido en 60 meses con vencimientos al final de cada periodo mensual.

En esta metodología a diferencia de la anterior, cada flujo mensual se modela como un “Bono M¹¹”, descontando sus flujos de acuerdo con la tasa de interés líder del mercado ya que la tasa de interés representa el costo de oportunidad económica. Las tasas de interés en este caso con las curvas del tesoro.

Para llevar a cabo el cálculo de cada cantidad asignada a cada periodo, el monto total se divide en partes iguales como se expresa como sigue:

¹¹ Los “bonos M”, son bonos del Gobierno Federal Mexicano que pagan una tasa de interés fija. Estos instrumentos son emitidos y colocados con plazos mayores a un año y pago de intereses cada 182 días. La expresión de valuación de un “Bono M” es igual que un bono de tasa fija (definida previamente) que paga cupones en cada plazo.

$$M = C \cdot k$$

Donde:

M : Monto caracterizado

C : Cantidad dividida de M a ser considerado como un “Bono M”

k : Número de meses representando el plazo total de M (en nuestro caso 60 meses).

La cantidad C_{t_i} está dada por:

$$C_{t_i} = C = \frac{M}{k}$$

De esta forma se tienen flujos mensuales iguales en un periodo de 5 años, sin embargo esos flujos no consideran el valor real del dinero, por lo que es necesario afectar cada flujo con su correspondiente tasa de interés para cada periodo mensual de otra forma sería subestimar el valor presente neto de los flujos y también el riesgo de tasa de interés.

Para reflejar los flujos correspondientes a la tasa de interés del “Bono M”, se debe replicar el “Bono M” como es. Por lo tanto, podemos expresar los “Bonos M” que en realidad es un bono a tasa fija en términos de sus cupones de la siguiente manera:

Nocional:

$$C_{t_i} = C \quad \forall t_i$$

Cupones:

$$c_{t_i}^1, c_{t_i}^2, \dots, c_{t_i}^{n_i}$$

Donde:

C_{t_i} : Cantidad dividida de M

$c_{t_i}^j$: Cupón “j” correspondiente al nocional del “Bono M”

n_i : Número de cupones del “Bono M”

Los cupones para un “Bono M” con vencimiento el tiempo t_i se determinan de la siguiente forma:

$$c_{t_i}^j = c_{t_i} = C_{t_i} \cdot i_{c_i} \cdot \frac{182}{360} \quad \forall j$$

Donde i_{c_i} es la tasa justa de cupón en condiciones de mercado para obtener el valor par cuando se hace la marca a mercado (*mark to market*). Para obtener esta tasa se asume que el valor presente del “Bono M” es igual a su nocional C_{t_i} de esta forma obtenemos:

$$C_{t_i} = c_{t_i} D_{t_i,1} + c_{t_i} D_{t_i,2} + \dots + c_{t_i} D_{t_i,n_i} + C_{t_i} D_{t_i,n_i} = C_{t_i}$$

De esta expresión tenemos que:

$$C_{t_i} = c_{t_i} \sum_{j=1}^{n_i} D_{t_i,j} + C_{t_i} D_{t_i,n_i}$$

O bien:

$$C_{t_i} (1 - D_{t_i,n_i}) = c_{t_i} \sum_{j=1}^{n_i} D_{t_i,j} = C_{t_i} i_{c_i} \frac{182}{360} \sum_{j=1}^{n_i} D_{t_i,j}$$

Dado que la ecuación anterior es cierta, es necesario encontrar la tasa de cupón implícita la cual está dada por:

$$i_{c_i} = \left(\frac{1 - D_{t_i,n_i}}{\sum_{j=1}^{n_i} D_{t_i,j}} \right) \cdot \frac{360}{182}$$

Donde:

i_{c_i} : Es la tasa cupón que hace el “Bono M” tenga valor par.

$D_{t_i,j}$: Es el factor de descuento de los flujos $c_{t_i}^j$ correspondientes al “Bono M” y con vencimiento al tiempo t_i

Por ultimo es importante destacar que el monto caracterizado se tiene:

$$\sum_{i=1}^k C_{t_i} = M$$

Donde C_{t_i} representa tanto el valor del “Bono M” al vencimiento t_i como el valor nominal. Esta última ecuación será verdadera en el momento de la caracterización

4 Desempeño ajustado por riesgo

En la teoría financiera existen dos variables básicas que es preciso comprender: el rendimiento y el riesgo. En la medida en que una inversión es más riesgosa, debe exigírsele un mayor rendimiento. Por lo tanto se han desarrollado diversos indicadores como medida del comportamiento de los rendimientos de los portafolios en base a sus riesgos o más precisamente, del desempeño de estos.

Así, los administradores de fondos de inversión presentan cada vez más, una constante preocupación por el desempeño de los Fondos en relación a sus *benchmarks* del mercado, por lo tanto el riesgo debe medirse de la misma manera.

A continuación se muestra la metodología que mide la relación riesgo rendimiento.

4.1. Tracking Error

El *Tracking Error* (*Te*), es una medida basada en la desviación estándar de los rendimientos del portafolio relativos a los del benchmark elegido. Esta medida se define como la desviación estándar del exceso de rendimiento que representa la diferencia entre el rendimiento del portafolio y el rendimiento del benchmark:

$$dR_t = R_p - R_B$$
$$Te = \sqrt{\sum (dR_t - \overline{dR})^2 / (t - 1)}$$

Donde:

dR_t : Representa el exceso de rendimiento del fondo sobre el benchmark en el periodo t .

\overline{dR} : Es el exceso del rendimiento promedio.

Te : Es el "Tracking Error" del Fondo de Inversión respecto de su *benchmark*.

t : Es el número de periodos sobre el cual se calcula el *Tracking Error*.

A diferencia del VaR que generalmente se mide en periodos más cortos, el *Tracking Error*, se puede medir típicamente a partir de rendimientos mensuales o sobre cualquier periodo.

El *Tracking Error* (*Te*) muestra únicamente que tan cerca los rendimientos de un determinado portafolio siguen a un *benchmark*. De hecho es posible caer por debajo del benchmark dramáticamente aún teniendo un bajo *Te*. Esto puede representar una debilidad del *Te* como medida de riesgo dado que la mayoría de los administradores de portafolios considera que uno de los riesgos más importantes es caer por debajo del *benchmark*. El hecho de que diversos portafolios tengan rendimientos distintos a pesar de tener similares *Te* se debe a que las tendencias sistemáticas en los rendimientos pueden tener un efecto acumulativo importante sobre el plazo de la inversión aún cuando período a período el *Te* sea bajo.

Sin embargo, el *Te* provee información importante al ajustar el desempeño por el riesgo asumido.

4.2. Índice de Sharpe: desempeño ajustado por riesgo

El *Te* puede utilizarse para calcular la medida de rendimiento ajustado por riesgo conocida como indicador de Sharpe. Esta medida combina las dimensiones de rendimientos y riesgos sobre el comparador y se expresa como sigue:

$$IS = \frac{(R_p - R_f)}{\sigma_{R_p}}$$

Donde:

R_p : Rendimiento del portafolio.

R_f : Rendimiento libre de riesgo.

σ_{R_p} : Volatilidad observada del rendimiento del portafolio en el mismo periodo.

En el contexto del *Tracking Error* el rendimiento libre de riesgo (R_f) para el administrador del Fondo corresponde al rendimiento del *Benchmark* (R_B) por lo que $(R_p - R_f) = (R_p - R_B) = dR$. En el caso de que R_B no presente volatilidad, la desviación estándar de dR es igual a σ_{R_p} . Sin embargo, en el contexto de *Te* “libre de riesgo” no implica necesariamente que no presente volatilidad por lo que la desviación estándar de dR es $\sigma_{(R_p - R_B)} = Te$

De acuerdo a lo anterior tenemos que el indicador de Sharpe se traduce:

$$IS = \frac{(R_p - R_B)}{\sigma_{(R_p - R_B)}} = \frac{dR}{Te}$$

La inversión con la mayor medida de Sharpe es la preferible ya que provee un rendimiento superior por unidad de riesgo relativo al benchmark.

5 Control y monitoreo de límites de valor en riesgo

La CNBV, ha planteado mecanismos sobre el control y monitoreo de límites de riesgos de mercado relacionados con el consumo y rebase de los mismos a fin de establecer políticas y procedimientos en caso de que un límite esté próximo a excederse o sea excedido. Esto con la finalidad de controlar las inversiones más riesgosas que pueden presentarse en una transacción financiera.

Una estructura de límites permite la administración del riesgo de mercado de los diferentes factores, como por ejemplo: tipos de cambio de divisas, tasas de interés, precios de acciones, entre otros. Estos límites se establecen para controlar el nivel de riesgo de mercado que asumen los portafolios y se complementan con la estructura de límites para cada tipo de riesgo (como el riesgo de crédito y liquidez).

Cabe señalar que el Director General de la Administradora (de acuerdo a la CUSI) es responsable de asegurar que el riesgo de mercado sólo sea asumido dentro de los límites autorizados para ello. La autorización para negociar productos y los límites a la exposición requieren la autorización del Consejo de Administración y el Comité de Riesgos respectivamente.

En caso de que no se hubiese establecido un límite para un producto en particular, dicho producto no podría ser negociado, ni se debería incurrir en ningún tipo de exposición sin autorización previa del Consejo de Administración.

La Dirección General de la Administradora de Fondos debería realizar una revisión anual de los productos negociados y de los límites autorizados por su Consejo de Administración, y después de la confirmación de la aprobación de los límites, debería realizar una revisión de los límites delegados al área de inversiones.

Los responsables de las unidades de negocios deberían revisar diariamente, tanto los informes de rentabilidad como las posiciones con respecto a los límites aprobados. El tipo de grado de detalle de los informes dependerá del tamaño y de la complejidad de la operación, pero debe cubrir todas las transacciones e incluir los informes relevantes sobre las excepciones.

El nivel del límite de riesgo de mercado para cada operación dependería de la dimensión y de los recursos financieros y de capital del negocio, del plan comercial, de la experiencia y del análisis retrospectivo de la gerencia y de los operadores, de la calificación interna de auditoría del servicio financiero de la institución, de los recursos de la función de soporte y de los sistemas informáticos.

5.1. Procedimiento para establecer límites o autorizar excesos

A continuación se establece un breve procedimiento a seguir en caso de que se requieran cambios en la estructura de límites de mercado aprobados por la Administración, esto se puede dar ya sea por una medida correctiva (por ajuste o para enfrentar un exceso de límite que estructuralmente no pueda ser revertido en el corto plazo), un cambio en el entorno económico-financiero y/o la adición/limitación de nuevos productos. El procedimiento también se aplica para la aprobación formal de la adición/limitación de productos (como Derivados, Bonos Corporativos, etc.)

a. Procedimiento general

Todos los límites de riesgo de mercado de la Operadora de fondos (la estructura de límites) comúnmente son revisados y aprobados al menos una vez al año por el Comité de Riesgos. Dicha estructura de límites tanto globales como específicos pueden estar ratificados a su vez por el Consejo de Administración (al menos una vez al año).

b. Procedimiento específico de aprobación de cambio de límites

El área de riesgos financieros puede hacer propuestas para reducir cualquier posición o límite en circunstancias excepcionales. Sin embargo, todos los cambios a los límites tanto generales como específicos requieren aprobación de los Comité de Riesgos y ratificación de su Consejo de Administración (conforme a la CUSI).

Cualquier cambio a los límites de exposición al riesgo de mercado establecidos podrá ser solicitado por el responsable para la administración de riesgos de la Administradora de Fondos para su aprobación al Comité de Riesgos de la Administradora; en particular (y conforme a la CUSI) basta con la aprobación de los siguientes miembros:

- i. El presidente del Comité de Riesgos,
- ii. El Director General de la Administradora de Fondos,
- iii. El Contralor Normativo de la Administradora únicamente su visto bueno,
- iv. De forma informativa a los demás miembros del Comité de Riesgos.

c. Algunas consideraciones para solicitar cambios de límites

Cambios Temporales en Límites

Esta petición podría ser vista como un cambio importante de límite por lo que cualquier petición al respecto podrá contar con la aprobación del presidente del Comité de Riesgos.

Cambios en Límites Específicos

Estos cambios son relativamente menores, sin embargo, su solicitud podrá ajustarse también a la aprobación ya sea del presidente del Comité de Riesgos o del Director General de Administración de Riesgos (como suplente del presidente del Comité de Riesgos).

d. Procedimiento para excesos en límites.

El responsable de la gestión de riesgos de mercado de la operadora de fondos es el encargado de monitorear de forma diaria los límites. Cualquier incorporación de límite o cambio, deberá ser monitoreado desde el momento de la aprobación del Comité de Riesgos.

Además, se pueden de monitorear los sub-límites¹² de forma independiente. En caso de mostrar un exceso en este rubro solo bastaría con informar únicamente a la Dirección de Inversiones.

Detalles como el tamaño del exceso o la duración y las causas del exceso serán requeridas al responsable de riesgos de mercado que previamente debería haber realizado un análisis.

Los excesos de VaR pueden de ser discutidos entre el responsable para la administración integral de riesgos, el director general y el director de inversiones, de tal forma de se determinen las causas de la brecha.

e. Reporte de excesos en los límites

Los excesos a límites que se establecen para cada portafolio pueden ser de acuerdo a las siguientes métricas de riesgos:

1. Valor en riesgo
2. Duración máxima permitida
3. Acciones: límites en acciones individuales, netos y brutos.
4. Acciones: mercados permitidos.
5. Instrumentos permitidos: límites de valor bruto.
6. Instrumentos permitidos: límites de vencimiento.

La justificación también deberá incluir detalles del modo en que ocurrió el incumplimiento y las medidas que se tomaron para regularizarlo.

¹² Los sub-límites son parámetros que pueden establecerse para cualquier portafolio y comúnmente se conocen como alarmas preventivas que su función es justamente anticiparse al exceso de cualquier límite plasmado en el régimen de inversión de cualquier fondo. Estos parámetros habitualmente los propone el responsable de la unidad para la administración de riesgos de la empresa y los aprueba el Comité de riesgos de dicha entidad. Un ejemplo de estos sub-límites podrían establecerse a las sensibilidades de diferentes monedas.

6 Conclusiones

Hoy en día la administración de riesgos está adquiriendo mayor importancia a medida que los mercados crecen y las transacciones financieras se vuelven más complejas, por lo tanto el control de los riesgos de las inversiones de cada portafolio o institución debería llevarse a cabo con ciertos controles más estrictos de maniobra, a fin de evitar quebrantos como los que han ocurrido últimamente en la industria financiera mundial.

Si bien es cierto que los gobiernos de todo el mundo a través del Comité de supervisión bancaria de Basilea han impuesto un marco regulador para reforzar precisamente el sistema bancario en todos los países, aún existen ciertos rezagos por parte de algunos participantes donde los gobiernos no cuentan aún con el nivel de sofisticación ni las leyes necesarias para hacer frente a los nuevos desafíos que está marcando la industria financiera actual. En el lado extremo, países como Estados Unidos que cuentan con mercados altamente sofisticados, cuentan con lagunas en su regulación actual, lo cual ha permeado el abuso de prácticas deshonestas que intoxican el buen desarrollo de los mercados, y que han tenido como consecuencia, impactos de gran embergadura en aquellos países más vulnerables, donde la pobreza ya es por sí misma, un problema social.

En este sentido, en mi experiencia profesional, me he dado cuenta que es sumamente importante establecer un marco normativo que abarque tanto los intereses de particulares como aquellos intereses de las grandes empresas en su conjunto, a fin de garantizar el buen desarrollo económico y financiero de cada país. Al respecto es importante notar que en México, en la gestión de portafolios financieros de terceros, la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR) llevó a cabo la creación del marco regulatorio necesario gestionar adecuadamente el riesgo de las inversiones de los trabajadores en las sociedades de inversión donde estos pueden invertir (llamadas SIEFORES) por otro lado la Comisión Nacional Bancaria y de Valores ha desarrollado políticas similares, aún y cuando el perfil del inversionista es distinto. También la Comisión de Seguros y Fianzas ha establecido en los últimos años un marco normativo para hacer frente a los posibles riesgos que enfrentaría una institución de seguros en sus inversiones asociadas a sus cuentas de balance y reservas técnicas.

Sin embargo, (en mi opinión) faltan aún aquellas condiciones en las que los mercados financieros funjan su papel de generadores de crecimiento de las economías de los países sin afectar los intereses de los particulares y de las sociedades más vulnerables. Al respecto para lograr una industria financiera sana, es sumamente importante el entendimiento de estos mercados; la forma en como operar y como se interrelacionan, los productos que se comercializan y el tipo de cliente al que va dirigido, la mecánica de operación entre los participantes de cada transacción a fin de hacer evidente el riesgo que tiene adherido dicha operación.

Por otro lado es de hacerse notar que la administración de riesgos financieros hoy en día está requiriendo cada vez más gente calificada en áreas científicas y tecnológicas. Y es aquí donde se abre un campo de acción prominente para los futuros actuarios, justamente por el bagaje técnico y científico que da la misma profesión dentro de la Universidad.

7 Biografía

Circular Única de Sociedades de Inversión. Comisión Nacional Bancaria y de Valores. 2010.

De Lara Haro, Alfonso. Medición y Control de Riesgos Financieros (3a edición). Limusa, 2003.

De Lara Haro, Alfonso. Productos Derivados Financieros. Limusa, 2005.

Fabozzi J., Frank. Bond Markets, Análisis and Strategies 4th Edition. Prentice Hall, 2000.

Herrera Avendaño, Carlos Eduardo. Mercados Financieros. Gasca Sicco, 2005.

Hull C, John. Risk Management and Financial Institutions. Pearson Prentice Hall, 2005.

Jorion, Phillipe. Financial Risk Manager Handbook 4th Edition. John Willey & Sons, Inc, 2007.

JP Morgan and Company. Riskmetrics-documento técnico. Nueva York: JP Morgan, 1996.

Sánchez Cerón, Carlos. Valor en Riesgo y Otras Aproximaciones. Valuación, Análisis y Riesgo, S.C, 2001.

Tuckman, Bruce. Fixed Income Securities 2nd Edition. Wiley finance, 2002.

Páginas de Internet

www.bmv.com.mx

www.mexder.com.mx/

www.precios.com.mx/