

137



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ECONOMIA

"EL VALOR EN RIESGO COMO UNA  
FORMA DE MEDIR LOS RIESGOS DE MERCADO,  
CASO BANCOMEXT"

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMIA  
P R E S E N T A:  
ANA MARIA RESENDIZ MORA

DIRECTOR DE TESIS  
GENOVEVA BARRERA GODINEZ

MEXICO, D.F.

AGOSTO, 2002



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.

**“El Valor en Riesgo como una forma de medir los Riesgos  
de Mercado, Caso Bancomext”**

## AGRADECIMIENTOS

Especialmente a mis padres, Elitania y Pedro, que han sido ejemplo de perseverancia, honestidad, respeto, amor, comprensión y confianza. Gracias por todo lo que me han dado, que ha sido más que suficiente.

A mis hermanas, Angélica y Claudia, que han sido mis mejores amigas y compañeras de muchas batallas. No cambien nunca porque así las amo.

A mis abuelos: Ana y Antonio, Teodora y Pedro.

A mi tía Alex y mi tía Celia, por ser las mejores tías.

A Mauricio que me ofreció siempre su amistad y su amor incondicional.

A Israel que ha sido como un hermano.

A mis amigas Paty, Iris y Julieta.

A mi asesora de Tesis Prof. Genoveva B. y a Oscar León Islas.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Facultad de Economía y todos mis profesores.

## **INDICE**

- 1. La Administración de los Riesgos**
  - 1.1 Introducción**
  - 1.2 Tipos de Riesgo Financiero**
    - 1.2.1 Riesgo Crédito**
    - 1.2.2 Riesgo Liquidez**
    - 1.2.3 Otros Riesgos**
  - 1.3 Identificación, Medición, Monitoreo y Control de los Riesgos**
  
- 2. Mercados Financieros y sus Riesgos**
  - 2.1 Instrumentos Financieros**
  - 2.2 Identificación de los Riesgos de Mercado**
    - 2.2.1 Factores de Riesgo**
  - 2.3 Metodología para la medición de los Riesgos de Mercado**
    - 2.3.1 Valor en Riesgo (VaR)**
    - 2.3.2 El Enfoque Risk Metrics**
    - 2.3.3 Método de Simulación Histórica**
    - 2.3.4 Método de Monte Carlo**
    - 2.3.5 Método de Monte Carlo Estructurado**
    - 2.3.6 Método de Varianza-Covarianza**
      - 2.3.6.1 VaR de un activo**
      - 2.3.6.2 VaR para instrumentos de deuda**
      - 2.3.6.3 VaR para instrumentos de tasa flotante**
      - 2.3.6.4 VaR para distribuciones generales**
    - 2.3.7 Pruebas de Sensibilidad**
      - 2.3.7.1 Stress Testing (Pruebas de Estrés)**

2.3.7.2 Back Testing (Análisis Retrospectivo)

2.3.7.3 Límites de Exposición

2.3.8 Medidas Ajustadas por Riesgo

2.3.9 Problemas con la Medición del VAR

2.3.10 Monitoreo y Control

3. Caso Práctico (BANCOMENT)

3.1 Riesgos Financieros de BANCOMENT

3.1.1 El Riesgo de Mercado en BANCOMENT

3.2 Ejemplo de Portafolio

3.2.1 Instrumentos Financieros

3.2.2 Medición del riesgo de mercado del portafolio

Conclusiones

Anexo 1: Conceptos Estadísticos

Bibliografía General

## INTRODUCCIÓN

La década de los treinta dio testimonio del colapso del comercio multilateral y del sistema de pagos que había surgido en el Siglo XIX. El desarrollo del sistema monetario internacional en el periodo de entreguerras dio lugar a movimientos de capital que unían a las economías nacionales, lo que ocasionaba que en un primer instante se diera una credibilidad en la política monetaria, los movimientos de capitales permitían a los bancos centrales apegarse al patrón oro, sin embargo nunca se tomaron en cuenta los riesgos que se podían presentar. A finales de la Segunda Guerra Mundial se planteó la necesidad de una reforma al sistema monetario internacional, surgen diversos organismos internacionales como el FMI, el Banco Mundial, el (GATT), etc. Entre los objetivos del FMI estaban mantener un sistema multilateral de pagos basado en la convertibilidad mundial de las monedas; así como, garantizar la estabilidad de los tipos de cambios. Surge el Sistema Bretton Woods a finales de los cuarenta el cual se basaba en un sistema de tipo de cambio fijo y en ocasiones se utilizaba para corregir desajustes de balanza de pagos, también se permitieron controles para limitar los movimientos internacionales de capitales tendientes a evitar los inestables movimientos de capitales que habían sido tan perturbadores en épocas pasadas.

El sector financiero pretendía ocupar un lugar importante en el financiamiento de la actividad económica, en la movilización de activos, colocación y rentabilidad y en el funcionamiento solvente de los sistemas de pagos; sin embargo no se logro completamente ni satisfactoriamente. La

desaceleración de la economía mundial en las dos décadas pasadas, así como la fragilidad financiera<sup>1</sup> han hecho que los mercados tengan innovaciones y se haya hecho una reestructuración institucional con el objetivo de elevar la cobertura contra los riesgos y la rentabilidad de los activos financieros.

La globalización financiera marca una mayor volatilidad en los mercados financieros internacionales, debido en gran parte a la asimetría de la información<sup>2</sup>, y en la alteración de los parámetros internos de las economías. La volatilidad cambiaria parece mayor a la alcanzada en otras décadas, aún con las políticas implementadas por los gobiernos de los países menos desarrollados e impuestas por los organismos internacionales como el FMI y el Banco Mundial, esta volatilidad hace muy frágil al sistema financiero de cada país. Esta fragilidad financiera así como otros aspectos económicos, han conducido a los mercados a la innovación financiera<sup>3</sup> y la reformas financieras con el fin de elevar la cobertura contra los riesgos y la rentabilidad de los activos financieros.

El mercado de derivados ha sido un actor importante en la administración de riesgos. El mercado más dinámico de los años noventa fue el de los derivados. Tan solo en 1995, en los bancos comerciales de Estados Unidos, los derivados sumaron 17.9 billones comparados con el total de activos de

---

<sup>1</sup> La fragilidad financiera se refiere a la volatilidad de las variables financieras que hacen más susceptible al mercado

<sup>2</sup> Se entiende como asimetría de la información cuando los agentes no reciben de una forma igual la información

<sup>3</sup> La innovación financiera más importante en cuestión de riesgos de mercado se refiere a los instrumentos derivados

4.2 billones. De 1986 a 1994 el mercado de derivados creció de 1.8 mil millones a 20 billones. Se señala que a pesar de toda la evidencia sobre el valor de los derivados para una economía de mercado, permanece el profundo temor de que mientras el riesgo individual claramente parece haberse reducido mediante la diversificación facilitada por los derivados, el riesgo sistémico<sup>4</sup> se ha vuelto mayor. Aún siendo una innovación financiera, los derivados no son estrictamente nuevos; pero se ha producido un salto cualitativo en cuanto a la diversidad de instrumentos existentes. Los derivados son esencialmente útiles para el diseño de coberturas, es decir se puede conseguir un perfil de riesgo, por lo cual se pueden utilizar para modular ciertos riesgos. También pueden ser empleados como un activo más. En ambos caso se producen ciertos riesgos inherentes a los derivados.

Con la creciente volatilidad a la que se enfrentan los mercados financieros internacionales, y con la globalización, las empresas, las entidades financieras e incluso los agentes individuales y los países están expuestas a diferentes riesgos financieros entre los que se encuentran: los riesgos de crédito, de liquidez y de mercado. Recientemente éstos últimos han tomado gran importancia en la administración de riesgos debido a los grandes cambios en los precios de los activos financieros (o volatilidades) los cuales se miden a través de los cambios en valor de las posiciones.

---

<sup>4</sup> Es el riesgo que afecta a un número importante de activos, conocido como riesgo de mercado.

Diferentes acontecimientos en el ámbito internacional como: el derrumbe del sistema de tipo de cambio fijo en 1971, conduciendo a tipos de cambio flexibles y volátiles, el alza y posterior derrumbe de los precios del petróleo, la caída de la bolsa de Nueva York en octubre de 1987, la explosión en 1990 de la burbuja financiera en Japón.<sup>5</sup> Esta crisis financiera fue seguida de una crisis bancaria muy fuerte. En septiembre de 1992 estalló la crisis del Sistema Monetario Europeo. La libra esterlina y la lira italiana se vieron forzadas a abandonar el sistema de bandas, mientras que la peseta y el escudo sufrieron varias devaluaciones. A finales de 1994 se presenta la crisis mexicana que contagio a otras economías de América Latina. En 1997 se da la llamada crisis asiática con la devaluación del baht tailandés.<sup>6</sup> En 1998, el gobierno ruso devaluó el rublo y declaró una moratoria de las deudas privadas. Recientemente la desaceleración de la economía estadounidense y la crisis de la economía Argentina han golpeado a los mercados financieros y a la economía real. Todos estos acontecimientos han contribuido a que las instituciones financieras tomen en cuenta que la administración de riesgos es fundamental y así adopten diferentes modelos para la cuantificación de los riesgos de mercado. El más conocido es el modelo de Risk Metrics (J.P. Morgan) sin embargo, hay otros modelos como Promedios Móviles, Método de Monte Carlo y Monte Carlo Estructurado.<sup>7</sup> Existen otras instituciones que ofrecen metodologías, como el que ofrece el First Boston Bank, el Chase Manhattan, The Bankers

---

<sup>5</sup> En abril de 1990 el índice Nikkey cerró en 28 002 puntos (una baja de 28% respecto al cierre de año anterior), el primero de octubre la caída fue de 48%. En agosto de 1992 toco fondo

<sup>6</sup> Varias economías de Asia sufrieron devaluaciones de sus monedas así como caídas en las bolsa de valores, que se debía debilidad de los sistemas financieros.

<sup>7</sup> En el capítulo 2 se explicara con más detalle estos modelos

Trust y el Deutsche Bank, las cuales son mediciones rápidas y confiables como la de J.P Morgan.

Algunos sucesos relevantes para la administración de riesgos a nivel mundial han sido: la introducción de nuevos contratos a futuro de mercancías básicas en Estados Unidos en la década de los sesentas. Entre el 1971-1973, con el colapso del Sistema Bretton Woods, se inicia el periodo de extrema volatilidad de tasas de interés, tipo de cambio y precios. En 1981 se introduce el primer swap de divisas entre IBM y el Banco Mundial instrumentado por Salomón Brothers. También se da el primer swap de tasa de interés. Para 1982 el Chicago Board of Trade (CBOT) introduce opciones sobre futuros de bonos de la Tesorería de Estados Unidos. Para el caso de México en 1987 el Banco de México introduce el Mercado de Coberturas Cambiarias de corto plazo. Al siguiente año BANAMEX inaugura la división de opciones y futuros internacionales en México.

El concepto de valor en riesgo (VaR) fue introducido por J.P. Morgan en su documento técnico Riskmetrics como un modelo para medir cuantitativamente los riesgos de mercado en instrumentos financieros y de portafolios. Este es un modelo basado en la teoría de la probabilidad.

La hipótesis fundamental es ver que el valor en riesgo es una medida práctica y sencilla para los riesgos de mercado y puede ser utilizada por entidades financieras como el caso de BANCOMENT.

El objetivo principal de esta investigación es mostrar una herramienta para la valuación de los riesgos de mercado. El VaR ha llegado a ser una medida

de riesgo aceptada y fácil de interpretar por los individuos. Los reguladores también han aceptado el VaR como una medida de riesgo de mercado ya que se puede explicar de una manera más sencilla. El VaR está siendo promovido como una práctica confiable de administración de riesgos. En México tanto la banca comercial como la Banca de Desarrollo en este caso BANCOMENT ha introducido la administración de riesgos como un área importante para la Institución y los riesgos de mercado han sido relevantes para la entidad. Existen otras instituciones que están trabajando para tener un área de administración de riesgos y otras que ya cuentan con está.

Sin embargo, también se debe tomar en cuenta que el VaR no es suficiente para garantizar una eficiente administración de riesgos y se deben llevar a cabo otras medidas, como las pruebas de estrés, pruebas de calibración (backtesting) y la imposición de límites de riesgo. El Banco de Comercio Exterior realiza estas pruebas.

La investigación se divide en tres capítulos el primero explica la administración de riesgos, así como el marco teórico para llevar a cabo ésta. El objetivo del primer capítulo es entender la importancia que se tiene actualmente por fomentar la administración de riesgos, para ello es necesario conocer los diferentes tipos de riesgos en los que las entidades financieras pueden incurrir. Por lo anterior es necesario tomar en cuenta las consecuencias de no tener una eficiente administración de riesgos o incluso ni siquiera tenerla. El objetivo del segundo capítulo es identificar los principales riesgos de mercado, el monitoreo y control de los mismos. El VaR es una medida de riesgo que es utilizada por las entidades financieras.

Además este capítulo explica en que consisten los diferentes enfoques que se tiene del VAR. También es necesario analizar los problemas de su medición y la interpretación del VAR. En el capítulo tres se expondrán los riesgos en los que está expuesta una entidad como BANCOMENT así como la medición, monitoreo y control de los Riesgos de Mercado que se presentan.

## Capítulo 1 LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

### 1.1 Introducción

Se dice que existe riesgo en un problema de elección cuando los resultados constituyen una variable aleatoria cuya distribución de probabilidad es perfectamente conocida por el agente. Existe incertidumbre cuando los resultados de la elección son una variable aleatoria cuya distribución de probabilidad no es perfectamente conocida

En la teoría microeconómica encontramos el riesgo en la elección bajo incertidumbre en donde la actitud que un consumidor representativo tiene hacia al riesgo puede ser: neutral, averso, no averso (amante). Para poder entrar en el análisis de la elección bajo incertidumbre, primero abordaremos la elección bajo certidumbre.

La literatura microeconómica explica la teoría del consumidor a través de las preferencias de los individuos las cuales quedan representadas por las curvas de indiferencia. Los consumidores son los agentes que deciden sobre los planes de consumo, de acuerdo con sus preferencias y bajo sus limitaciones de riqueza. Las preferencias de los consumidores tienen ciertas propiedades como:

#### Completas

*Sea  $x$  e  $y$  que pertenecen al conjunto  $X$ , entonces  $x \succsim y$  ó  $y \succsim x$  ó ambas.*

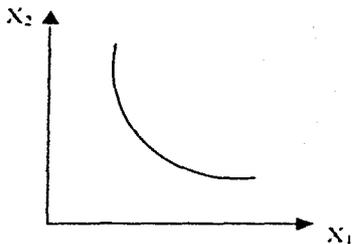
**Reflexivas** Sea  $x$  que pertenece al conjunto  $X$  entonces  $x \succsim x$ .

**Transitivas**

Sean  $x, z$  e  $y$  que pertenecen a  $X$ , si  $x \succsim y$  e  $y \succsim z$ , entonces  $x \succsim z$ .

La función de utilidad es la función que representa las preferencias  
 $u: R_+^2 \longrightarrow R$ .

La curva de indiferencia es la representación gráfica de la función de utilidad, las cuales tienen diferentes propiedades.



Para el caso de la administración de riesgos, tenemos que los inversionistas también enfrentan problemas de elección y es importante tomar en cuenta las preferencias.

La tasa marginal de sustitución es la tasa a la cual se cambia un bien por otro, es la pendiente de la curva de indiferencia en un punto.

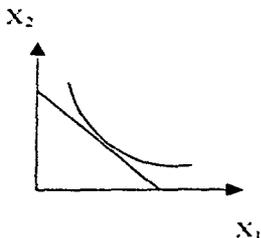
$$\text{Tasa marginal de sustituci3n} \quad \frac{dx_j}{dx_i} = - \frac{\frac{\partial u(x)}{\partial x_i}}{\frac{\partial u(x)}{\partial x_j}}$$

La conducta del consumidor es racional es decir siempre elige la combinaci3n de bienes por las que muestra mayor preferencia y de acuerdo a su restricci3n presupuestaria. La restricci3n presupuestaria es la recta que representa todas las combinaciones de bienes que gastan todo el presupuesto.

$$p_1x_1 + p_2x_2 = m$$

donde  $p$  son los precios,  $x$  los bienes y  $m$  el presupuesto dado.

El consumidor maximiza su beneficio, elige la cesta de consumo en la cual la pendiente de la recta presupuestaria es igual a la pendiente de la curva de indiferencia.



### Elección bajo incertidumbre

El consumidor muchas veces toma decisiones bajo incertidumbre, es aquí donde el individuo se enfrenta al riesgo. En la teoría de la elección bajo incertidumbre utilizamos probabilidad. Encontramos también una función de utilidad esperada, que es la suma ponderada de una función de consumo en donde las ponderaciones están dadas por las probabilidades. La utilidad esperada la podemos expresar de la siguiente manera:

$$\sum_{i=1}^n p_i u(x_i) \quad \text{para distribuciones de probabilidad discretas}$$

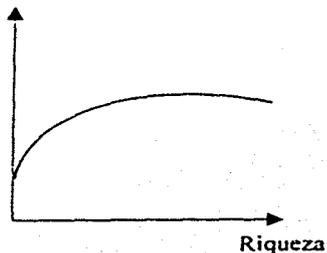
$$\int u(x) p(x) d(x) \quad \text{para distribuciones de probabilidad continuas}$$

### Comportamiento frente al Riesgo

#### Aversión al Riesgo

Un individuo es averso al riesgo cuando prefiere el valor esperado de su riqueza a hacer el juego.

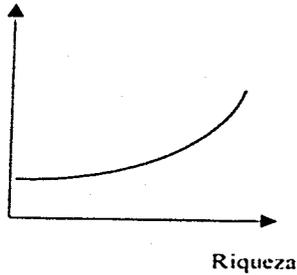
Utilidad



No averso al riesgo

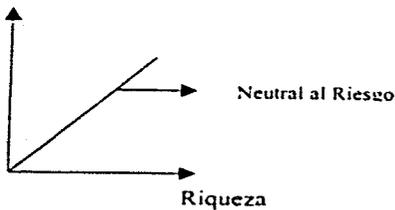
Un individuo es no averso al riesgo cuando prefiere una distribución aleatoria de su riqueza al valor esperado.

Utilidad



Un individuo también puede ser neutral al riesgo por lo que le da lo mismo realizar el juego que el valor esperado de su riqueza.

Utilidad



Podemos decir de lo anterior que un inversionista tiene una actitud frente al riesgo, éste desea tener rendimientos altos con bajos riesgo. Cuando los individuos seleccionan activos, un factor importante en sus decisiones es el riesgo en cuanto al rendimiento de cada uno de los activos. Si las demás variables se mantienen constantes se puede decir que el inversionista tiene aversión al riesgo. Si las personas tienen aversión al riesgo, valoran un conjunto de activos no sólo sobre la base de su rendimiento esperado sino también sobre la base del riesgo del rendimiento.

El comportamiento de aversión al riesgo se ilustra de la siguiente manera, un juego justo es aquel que tiene un rendimiento esperado de cero; un inversionista que sienta aversión al riesgo preferirá evitar los juegos justos.

Podemos ver que la recta presupuestaria y las curvas de indiferencia se pueden utilizar para examinar las decisiones de inversión de los individuos. Existe una relación entre rendimiento y riesgo el cual puede verse por medio de la recta presupuestaria y de las curvas de indiferencia.

El rendimiento esperado es aquel que un individuo espera que gane una acción a lo largo del siguiente periodo.

Rendimiento =  $\frac{V_u}{p_u}$  donde  $V_u$  es el valor del activo en el siguiente periodo y  $p_u$  es el precio

Rendimiento esperado =  $R_F + \text{Prima de riesgo}$

Es la suma de la tasa libre de riesgo más alguna compensación por el riesgo inherente en la cartera de mercado.

Supongamos que tenemos una cartera con dos títulos A y B entonces donde R son sus rendimientos esperados individuales y X es la proporción de la cartera total de los activos.

$$\text{Rendimiento esperado} = X_A R_A + X_B R_B$$

$$\text{Varianza de la cartera} = X_A^2 \sigma_A^2 + 2X_A X_B \sigma_{AB} + X_B^2 \sigma_B^2$$

$$\text{Covarianza} = \text{Valor esperado}[(R_A - R_A) \times (R_B - R_B)]$$

Modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model)<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> El CAPM se desarrolló a principios de la década de los sesenta. Una alternativa ante el CAPM era una teoría de la fijación de los precios de arbitraje (APT).

Este modelo establece que el rendimiento de un activo o de un portafolio es igual a la tasa libre de riesgo más un premio por el riesgo que tiene ese instrumento o portafolio medido por el coeficiente beta. Beta mide la sensibilidad de un valor a los movimientos en la cartera de mercado.

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)}$$

$\text{Cov}(R_i, R_m)$  es la covarianza entre el rendimiento del activo  $i$  y el rendimiento de la cartera de mercado

$\sigma^2(R_m)$  es la varianza del mercado

La fórmula para la valuación de los activos de capital es:

$$R = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$$

$R$  es el rendimiento esperado de un título

$R_f$  es la tasa libre de riesgo

$(R_m - R_f)$  es el diferencial entre el rendimiento esperado sobre el mercado y la tasa libre de riesgo

Este modelo implica que el rendimiento esperado de un valor está linealmente relacionado con su beta.

Los inversionistas mantienen un activo riesgoso sólo cuando su rendimiento esperado compense su riesgo. La primera forma en que se piensa para medir el riesgo sería con la desviación estándar del rendimiento de un activo, sin embargo si existen varios activos se vuelve más complicado ya que la utilidad del consumidor depende de la media y de la varianza del ingreso total y no sólo del rendimiento de un activo. Sería importante saber la

relación que existe entre los rendimientos de los diferentes activos que tiene el individuo para crear una media y una varianza de su ingreso<sup>9</sup>.

El riesgo como concepto financiero se define como la variación de los flujos no esperados provenientes de movimientos de las variables financieras.<sup>10</sup> en este concepto podemos introducir la noción de probabilidad. Hay que tomar en cuenta que tanto las desviaciones positivas como negativas generan de cierta forma un riesgo ya que representan rendimientos extraordinarios.

Markowitz<sup>11</sup> desarrolló la teoría de portafolios y el concepto de diversificación de un portafolio, ya que a medida que hay más activos en una cartera el riesgo disminuye, también propuso el concepto de activos correlacionados negativamente ya que esto disminuye el riesgo de mercado. Es por ello que la administración de riesgos se ha vuelto un área muy importante en las entidades financieras. La administración de riesgos tiene como función medir, controlar e informar sobre los riesgos a los que la entidad se encuentra expuesta.

En el proceso de la administración de riesgos es necesario plantearse ciertas cuestiones como:

- Establecer los criterios de aceptación de riesgos.
- Análisis de los riesgos a los que se encuentra expuesta la entidad.

---

<sup>9</sup> VARIAN Hall, "Microeconomía Intermedia", Madrid 1996 Ed Antoni Bosh, pag 243.

<sup>10</sup> JORION, Philippe "Valor en Riesgo" México 1997, Ed. Limusa, pag. 23-24.

<sup>11</sup> En 1952, Harry Markowitz, premio Nobel de economía, desarrolló la teoría de portafolios y el concepto de que en la medida en que se añaden activos a una cartera de

- Evaluación de los resultados.
- Implementación.
- Monitoreo y Control

Los objetivos de la administración de riesgos están basados en asegurar que la entidad no tenga pérdidas económicas intolerantes, así como mejorar el desempeño financiero.

## 1.2 Tipos de riesgos financieros

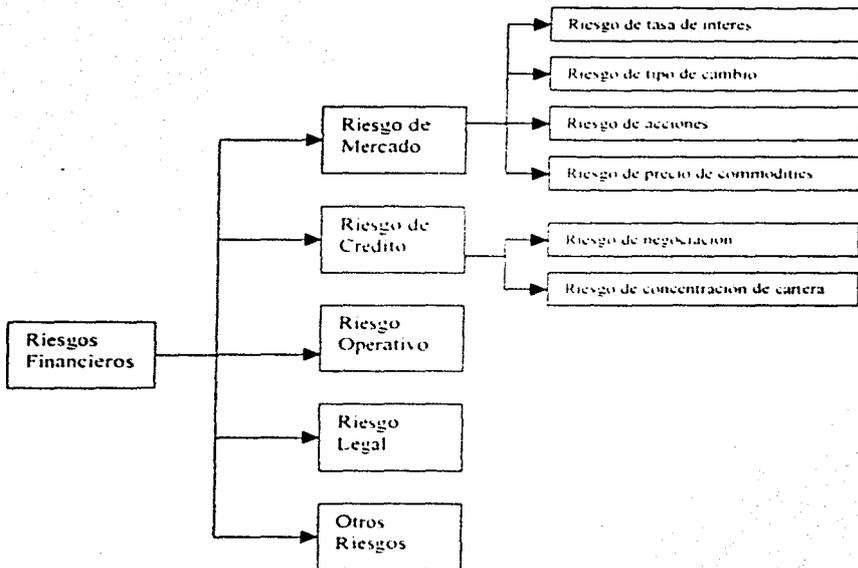
La administración de los riesgos se ha convertido en una de las principales actividades de las entidades financieras como bancos comerciales y banca de desarrollo, casas de bolsa, compañías aseguradoras y otros intermediarios financieros. En términos financieros podemos definir al riesgo como la volatilidad de los flujos financieros no esperados derivada de los activos o pasivos<sup>12</sup>. Es decir este tipo de riesgos está relacionado con las pérdidas ocasionadas en los mercados financieros, de movimientos desfavorables de los tipos de cambio, de la tasa de interés, de los precios de las acciones, cambios en la solvencia de los prestatarios.

Existen diferentes tipos de riesgos, sin embargo solo se tratará los riesgos económico-financieros.

---

inversión, el riesgo (medido con la desviación estandar) disminuye como consecuencia de la diversificación.

<sup>12</sup> JORION, Philippe. "Valor en Riesgo" México 1997, Ed. Limusa, pag. 23-24.



Fuente: Bolsa Mexicana de Valores

### 1.2.1 Riesgo de Crédito

El riesgo crédito se define como el riesgo que se presenta cuando la contraparte no esta en la posibilidad de cumplir con sus obligaciones. También implica un deterioro en la calidad crediticia ya sea de la contraparte o de en la garantía o colateral.<sup>13</sup> Es así como una entidad financiera asume un riesgo de crédito en los diferentes negocios en los que opera ya sea por los préstamos, líneas de crédito, garantías, avales o por posiciones que la entidad mantenga en el activo de sus balances y por las posiciones en instrumentos derivados como swaps, futuros, forwards, opciones, etc. En el caso de los derivados el riesgo crédito debe tener ciertas características como: la cuantificación del nivel de exposición que en el caso de la banca tradicional se toma en cuenta el principal más el interés acumulado y para los derivados la entidad financiera debe seguir ciertos pasos para hacer frente al riesgo crédito y así poder administrarlo y controlarlo como son los siguientes:

- Calcular la exposición crediticia de cada posición.
- Calcular el capital en riesgo crediticio

El valor actual de los contratos, la exposición crediticia futura, la extensión de los acuerdos pueden reducir la exposición y la probabilidad de incumplimiento de la contraparte, sin embargo se debe saber modelar estos factores de riesgo y minimizar las pérdidas.

---

<sup>13</sup> DE LARA, Alfonso "Medición y Control de Riesgos Financieros" México 2002, Ed. Limusa, pag 163.

Para el riesgo crédito es difícil obtener una medición más precisa que en el riesgo de mercado.

Los modelos más utilizados para medir el riesgo crédito son los siguientes:<sup>14</sup>

- Modelos econométricos.
- Modelo KMV.<sup>15</sup>
- Redes neuronales.<sup>16</sup>

Entre los modelos econométricos se encuentra el de Z-Score de Altman, el cual se construye a partir de razones financieras que se combinan linealmente con un peso específico para cada una y así obtener una calificación que discrimina a las empresas que incumplen con sus compromisos crediticios. Esencialmente una regresión lineal múltiple que va separando aquellas empresas que están en quiebra, la variable dependiente de la regresión es 0 o 1, 0 si la empresa esta en incumplimiento y 1 si no está en incumplimiento, las variables independientes son las razones financieras que mejor explican el incumplimiento de las empresas, esto se va realizando secuencialmente eliminando las razones financieras que no son significativas estadísticamente. De acuerdo con Altman la situación financiera de la emisora depende del valor de Z:

1. Si  $Z > 2.99$  la empresa está en buenas condiciones
2. Si  $Z < 1.81$  la empresa está en bancarrota.

---

<sup>14</sup> IBID pag 167.

<sup>15</sup> Se utiliza la teoría de opciones para determinar probabilidades de incumplimiento.

<sup>16</sup> Son sistemas por computadora que intentan imitar el funcionamiento del cerebro humano emulando una red de neuronas interconectadas entre si.

3. Si  $1.81 < Z < 2.99$  no se puede determinar la condición financiera de la empresa.

La metodología de Creditmetrics (J.P. Morgan) no solo considera el incumplimiento sino también los cambios en la calidad crediticia. En el riesgo de crédito los rendimientos del portafolio son sesgados y la curva presenta alta kurtosis en la cola izquierda. También se presenta un problema con el cálculo de las correlaciones entre los rendimientos de los activos del portafolio, ya que es difícil obtener una gran cantidad de datos históricos de la calidad crediticia del emisor. Los pasos propuestos por Creditmetrics para resolver estos problemas son los siguientes:

1. Definir la matriz de probabilidades de transición.
2. Valuación del portafolio
3. Medición del riesgo crédito

El riesgo crédito es una de las principales causas de los múltiples episodios críticos que han vivido los sistemas bancarios, en los últimos años. Algunos informes del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial sobre los problemas del sistema financiero en el periodo 1980-1996 dan cuenta de la existencia de situaciones de crisis bancarias en 133 países, el 75% de los países miembros del FMI.

### 1.2.2 Riesgo de Liquidez

Se define como la pérdida potencial por la imposibilidad de renovar pasivos o de contratar otros en condiciones normales para la institución: por la venta anticipada o forzosa de activos a descuentos inusuales para hacer frente a sus obligaciones. Las instituciones financieras llegan a tener dos tipos de riesgo de liquidez en sus actividades de inversión en valores y en derivados: el que está relacionado con productos o mercados específicos y los que están relacionados a las actividades de fondeo de la institución. El riesgo de liquidez de mercado es el que se presenta cuando no se pueda deshacer o cubrir una posición específica a un precio cercano al de mercado por falta de liquidez o por desordenes en el mercado. El riesgo de liquidez de fondeo es el que ocurre cuando una institución financiera no puede cumplir con sus obligaciones de pago en las fechas de vencimiento contractuales.

### 1.2.3 Otros Riesgos<sup>17</sup>

Existen otros riesgos a los que las entidades pueden estar expuestas, en la actualidad se considera que hay una gran infinidad de riesgos. Entre los más importantes son los ya mencionados, incluyendo los siguientes:

- Riesgo operativo-. Es el riesgo derivado de las pérdidas potenciales que son resultado de fallas administrativas, errores humanos, sistemas no adecuados para la entidad. Dentro de este riesgo

---

<sup>17</sup> El Riesgo de Mercado se explicara en el capitulo dos.

podemos incluir el riesgo de ejecución, el riesgo tecnológico y el riesgo de modelo.

- **Riesgo legal-**. Este se presenta cuando la contraparte no tiene la autoridad legal para realizar una transacción.
- **Riesgo país-**. Es la posibilidad de que un rendimiento esperado en un país determinado no se realice por condiciones extremas en éste.<sup>18</sup>
- **Riesgo sectorial-**. Se define como la pérdida potencial en el valor de la cartera de crédito derivada del deterioro de sectores de actividad económica en los que participa la entidad.
- **Riesgo de balance-**. Es el riesgo que se presenta por la pérdida potencial a la exposición del margen financiero y el valor de mercado de las operaciones financieras ante movimientos adversos en las tasas de interés, como resultado de desequilibrios entre la estructura de activos y pasivos a través del tiempo.
- **Riesgo sistemático-**. Es el riesgo que se presenta cuando el incumplimiento de una institución tiene un efecto domino sobre otras entidades.

---

<sup>18</sup> HEYRMAN, Timothy. "Inversión en la globalización". México 2001, Ed. Milenio, pp 55.

Este riesgo es el resultado del contexto económico y político del estado extranjero, y la pérdida puede ser debida a una inmovilización de los activos, o a la pérdida de un mercado.

### **1.3 IDENTIFICACIÓN, MEDICIÓN, MONITOREO Y CONTROL DE LOS RIESGOS**

El proceso de administración de riesgos implica una serie de aspectos que hacen que una entidad financiera pueda identificar, medir, monitorear y controlar los riesgos mediante una adecuada metodología para llevar a cabo una eficiente administración de riesgos. El objetivo principal de la administración de riesgos es asegurar que no se sufran pérdidas económicas no tolerables y mejorar el desempeño financiero.

Para poder llevar a cabo la administración de riesgos es necesario contar con una estructura organizacional por lo cual cada entidad debe establecer las funciones y responsabilidades en materia de administración de riesgos entre las distintas áreas.

#### **1.3.1 Estructura Organizacional**

La administración de riesgos se ha convertido en un factor importante en la toma de decisiones de las entidades ya que directa o indirectamente todas las áreas están involucradas con esta función. Es por ello que se debe tener una estructura organizativa que tome las responsabilidades de la administración de riesgos. Esta se dividirá en dos grandes estructuras: la estratégica y la operativa, la primera esta compuesta por el consejo y los comités de dirección quienes se encargan de definir y aprobar la estrategia y las políticas de administración de riesgos. La estructura operativa esta

compuesta por las áreas encargadas de ejecutar la estrategia e implantar las políticas de administración de riesgos.

La estructura estratégica esta compuesta por:

- El Consejo
- Comité Ejecutivo
- Comité de Riesgos
- Comité de Negocios

**Funciones de los integrantes de la estructura estratégica:**

#### Consejo

1. Conocer y comprender los riesgos que son asumidos por la entidad financiera.
2. Garantizar la existencia de capital necesario para soportar el riesgo global.
3. Marcar las líneas a seguir para la administración de riesgos.
4. Conocer periódicamente los resultados obtenidos y el nivel de riesgos asumido.

#### Comité Ejecutivo

1. Aprobación de la estrategia de administración de riesgos.
2. Garantiza el correcto cumplimiento de las decisiones del Consejo .

3. Analizar los resultados obtenidos por las unidades de negocio en función de los presupuestos, identificando las desviaciones y planteando medidas para corregirlas.
4. Analizar la reasignación del capital entre las unidades de negocios de acuerdo con los resultados obtenidos y el capital arriesgado.
5. Informar al Consejo sobre la administración de riesgos.
6. Asegurar la existencia y utilización de políticas, procedimientos, metodologías y sistemas, que permitan medir y administrar los riesgos cuantificables y controlar los no cuantificables.

#### Comité de Riesgos

1. Asegurar la correcta ejecución de la estrategia de la administración de riesgos e informar al Comité Ejecutivo sobre el desarrollo de la misma.
2. Definir y asegurar la correcta implementación de políticas, metodologías y procedimientos, acordes con los riesgos aprobados, que permitan medir y controlar los riesgos cuantificables.
3. Proponer límites de control de riesgos.
4. Conocer detalladamente las posiciones y los riesgos asumidos en relación a los límites.
5. Aprobar las medidas en caso de que se rebasen los límites.

## Comité de Negocios

1. Garantizar que se sigan las directrices marcadas en la estrategia de administración de riesgos.
2. Analizar la sensibilidad del resultado de los negocios a las variaciones de los factores de riesgo.
3. Tomar las decisiones sobre las propuestas de administración de riesgos que realizan las áreas de negocio.
4. Garantizar que las áreas de negocio cumplan las políticas, metodologías y procedimientos establecidas por el Comité de Riesgos.

La Estructura Operativa está compuesta por:

- Área de análisis y control de riesgos
- Área de negocio
- Área de soporte
  - Áreas de administración y de operaciones (back office)
  - Área de sistemas
  - Área de asesoramiento jurídico-legal y fiscal
  - Área de auditoría interna

Funciones de los integrantes de la estructura operativa:

### Área de análisis y control de riesgo

- ❖ Analizar los límites propuestos por el área de negocios.
- ❖ Analizar el reparto del capital en riesgo entre las unidades y realizar propuestas alternativas de límites al comité de riesgos.

- ❖ Medir los riesgos según las metodologías aprobadas y controlar el cumplimiento de los límites.
- ❖ Implantar y asegurar el cumplimiento de las políticas, metodologías y procedimientos definidos por el Comité de Riesgos.
- ❖ Dar a conocer la información sobre la administración de riesgos.

#### Área de negocio

- ❖ Proponer al área de análisis y control de riesgos los límites necesarios para cumplir con los objetivos establecidos para cada negocio.
- ❖ Dar un seguimiento de la medición de los riesgos realizada por el área de análisis y control de riesgos.
- ❖ Implantar y cumplir las políticas, metodologías y procedimientos definidas por el Comité de Riesgos.

#### Áreas de Soporte

- ❖ Proporcionar el soporte al área de análisis y administración de riesgos y de negocios.
- ❖ Implantar y cumplir las políticas, metodologías y procedimientos definidos por el Comité de Riesgos.

#### **Recomendaciones sobre la estructura organizativa**

A nivel internacional se han hecho algunas recomendaciones para la administración de riesgos.

- El uso de los instrumentos derivados debe ser de forma coherente con las políticas de administración de riesgos aprobadas por el Consejo.
- La alta dirección aprobará los procedimientos y controles necesarios para garantizar la implantación de las políticas de administración de riesgos.
- Cumplir las políticas y procedimientos de la administración de riesgos.
- Disponer de una función de control de riesgo de mercado y una de crédito independiente.
- Las entidades se someterán periódicamente a auditorías internas y externas de las políticas, procedimientos, metodologías y sistemas empleados para el control y administración de los riesgos.
- También el uso de otros instrumentos debe ser controlada.

### 1.3.2 Identificación de riesgos

La entidad especificará en que líneas de negocio, productos o mercados se quiere operar y así especificar el riesgo asumido en cada uno.

La identificación de riesgos debe tratar sobre los distintos factores de riesgo a los que se encuentra expuesta cada línea de negocio. Dependiendo del tipo de riesgo en que se esté analizando los factores de riesgo que provienen de diferentes variables. Por ejemplo para el caso de los riesgos de mercado, los factores de riesgo provienen de variables financieras. Los riesgos se identificarán por línea de negocio y por tipo de

operación. Es recomendable hacer un mapeo de las pérdidas y ganancias de cada activo, y ver que tipo de riesgo tiene cada producto y línea de negocio.

### 1.3.3 Medición de Riesgos

La medición del riesgo es una parte fundamental de la administración de riesgo, para ello se debe contar con metodologías y parámetros para poder llevar a cabo la cuantificación de los riesgos, esto conlleva a tener un modelo adecuado a cada tipo de riesgo. Existen riesgos que pueden ser cuantificados y otros que no pueden ser cuantificados, sin embargo pueden ser minimizados y controlados mediante políticas y procedimientos.

Antes del VaR se tenían otras formas de medir el riesgo como la convexidad y la duración para casos de activos de renta fija, las Betas para activos de renta variable.<sup>19</sup>

En la actualidad podemos encontrar dos grandes metodologías para la medición de riesgos: el análisis de escenarios y técnicas de probabilidad.

El análisis de escenarios selecciona situaciones desfavorables y estima las pérdidas asociadas. Sin embargo este tipo de metodología tiene serias deficiencias como:

- En la mayoría de las veces no se toma en cuenta las probabilidades de ocurrencia.
- La elección de los casos desfavorables no se hace siempre con los mismos criterios.

---

<sup>19</sup> Más adelante se definirá los terminos: duración, convexidad y beta.

Las técnicas de probabilidad son una metodología mas completa y han permitido evaluar riesgos de forma homogénea a través de una medida común. Para la cuantificación del riesgo se ha utilizado el valor en riesgo que cuantifica la máxima pérdida esperada en un horizonte de tiempo dentro en un intervalo de confianza. Existen diferentes metodologías para cuantificar el VaR como:

- El Enfoque Risk Metrics
- Método de Simulación Histórica
- Método de Monte Carlo
- Método de Monte Carlo Estructurado
- Modelo Paramétrico

#### 1.3.4 Monitoreo y Control de los riesgos

El área de análisis y control de riesgo mantendrá un seguimiento en la medición de riesgos y preparar informes de valuación de riesgos para el Comité de Riesgos, Agentes externos, áreas de negocio. A su vez éstas dan un seguimiento a las mediciones de riesgo realizadas por el área de análisis y control. En cuanto al control del riesgo se establecen límites a la exposición al riesgo global, por tipo de riesgo y por línea de negocio, dichos límites deberán ser aprobados por el Comité de Riesgos y autorizados por el Consejo Directivo.

Los límites de riesgo se difunden entre las diferentes áreas, donde se tendrán planes de contingencia en caso de que se excedan los límites de riesgo establecidos.

## Capítulo 2 RIESGOS DE MERCADO

### 2.1 Introducción

El riesgo de mercado ha tomado gran importancia en los últimos años ya que las entidades han extendido sus actividades a nuevas áreas. El tipo de operaciones que se realizan son de compraventa en los mercados financieros, tienen un carácter a corto plazo y como objetivo obtener el máximo beneficio. Las posiciones que se abren a partir del tipo de operación se valoran a precios de mercado, lo cual implica que si éstos varían, entonces ocurre un cambio en la valoración de las posiciones abiertas.

El negocio en el que las instituciones financieras están participando no sólo incluye el riesgo de crédito sino el riesgo de tasa de interés, cambiario, entre otros. El hecho es que las instituciones han observado situaciones en donde se cae en pérdidas importantes, provocando en ocasiones bancarrotas, que son ajenas al riesgo de crédito y están relacionadas con el funcionamiento de los mercados financieros. Algunos casos que han involucrado a instituciones que se pueden mencionar son J.P. Morgan, Baring, Bankers Trust, Daiwa, el condado de Orange.<sup>20</sup> En 1995 el banco inglés Baring en Singapur, sufrió pérdidas que rebasaban en exceso el capital del banco lo que llevó a la quiebra a la institución con pérdidas por más de 1,300 millones de dólares. Para el caso del Condado de Orange, se invirtió en posiciones altamente riesgosas que se tradujeron en

---

<sup>20</sup> Estos desastres financieros se debieron en gran parte a la mala utilización de los derivados.

más de 1.700 millones de dólares, debido a la alza de las tasas de interés. Pérdidas similares ocurrieron en los otros casos.

Dentro de los principales factores que han ocasionado pérdidas son: errores en la medición del riesgo, inadecuada valuación en los instrumentos, entre otros. Es por ello que al presentarse serios problemas las entidades reguladoras son más estrictas en cuanto a la administración de riesgos sobre todo los referentes a los de mercado. Es por ello que se han elaborado metodologías que cuantifican la pérdida máxima que se produce como consecuencia del grado de exposición frente al riesgo. También las instituciones financieras han implementado metodologías que no sólo miden el riesgo, sino que monitorean y controlan el impacto que representa la volatilidad de las variables financieras.

En 1993 el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea emitió un documento complementario al de 1988 (el cual se refería a los riesgos de crédito) en donde se incluyen las propuestas a la regulación del riesgo de mercado. Esto ha significado que a nivel internacional las instituciones financieras han tomado las propuestas de Basilea<sup>21</sup>.

J.P. Morgan en 1994 emite un documento técnico llamado RiskMetrics en donde se da a conocer el concepto de Valor en Riesgo (VaR sus siglas en

---

<sup>21</sup> El Acuerdo de Basilea de 1988 constituyó el primer paso hacia una administración de riesgos más estricta. Establece los requerimientos mínimos de capital que deben cumplir los bancos comerciales para realizar coberturas contra riesgo de crédito. En abril de 1995, el Comité de Basilea presentó un anexo sustancial de los modelos de riesgo de mercado.

inglés Value at Risk), que es una medida de riesgos, sin lugar a dudas de mercado.

## **2.2 Instrumentos Financieros**

La valuación de los riesgos financieros necesita la identificación de los factores de riesgo, es por ello que la institución financiera necesita localizar las líneas de negocio que se presentan en la entidad. Es por ello que se va exponer algunos instrumentos financieros que tienen riesgo de mercado.

### **MERCADO DE DINERO**

El mercado de dinero se define como aquel en el que se comercian instrumentos de realización inmediata, es decir de corto plazo. Por lo general se trata de deuda de bajo riesgo y alto grado de liquidez. Actualmente el mercado de dinero mexicano incluye a los siguientes instrumentos:

- Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES)
- Aceptaciones Bancarias
- Papel Comercial bursátil
- Pagaré Empresarial bursátil
- Pagares de la Tesorería de Federación
- Bonos de Desarrollo (Bondes)

## MERCADO DE CAPITALES

El mercado de capitales es aquel en el que se negocian instrumentos a largo plazo. Tradicionalmente se clasifica en:

- Mercado de Títulos de deuda como los IPABONOS (BPA'S).
- Mercado de Renta Variable como las acciones, obligaciones, etc.

Esta clasificación responde al grado de certeza con que se esperan los rendimientos correspondientes a los diferentes instrumentos.

Los títulos de deuda son aquellos que proporcionan un rendimiento predeterminado en un plazo preestablecido. Los instrumentos de renta variable son los que su rendimiento varía de acuerdo a ciertos parámetros de desempeño.

## MERCADO DE DIVISAS

El mercado de divisas es aquel en el cual se realizan operaciones con monedas extranjera en las siguientes modalidades:

- Liquidación mismo día.
- Liquidación 24 horas.
- Liquidación 48 horas

En México se realizan transacciones básicamente con dólar americano.

## MERCADO DE PRODUCTOS DERIVADOS FINANCIEROS

El Mercado de Productos Derivados Financieros es aquel en el cual se realizan operaciones de contratación con instrumentos que derivan de la función de ciertas variables fundamentales. Un instrumento derivado es un contrato cuyo valor depende del valor del activo financiero subyacente. La función principal de los productos derivados es proporcionar formas para controlar el riesgo. Podemos mencionar algunos productos derivados como:

- Forwards
- Futuros
- Opciones
- Warrants
- Swaps

### Forwards

Un contrato forward o adelantado es un acuerdo entre un comprador y un vendedor para realizar una operación (compra-venta) que será entregado en una fecha futura. En estas operaciones el comprador (quien asume la parte larga) se compromete a adquirir la mercancía en cuestión a un precio y en un tiempo que se pactan al inicio. Por otra parte, el vendedor (quien asume la parte corta), está dispuesto a entregar la mercancía. Los contratos forward sobre productos financieros se dividen en tres modalidades:

1. Instrumentos que no generan utilidades.
2. Instrumentos que generan utilidades o rendimientos fijos.

### 3. Instrumentos que generan utilidades que se reinvierten.

#### Futuros

Los contratos a futuro son compromisos estandarizados de entregar o recibir en un periodo determinado en el futuro: una mercancía, divisa o instrumento financiero con calidad y cantidad específicas. Son negociados en bolsas reguladas y garantizadas por autoridades competentes. En los mercados de futuros se pueden realizar operaciones de cobertura y de especulación.

#### Opciones

Existen dos tipos de opciones: de compra y de venta (call y put). Se llevan menos tiempo de negociación en bolsa que los contratos de futuros. Una opción de compra da a su titular el derecho (más no la obligación) a comprar un activo a un precio determinado en una fecha establecida. Una opción de venta proporciona a su poseedor el derecho a vender un activo en una fecha determinada a un precio establecido. El precio contractual se llama precio de ejercicio (strike price) y la fecha de finalización del contrato, fecha de ejercicio o vencimiento (expiration date, exercise date o maturity). Una opción otorga a su titular el derecho de hacer algo sin estar obligado a ejercer ese derecho, es aquí donde se diferencian las opciones de los contratos de futuros.

#### Warrants

Es una opción que surge de manera diferente. Son emitidos por una empresa o una institución financiera, en algunos casos se negocian después

en un mercado. Los warrants se compran y venden en la mayoría de los casos de la misma manera que las acciones. Son emitidos por instituciones financieras para satisfacer una demanda del mercado. El título subyacente normalmente es un índice, una divisa o un producto. Una vez emitido el instrumento la institución financiera debe cubrir el riesgo.

### Swaps

Son acuerdos entre dos partes para intercambiar flujos de efectivo en el futuro, de acuerdo con una fórmula preestablecida. Los swaps sobre divisas es un intercambio de diferentes monedas. Un swap sobre tasa de interés es un mecanismo para transformar un flujo de efectivo fijo a flotante y viceversa

## 2.3 Identificación de los Riesgos de Mercado

Para poder implementar una estrategia de administración de riesgos se debe identificar cuales son éstos. Se ha definido el riesgo de mercado como la pérdida potencial por cambios en los precios de los activos y pasivos financieros. Es por ello que se identificaran primeramente cuales son los factores de riesgo.

### Factores de Riesgo

- Tipos de Interés
- Tipo de Cambio

- Precio de las acciones
- Precios de commodities

### Riesgo de Tasa de interés

Este tipo de riesgo es exógeno, es decir fuera de control de la compañía. Una entidad o línea de negocio está expuesta a riesgo de tasa de interés cuando su valor depende del nivel que tengan ciertas tasas de interés en los mercados financieros, o el margen futuro dependa de las tasas de interés.<sup>22</sup>

Para cada uno de los mercados financieros está asociada una estructura temporal de tasas de interés, por lo que se debe identificar exactamente a cual de éstas se encuentra expuesta cada línea de negocio.

### Riesgo cambiario

Se puede definir como el riesgo de una variación en las ganancias como resultado de movimientos en un cierto tipo de cambio. Se puede decir que una línea de negocio está expuesta a riesgo cambiario cuando:

- El valor actual de los activos en cada divisa no coincida con el valor actual de los pasivos en la misma divisa y la diferencia no este compensada por instrumentos fuera de balance.

---

<sup>22</sup> SOLER R. "José A. Gestión de Riesgos Financieros. Un enfoque práctico para países latinoamericanos". BID. Grupo Santander. pp 47.

- Tengan posiciones en productos derivados cuyo subyacente estuviera expuesto a riesgo cambiario.
- Cuando se este expuesto a riesgo de tasa de interés, de acciones, etc. pero en otra divisa.

#### Riesgo de acciones

Existe riesgo de acciones cuando el valor depende de la cotización de determinadas acciones o índices de acciones en los mercados financieros.

#### Riesgo de mercancías (commodities)

Este tipo de riesgo se refiere al hecho de que una institución financiera tenga inversiones en mercancías, posiciones en instrumentos derivados cuyo subyacente está expuesto a riesgo de mercancías, cuando una mercancía determinada interviene de forma importante en el proceso productivo. Entonces podemos decir, que las líneas de negocio están expuestas a riesgo de mercancías cuando su valor depende de la cotización de determinadas mercancías<sup>23</sup>.

#### Mapa de pérdidas y ganancias

El mapa de posiciones permite conocer la concentración y la sensibilidad del valor del negocio en cada uno de los factores de riesgo. Es un proceso por el cual se descompone un portafolios en cada uno de sus instrumentos y

de esta manera identificar los riesgos a los que está expuesto cada instrumento.

## 2.3 Medición del riesgo

### 2.3.1 Valor en Riesgo (VaR)

El Valor en Riesgo trata de medir los riesgos de una forma sistemática. El beneficio que tiene el VaR es que se miden los riesgos de una forma que se entiende fácilmente.

Los métodos tradicionales de medición de riesgo provienen de las diferentes formas en que los instrumentos financieros son negociados, sin embargo las metodologías tradicionales no podían contestar una serie de preguntas que el VaR puede contestar como:

- ¿Cuál es la probabilidad de pérdida máxima en un día?
- ¿Cuánto se puede llegar a perder en circunstancias extremas?
- ¿Qué área de negocios tiene el mayor riesgo?

El VaR se define como la máxima pérdida esperada (o peor pérdida) en un período determinado dentro de un intervalo de confianza dado. El VaR solo debe ser visto como un procedimiento necesario pero no suficiente para el control de riesgos, debe ser complementado con el establecimiento de límites y controles.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> IBID pp 48

<sup>24</sup> JORION, Philippe "Valor en Riesgo" México 1997, Ed. Limusa, pag.19.

Diferentes metodologías son utilizadas actualmente para la medición del VaR, éstas difieren básicamente en dos aspectos:

- Cómo los cambios en el valor de los instrumentos financieros son estimados como resultado de los cambios en el mercado financiero.
- Cómo los cambios potenciales en el mercado financiero son estimados

Primero se definen los factores cuantitativos los cuales se refieren a los supuestos que mantiene la medición de riesgos. Tomando en cuenta las recomendaciones del Comité de Basilea, y algunas otras autoridades reguladoras, las características mínimas que deben cumplir los sistemas de medición de riesgos son:

- Horizonte de tiempo: diario
- Intervalo de Confianza: 99% (Basilea)  
95% (Risk Metrics)

El horizonte de tiempo puede ser determinado por la naturaleza del portafolio y la liquidez de los valores. Los bancos comerciales reportan su VaR operativo sobre un horizonte diario debido al gran volumen de

transacciones en sus portafolios, los portafolios de inversión como fondos de pensión ajustan sus exposiciones al riesgo de manera más lenta.<sup>25</sup>

El nivel de confianza debe estar relacionado con el grado de aversión al riesgo de la institución y el costo de una pérdida por exceder el VaR. El nivel de confianza es importante para la validación del modelo.

Antes de comenzar a revisar las metodologías para la medición del VaR, veremos las distintas formas de calcular las volatilidades. Esta es un cuantificador muy importante para la medición de los riesgos de mercado ya que representa una medida de dispersión de los rendimientos con respecto a la media de los mismos en un periodo determinado. La volatilidad es tomada como la desviación estándar de los rendimientos. Existen las siguientes formas para calcular la volatilidad:

a) Volatilidad Histórica:

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

b) Volatilidad dinámica o con suavizamiento exponencial:

---

<sup>25</sup> JORION, Philippe. "Valor en Riesgo" México 1997, Ed. Limusa, pag 108.

$$\sigma_i^2 = \sum_{j=0}^T r_{i-j}^2$$
 Se asigna al cuadrado de los rendimientos un peso específico  $w$ :

$$\sigma_i^2 = \sum_{j=0}^T w_j r_{i-j}^2 \quad \text{donde } w_j = \lambda^{j-1}(1-\lambda) \text{ donde } 0 \leq \lambda \leq 1$$

$\lambda$  es el factor de decadencia<sup>26</sup>

También se utilizan metodologías de series de tiempo para modelar la volatilidad como los procesos autorregresivos, modelos Garch o Arch.<sup>27</sup>

### Concepto de Duración

La duración es el cambio en el valor de un bono o instrumento de mercado de dinero cuando se registra un cambio en las tasas de interés del mercado. Es la derivada del precio con respecto a la tasa de interés. La duración puede ser utilizada para transformar la volatilidad de la tasa de rendimiento en volatilidad del precio. Esta directamente vinculada al valor en riesgo a través de la volatilidad de la tasa de rendimiento.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> Este parametro determina los pesos que se aplican a las observaciones y la cantidad efectiva de datos que se utilizaran para estimar la volatilidad. Mientras más pequeño es  $\lambda$ , mayor peso tienen los datos más recientes.

<sup>27</sup> Los modelos Arch y Garch (autorregresivo y condicional heterocedástico), están diseñados especialmente para modelar y pronosticar volatilidades. Son utilizados en series de tiempo.

<sup>28</sup>JORION Philippe "Valor en Riesgo" pag Mexico 1997, Ed. Limusa, pag144.

*Peor pérdida esperada = duración × valor del portafolio × peor incremento en la tasa de rendimiento*

Tenemos el precio de un bono:

$$P = \frac{c_1}{1+r} + \frac{c_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{c_n}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^n}$$

$c_i$  son los cupones del bono

$r$  es la tasa de rendimiento

$VN$  es el valor nominal

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

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{c_1}{(1+r)^2} - \frac{c_2}{(1+r)^3} - \dots - \frac{nc_n}{(1+r)^{n+1}} - \frac{n \times VN}{(1+r)^{n+1}}$$

Duración de Maculaly<sup>29</sup>  $DM = \frac{1+r}{r} - \frac{1+r + [n(C-r)]}{[C((1+r)^n - 1)] + r}$

<sup>29</sup> Maculaly definió la duración en 1938 como el plazo poderado de cada pago del bono, donde las ponderaciones son proporcionales al valor presente de los flujos de efectivo. En 1952 Redington fue el primero que propuso que la duración podía ser utilizada para una estrategia óptima de inversión en bonos, dado un horizonte de tiempo

$$\text{Duración modificada}^{30} = \frac{\text{Dur. Macaulay}}{1 + r}$$

### Concepto de Convexidad

Esta es una propiedad de los instrumentos de deuda. Cuando los cambios en las tasas de interés son muy pronunciados (alta volatilidad) la duración del bono no es suficiente para cuantificar la pérdida potencial derivada de la posición, por lo que se suma el efecto de la convexidad.<sup>31</sup> Es la segunda derivada del precio del bono respecto a la tasa de interés.

$$C = \frac{1}{P} \frac{d^2 P}{dr^2}$$

#### 2.3.2 El Enfoque Risk Metrics

El enfoque Risk Metrics explica su metodología de medición de riesgos de mercado en 4 pasos:

Paso 1: Se identifica el capital expuesto al riesgo

Paso 2: Se realiza un mapa de pérdidas y ganancias dentro de los vértices de Risk Metrics

Paso 3: Se capturan los datos para la medición del riesgo de mercado

---

<sup>30</sup> La duración modificada es la variación del precio en términos porcentuales.

<sup>31</sup> DE LARA, Alfonso. Medición y Control de Riesgos Financieros, pag 84.

#### Paso 4: Cálculo de VaR

Risk Metrics utiliza dos formas para la medición de riesgos de mercado:

- El VaR simple para instrumentos lineales
- Delta-Gamma VaR para instrumentos no lineales<sup>32</sup>

#### Calculo del VaR Simple

Intervalo de Confianza: 95%

Horizonte de Tiempo= 1 día

Risk metrics ofrece dos metodologías: a) una aproximación analítica y b) simulación de Monte Carlo Estructurado para posiciones no lineales.

**a) Aproximación Analítica:** es un método que relaciona por una expresión matemática el rendimiento de un portafolio con el rendimiento de las tasas base. Esto se hace mediante una expansión de una serie de Taylor.<sup>33</sup>

**b) Simulación de Monte Carlo Estructurado:** es un método que incorpora una serie de escenarios posibles y evalúa cada instrumento en

---

<sup>32</sup> Los valores de mercado para posiciones lineales cambian a una tasa constante respecto a cambios en la tasa del activo subyacente. Las posiciones no lineales solamente se pueden estimar por valuación total en las tasas originales y en sus cambios. Una relación lineal quedará definida al introducir el concepto de duración ya que por definición la convexidad y la gamma serán igual a cero. En la no lineal se debe considerar la convexidad y la gamma. Las opciones son posiciones no lineales

<sup>33</sup> Es una serie que tiene derivadas de cualquier orden en un intervalo abierto.

cada escenario. El VaR está definido como el quinto percentil de la distribución del cambio de los valores.

Ambos métodos difieren no en términos de cómo los movimientos del mercado son pronosticados pero sino en cómo los cambios en los portafolios son evaluados como resultado de los cambios en los mercados. El método analítico de aproximación como su nombre lo indica hace una aproximación de los cambios en los valores y la simulación de Monte Carlo Estructurado hace una reevaluación de los portafolios en todos los escenarios.

Considere un portafolio que contiene N posiciones y cada una consiste en un flujo de caja en donde se tienen pronósticos de volatilidades y correlaciones. Se indica el cambio del valor relativo de la posición n-ésima por  $r_{n,t}$ . Se puede escribir el cambio relativo de un portafolio como  $\tilde{r}_{p,t}$ .

$$\tilde{r}_{p,t} = \sum_{n=1}^N w_n r_{n,t} = \sum_{n=1}^N w_n \delta_n r_{n,t}$$

donde:

$w_n$  = inversión total nominal de la posición n-ésima.

La expresión del VaR se denota entonces como:

$$\text{VaR} = 1.65 \sigma_{1,1}^2 + (1 + \delta)\sigma^2 + \dots$$

### 2.3.3 MÉTODO DE SIMULACIÓN HISTÓRICA

Este método consiste en regresar en el tiempo y aplicar ponderaciones actuales a un aserie de tiempo de rendimientos históricos del activo

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

Los precios futuros hipotéticos para el escenario  $t$  se obtienen aplicando cambios históricos en los precios, al nivel actual de precios:

$$P_{i,t}^* = P_{i,t} + \Delta P_{i,t}, \quad i = 1, \dots, N$$

Se obtiene un nuevo valor de portafolio  $P_{p,t}^*$  con el conjunto completo de precios hipotéticos. Se genera el rendimiento hipotético correspondiente a la observación  $\tau$ .

$$R_{p,t} = (P_{p,t}^* - P_{p,t}) / P_{p,t}$$

El valor en riesgo se obtiene entonces a partir de la distribución completa de los rendimientos hipotéticos. Se supone normalidad y se confía en la varianza para obtener el VaR.

#### Críticas al método de simulación histórica

- Se omiten situaciones con volatilidad temporalmente elevada.
- Se utiliza un patrón muestral.
- La calidad de los resultados depende críticamente del tamaño de período histórico.
- Se fija la misma ponderación en todas las observaciones contenidas en la muestra.
- El método es desventajoso para portafolios grandes con estructuras complicadas.

#### 2.3.4 Método de Monte Carlo

Monte Carlo es una denominación genérica aplicable a métodos que buscan resolver un problema generando series de números aleatorios y observando aquella fracción de números que obedezcan a ciertas propiedades.

Se pueden identificar dos niveles de administración del riesgo financiero donde se aplica Monte Carlo:

- Alto nivel análisis de escenarios y VaR por mesas, bancas o a nivel institucional.
- Bajo nivel sensibilidades de portafolios y operaciones, como parte de valuación a mercado (mark to market) y de procesos de cobertura.

La simulación Monte Carlo para cálculo de valor en riesgo requiere ajustarse a distribuciones de retorno históricas. Típicamente se busca representar el valor futuro (no descontado) de un portafolio estático (sin cobertura dinámica).

Se deben considerar dos elementos:

1. El número de factores de riesgo (subyacentes) involucrados por valuación de una cartera de opciones, sensibilidades de los rendimiento a una opción de tasa de interés, VaR.
2. El número de pasos -iteraciones- requeridos para cada factor por valuación de una opción o un swap "knock out"

Este modelo consiste en generar rutas para cada una de las variables que afectan al valor de la cartera que modelen la evolución a lo largo del tiempo y tomen en cuenta las relaciones de dependencia entre éstas es decir los coeficientes de correlación. También para cada instrumento y ruta se debe

calcular la variación de valor total después de haber simulado su valor final en el horizonte de tiempo dado, y se debe aplicar a la posición real de cada instrumento, de donde se obtiene la variación de valor del instrumento considerado.

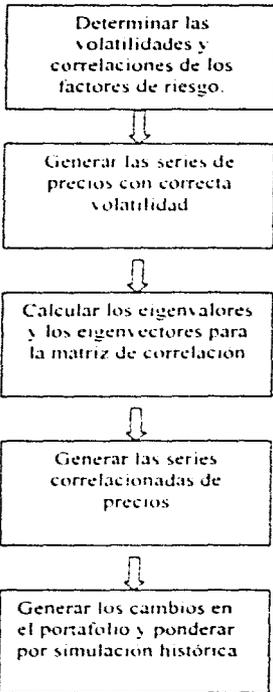
A partir de ahí se construye la distribución de probabilidades asociada a la variación de valor del instrumento o a la cartera. Por último se determinará el capital en riesgo y se determina el VaR.

Se puede resumir en tres pasos:

1. Generación de escenarios. Usando las volatilidades y las correlaciones estimados para el portafolio, se produce una serie de los precios futuros en diferentes escenarios de acuerdo con los modelos de distribución normal.
2. Valuación del portafolio, para cada escenario se valúa el portafolio.
3. Se reporta los resultados de cada simulación y se mide el VaR.

### 2.3.5 Método de Monte Carlo Estructurado

Se puede considerar como el método más poderoso para cuantificar el valor en riesgo ya que puede considerar un amplio rango de riesgos como el riesgo precio, el riesgo volatilidad y el riesgo crédito. Consiste en simular repetidamente un proceso aleatorio para la variable financiera de interés donde se cubre un amplio rango de situaciones posibles. Las simulaciones recrean la distribución completa de los valores del portafolio.



### 2.3.6 Método de Varianza-Covarianza

Este VaR se conoce también como diversificado porque toma en cuenta las correlaciones de los rendimientos entre los instrumentos. El VaR total del portafolio es menor que la suma de los VaRs individuales. La fórmula es la siguiente:

$$\text{VaR} = F\sigma_p S_t = F \left[ w \sigma C \sigma w^T \right]^{1/2} S_t$$

C es la suma de la matriz de correlaciones de dimensiones  $(n \times n)$ .

S es el monto total de la inversión o la exposición total en riesgo.

$\sigma$  es la desviación estándar de los rendimientos del activo.

F es el factor que determina el nivel de confianza del cálculo. Para un nivel de confianza de 95%,  $F=1.65$  y para un nivel de confianza de 99%,  $F=2.33$ .

t es el horizonte de tiempo que se desea calcular.

$$\Sigma = \sigma C' \sigma$$

$$\sigma_p = w' \Sigma w$$

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & \dots & \rho_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\rho_{ij} = \frac{\text{cov}(r_i, r_j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

Para el caso de derivados el cálculo del valor en riesgo es un poco más complicado, tenemos el caso de los futuros y los forwards. Aunque existen diferencias para estos instrumentos para medir el riesgo no son tan importantes dichas diferencias y se puede referir únicamente a operaciones a futuro.<sup>14</sup>

VaR para operaciones a futuro.

---

<sup>14</sup> Para el caso de otros derivados el cálculo es un poco más complicado y omite en este trabajo ya que BANCOMEXT no tiene este tipo de instrumentos.

$$\text{VaR} = k\sigma_F \times F \times t$$

k = factor que indica el nivel de confianza

$\sigma_F$  = desviación estándar de los rendimientos

x = número de contratos

F = precio del contrato en el mercado

En ocasiones se requiere de un mapeo de posiciones.

### 2.3.6.1 Valor en Riesgo (VaR) de un activo

Con un modelo paramétrico, bajo los supuestos de normalidad<sup>35</sup> y de rendimientos igual a cero, tenemos que el VaR de un activo se calcula de la siguiente manera:

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

donde:

F es el factor que determina el nivel de confianza (para un nivel de confianza de 95% tenemos que F= 1.65

S es el monto de la inversión

$\sigma$  es la desviación estándar de los rendimientos del activo

t es el horizonte de tiempo

### 2.3.6.2 Valor en riesgo para un instrumento de deuda

Con supuestos de normalidad en el comportamiento de los bonos tenemos que el VaR se calcula de la siguiente manera:

$$Var = -FBD'''r\sigma_r \quad t$$

$D'''$  es la duración modificada

$F$  es el factor que determina el nivel de confianza (para un nivel de confianza de 95% tenemos que  $F=1.65$ )

$B$  es el precio de bono a valor presente

$r$  última tasa de interés conocida

$\sigma$  es la volatilidad de rendimientos de tasas de interés

### 2.3.6.3 Valor en riesgo en instrumentos de tasa flotante

$$VaR_{Bono} = VaR_r^2 + VaR_s^2 + 2\rho_{rs}VaR_rVaR_s$$

$r$  tasa de rendimiento de referencia del Bonde

$s$  sobretasa del Bonde

$\rho_{rs}$  es el coeficiente de correlación lineal entre la tasa base  $t$  y la sobretasa

---

<sup>13</sup> Los supuestos de normalidad se refieren a media cero y desviación estándar constante.

#### 2.3.6.4 VaR para distribuciones generales

Definamos lo siguiente:

$W_0$  = inversión inicial

$R$  = tasa de rendimiento

$W^* = W_0(1 + R)$  valor del portafolio al final del horizonte

$\mu$  = rendimiento esperado

$\sigma$  = volatilidad

$W^* = W_0(1 + R^*)$

El VaR se define como la pérdida en pesos, relativa a la media.

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

También se puede definir el VaR como la pérdida absoluta en pesos:

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

Se puede ver que en ambos casos encontrar el VaR es equivalente a identificar el valor mínimo para  $W^*$  o el rendimiento crítico de  $R^*$ . El VaR puede derivarse de la distribución de probabilidad del valor futuro del portafolio  $f(w)$ . En un nivel de confianza dado  $c$ , se desea encontrar la peor realización posible  $W^*$  tal que la probabilidad de exceder dicho valor sea  $c$ :

$$c = \int_{-\infty}^{\infty} f(w)dw$$

o tal que la probabilidad de un valor inferior a  $W^*$ ,  
 $p = P(w \leq W^*)$  sea  $1 - c$ :

$$1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w)dw = P(w \leq W^*) = p$$

Es decir el área de  $-\infty$  a  $W^*$  debe sumar  $p = 1 - c$ .

## 2.3.7 Pruebas de Sensibilidad

### 2.3.7.1 Stress Testing

Los administradores de riesgo están obligados a preguntarse que pasaría en condiciones extremas y de esta forma pueden predecir pérdidas en condiciones de desastres financieros.

Este tipo de pruebas se refiere a casos donde existen grandes oscilaciones en los factores de riesgo (simulados) o en algunas variables financieras que son clave en los portafolios. El objetivo principal de las pruebas de estrés es identificar los escenarios que pueden causar grandes pérdidas para la institución.

Se pueden fabricar diferentes escenarios:

- El escenario de correlación unitaria supone que todas las variables se muevan conjuntamente en la misma dirección.
- El escenario de riesgo de crisis es donde los factores de riesgo se mueven de tal forma que generan crisis económicas en un país, se puede hacer simulando las condiciones en donde la economía presenta grandes choques.

La prueba de estrés debe ser un complemento del VaR ya que su objetivo primordial es identificar los escenarios en los cuales se puede presentar una pérdida significativa.

Algunas variables que deben ser tomadas en cuenta en las pruebas de estrés son:

- Cambios paralelos a la curva de tasas de interés.
- Devaluaciones del tipo de cambio
- Liquidez.
- Incumplimiento de contrapartes.

#### 2.3.7.2 Back Testing (Análisis Retrospectivo)

La metodología de cálculo del "valor en riesgo" se ha convertido ya en un estándar para Bancos e instituciones financieras. Sin embargo, tanto estos participantes del mercado como las organizaciones supervisoras se han dado cuenta de que en las decisiones de tecnología e implementación de

estos sistemas hay una relación de costo-beneficio. El análisis retrospectivo (*backtesting*) permite comprobar esto.

La base metodológica del VaR facilita que se haga una serie de simplificaciones que dan como resultado implementaciones del cálculo menos caras y menos completas. Sin embargo, se puede tener errores en la medición. Dado que el cálculo del VaR está muy extendido para evaluación regulatoria, clasificación de riesgos, asignación de capital, administración de portafolios y otros usos avanzados, el calibrado del modelo es de suma importancia.

El *backtesting* es, por tanto, crítico y necesario para lograr calibrar los modelos y asegurar el uso adecuado.

El análisis retrospectivo consiste en comparar reiterativamente, para un período determinado -digamos un día o un mes las pérdidas estimadas por efectos del riesgo de mercado con los resultados efectivamente logrados. Los resultados "efectivamente logrados" se deben sólo a reevaluación sin incluir compras-ventas ni comisiones, ya que el VaR mide lo que puede variar el valor de la cartera, no lo que puede ganar una tesorería

Un enfoque así de simple es el postulado por el Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria, que para impulsar a las entidades a que revelen cifras verdaderas de "valor en riesgo" plantea que se castigue la frecuencia de errores.

Estas pruebas paramétricas requieren de muestras muy amplias, de por lo menos 1.000 observaciones, lo que en la práctica no es usual

encontrar en un Banco. Más aún, al realizar el análisis retrospectivo es necesario evaluar la frecuencia y el tamaño de los errores.

Realizar una comprobación en retrospectiva en un modelo de VaR trata de verificar la precisión del valor obtenido. Es una forma de verificar que la metodología utilizada pronostique de una forma adecuada el número de veces que será excedido el VaR. Podemos encontrar dos formas de realizar el back testing:

- Back Testing hipotético

Se toma el valor de un portafolio de un día dado y se aplica los cambios históricos de los precios de las variables, lo que genera un mapa histórico de pérdidas y ganancias. El número y porcentaje se obtiene comparando el VaR estimado de cada día para las pérdidas o ganancias del portafolio en el día siguiente.

- Trading Outcome Back Testing

Las pérdidas y ganancias actuales para un área de negocios, para un periodo dado, son comparadas contra el VaR del día siguiente.

### Modelo de Precisión de Calculo del VaR

El número de excepciones, para un periodo de tiempo determinado, es dado para un nivel de confianza (un 95% de confianza). El número de

excepciones cae en un rango de una distribución binomial. La distribución binomial describe la probabilidad de un número específico de excepciones ocurridas en una muestra (número de días de un VaR diario). Se necesita decidir el número de excepciones que se está preparado para aceptar antes de rechazar el modelo de VaR. Para ello se sugiere la prueba del error de tipo I, el cual examina la posibilidad de rechazar un modelo válido basado en número de excepciones. Supongamos que tenemos una muestra de 1000 ocurrencias y se esperan 50 excepciones ( 95% de confianza). Se encuentran 53 excepciones en lugar de las 50 esperadas, entonces se rechaza el modelo: se puede ver que se está cometiendo un error de tipo I. El Comité de Basilea propone un nivel de confianza de 99% ya que dice que con un nivel de confianza de 95% se comete error de tipo I sin embargo es muy difícil para las instituciones cumplir con un nivel de 99%. La dificultad para calcular el VaR con un nivel de confianza de 99% se debe a que los rendimientos de los activos financieros están muy lejos de la distribución normal.

### 2.3.7.3 Límites de Exposición

Para poder tomar en cuenta los límites las instituciones tienen que cuestionarse algunos puntos como:

1. ¿Cuál es la exposición al riesgo que la institución pretende administrar de forma global?
2. ¿Cuál va ser la estructura de límites (actual o futura) de cada unidad de negocio de la institución?

### 3. ¿Qué tipo de riesgos y en qué cuantía van a ser asumidos en cada unidad de negocio?

El VaR proporciona un denominador común para comparar varias clases de activos y puede utilizarse como una guía para establecer límites de posición para las unidades de negocio.<sup>36</sup>

Los límites de VaR pueden controlar el monto de riesgo de mercado que cada unidad de negocio puede tener. La desventaja de utilizar un límite es que es expost. Ej Se tienen 200 dls para distribuir en los negocios pero debe haber un límite para ver hasta cuánto se está dispuesto a perder. Si invierto 100 estoy dispuesto a perder 20, sin embargo se puede perder más de los 20 y se tiene que dejar el negocio.

Otra forma de establecer límites es con un stop-loss que es un mecanismo de salida de paro automático, ya que está en tiempo real, es decir intradía. Pero también existe un inconveniente ya que es muy costoso por el tiempo que se necesita para hacer la evaluación.

También los límites pueden establecerse con pruebas de stress que son generalmente usadas para las opciones.

#### 2.3.7 Medidas de desempeño ajustadas por riesgo

---

<sup>36</sup> JORION, Philippe. "Valor en Riesgo". México 1997. Ed. Limusa, pp 328.

El desempeño de los portafolios es un aspecto primordial en la administración de riesgos. En un principio este desempeño estaba basado únicamente en los rendimientos, sin embargo ahora es importante incorporar el riesgo. Se pueden mencionar los siguientes modelos:

- Indicador de Sharpe.

$$\text{Sharpe} = \frac{R_p - r_f}{\sigma_p}$$

$R_p$  = rendimiento del portafolio

$r_f$  = tasa libre de riesgo

$\sigma_p$  = volatilidad del rendimiento del portafolio

- Indicador de Treynor.<sup>37</sup>

$$\text{Treynor} = \frac{R_p - r_f}{\beta_p}$$

donde :

$R_p$  = rendimiento del portafolio

$r_f$  = tasa libre de riesgo

$\beta_p$  = relación del rendimiento del portafolio en relación con mercado

- Rendimiento sobre capital en riesgo (RAROC por sus siglas en inglés Risk Adjusted Return on Capital).

---

<sup>37</sup> A mediados de los años sesenta, tres economistas: William Sharpe, John Linter y Jack Treynor dieron una respuesta a como es la prima esperada de riesgo cuando Beta

$$RAROC = \frac{UN - E(P)}{CaR}$$

donde:

*UN* = utilidad neta

*E(P)* = pérdida esperada por riesgo de crédito

*CaR* = capital en riesgo que es igual al VaR más pérdidas inesperadas de crédito más riesgo operacional

### 2.3.9 Problemas con la Medición del VaR

El Valor en Riesgo no debe ser utilizado como la única herramienta para la administración de riesgos ya que se enfrenta a varias limitaciones. El VaR es impotente a los riesgos estratégicos, aquellos que resultan de movimientos adversos del entorno económico y políticos. Los modelos de VaR basados en datos históricos no capturan las pérdidas potenciales.<sup>38</sup> Como se ha mencionado, el VaR se debe complementar con pruebas de stress y con evaluaciones del entorno económico y político en los mercados financieros. Es evidente que los supuestos con los que se trabaja el VaR no son del todo bien utilizados debido a que el supuesto de normalidad puede causar serios problemas ya que no todas las posiciones tienen una distribución normal. Adicionalmente el VaR no establece que hacer con el problema de kurtosis<sup>39</sup>.

---

no es 0 ni 1. Su modelo es el llamado modelo de equilibrio de activos financieros (MEAF).

<sup>38</sup> IBID pag 330.

<sup>39</sup> Es el tercer momento de la distribución y se refiere al grado de aplanamiento de la misma

### 2.3.10 Monitoreo y Control de Riesgos

En Junio de 1996 El Comité de Basilea incorporo a los Acuerdos de 1988. los riesgos de mercado. especificando los requerimientos mínimos de capital para cubrir los riesgos de mercado. Estos acuerdos forman parte de los estándares internacionales de regulación bancaria.

En 1993 la propuesta para la regulación de los riesgos de mercado se dividieron en cuatro categorías:

1. Riesgo de tasa de interés
2. Riesgo de tipo de cambio
3. Riesgo accionario
4. Riesgo de commodities

La propuesta también decía que los bancos debían dividir sus actividades en bancarias y en de negocios.

Los requerimientos cuantitativos para el cálculo del VaR son:

- Intervalo de confianza de 99%
- Un periodo de 10 días
- Un periodo de observación de por lo menos un año
- Un factor multiplicativo de 3

### Capítulo 3 CASO PRÁCTICO BANCOMEXT

Bancomext es el instrumento del Gobierno Mexicano que se encarga de incrementar la competitividad de las empresas mexicanas, primordialmente las pequeñas y medianas, vinculadas directa e indirectamente con la exportación y/o la sustitución eficiente de importaciones, otorgando un apoyo integral a través de servicios de calidad en capacitación, información, asesoría, coordinación de proyectos y financiamiento.

Como entidad financiera el Banco de Comercio Exterior (BANCOMEXT) tuvo la necesidad de instrumentar un sistema de administración de riesgos y así mantener su solidez financiera.

Como banca de desarrollo tiene como objetivo incrementar su capacidad de apoyo a las empresas mexicanas para que estas tengan los elementos necesarios para enfrentar la competitividad internacional. Es evidente que tanto para BANCOMEXT como para otras entidades financieras la administración de riesgos es parte fundamental de la estrategia y del proceso de toma de decisiones de éstas y así contribuir a la creación de valor en todos sus niveles, los cuales para BANCOMEXT son sus clientes, gobierno federal, organismos reguladores, agencias calificadoras, personal, etc.

La administración de riesgos en BANCOMEXT consiste en:

- Fijación de criterios de aceptación de riesgos para cada línea de negocio y a nivel global, de acuerdo con los objetivos de rentabilidad.
- Análisis y evaluación de los riesgos existentes para cada línea de negocio y a nivel global.
- Toma de decisiones acerca de nuevas operaciones, de acuerdo con los criterios de riesgo-rentabilidad.
- Evaluación de los resultados obtenidos, ajustados por el riesgo derivado de las operaciones.
- Implantación de los medios necesarios para la realización de las actividades señaladas:
  - Estructura organizacional
  - Políticas y procedimientos
  - Sistemas de información
  - Metodologías y criterios de medición de riesgos
  - Establecimiento de límites de riesgo, por línea de negocio y global
  - Controles
  - Revelación de la información

El objetivo general de BANCOMEXT para la administración de riesgos es instrumentar un sistema que comprenda metodologías, políticas y procedimientos que permita identificar, medir, monitorear, limitar, controlar, informar y divulgar los distintos tipos de riesgo (cuantificables y no cuantificables) a los que está expuesto el Banco, de manera global, consolidada y por línea y unidad de negocio.<sup>40</sup>

### 3.1 Riesgos a los que se enfrenta BANCOMEXT

- ❖ Riesgo de Crédito
  - De cartera
  - De contraparte
  - Sectorial
- ❖ Riesgo de Liquidez y Balance
- ❖ Riesgo Operativo
- ❖ Riesgo Legal
- ❖ Riesgo de Mercado

BANCOMEXT también cuenta con una estructura organizacional para la administración integral de riesgos, entre los que se encuentra:

- Consejo Directivo: tiene la responsabilidad de establecer los objetivos sobre la exposición al riesgo, así como de aprobar las políticas y procedimientos para la administración de riesgos.

---

<sup>40</sup> Plan Estratégico BANCOMEXT, 2001. Dirección de Administración Integral de Riesgos.

- **Comité de Riesgos:** tiene como facultades la aprobación y revisión de las metodologías para la identificación, medición, monitoreo, control e información de los distintos tipos de riesgos: los modelos, parámetros y escenarios así como los nuevos programas, operaciones, productos y servicios que impliquen un riesgo.
  
- **Dirección General**
  
- **Unidad de Administración de Riesgos:** recae en la Coordinación General y a su vez en la Dirección Ejecutiva de Administración de Riesgos quienes son independientes de las áreas de negocios y operación del Banco. Esta Dirección es la responsable de identificar, medir, monitorear e informar los distintos tipos de riesgo a los que se expone la Institución.
  
- **Área de Seguimiento y Evaluación:** recae en la Dirección de Seguimiento y Gestión Interna, que evalúa, analiza y da seguimiento al desarrollo y evolución de los procesos relevantes del Banco así como a la ejecución de las operaciones particularmente crediticias.
  
- **Consultor Externo:** se encarga de la evaluación de la administración de riesgos de acuerdo con los lineamientos

establecidos por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

## RIESGO CRÉDITO

El riesgo de crédito para esta entidad proviene del crédito otorgado en primer piso al sector privado, a intermediarios financieros no bancarios y a bancos. El área encargada de la administración de este tipo de riesgo es la Gerencia de Riesgos de Crédito quien estima el valor en riesgo de la cartera, analiza y da seguimiento a su concentración por sector económico, por empresas acreditadas y por monto de responsabilidades.

La concentración por sector económico se mide con la participación del saldo de la cartera para 28 sectores de actividad económica con respecto al saldo de la cartera total. Para cada sector se analiza: el riesgo asociado a cada actividad económica con base a una calificación de riesgo sectorial, el índice de cartera vencida por sector y un índice de deterioro de la calidad de la cartera de cada sector.

La concentración por monto se mide a partir de once rangos de agrupación de acuerdo con el saldo de adeudo. La concentración por acreditado se mide a través del coeficiente de Gini.

Para el riesgo de contraparte en operaciones con instrumentos financieros, se identificaron y midieron los riesgos con operaciones de forwards

peso/dólar con clientes. Se tienen establecidos límites de posición para las operaciones de inversión de la Tesorería con la banca comercial nacional y extranjera, en relación con el riesgo emisor.

### **Metodología Para la Medición De Riesgo Crédito**

Para la medición del riesgo crédito se utiliza una matriz de transición con la que se obtiene una distribución de pérdidas y ganancias por el cambio esperado en la calidad de la cartera y asignar una probabilidad a distintos niveles de pérdidas potenciales. La distribución de pérdidas y ganancias se obtiene mediante la generación de un número suficientemente grande de escenarios aleatorios de deterioro en la calidad de la cartera acordes con las probabilidades estimadas de la matriz de transición. Con la distribución de pérdidas y ganancias se estima el valor en riesgo para nivel de confianza dada. También se puede obtener la esperanza matemática de la pérdida o pérdida potencial promedio, la cual se considera como un estimador de los requerimientos de reservas que se darán de un periodo a otro.

### **Reportes de Riesgo Crédito**

- Reporte de crédito de la cartera
- Riesgo de contraparte
- Análisis de Sensibilidad
- Prueba bajo condiciones extremas (stress testing)
- Prueba de desempeño de la matriz de transición (backtesting)
- Incumplimiento de límites

### **Riesgo Sectorial**

Por el carácter de banca de desarrollo, BANCOMEXT tiene como objetivo dar ayuda a las empresas mexicanas, es por ello que la administración de riesgo sectorial se ha vuelto una prioridad en esta Institución. La metodología que se aplica califica a los sectores con base en factores de riesgo, los cuales se obtienen a partir del comportamiento de cinco indicadores económicos y financieros para cada sector y la volatilidad de tres de ellos. Un sector es considerado de mayor riesgo en la medida en que presenta un desempeño inferior al de la economía en su conjunto. De esta manera se obtienen calificaciones de riesgo relativo a cada sector, donde la economía representa el promedio.

### **RIESGO DE LIQUIDEZ**

Para la medición de los riesgos de liquidez BANCOMEXT cuenta con un sistema denominado ALMIS (Asset and Liability Management Information System). Con en este sistema se estima las brechas por reprecio, brechas por vencimiento, margen financiero diario, flujo de caja. También se llevan a cabo simulaciones y ejercicios de sensibilidad del valor de mercado del balance y del margen financiero, ante variaciones en la tasa de interés. Para identificar los riesgos de liquidez se analiza la composición de los activos y los pasivos del Banco en cuanto a su perfil de vencimientos, flujos de ingresos y egresos que generan y su grado de liquidez, bursatilidad y estabilidad.

La medición del riesgo de liquidez consiste en determinar los activos netos líquidos, definidos como la diferencia entre los activos líquidos y los pasivos volátiles. Apartir de las brechas de vencimiento y de los flujos de efectivo, se determinarán puntos críticos de requerimientos netos de recursos. Las brechas de vencimiento y flujos de efectivo se estimarán para diversos escenarios, considerando planes de negocio, evolución en las tasas de interés, opcionalidad de los activos y pasivos y condiciones de estrés en los mercados financieros.

### Reportes de Riesgo de Liquidez

- Reporte de brechas de vencimientos (Gap's) periódicos y residuales
- Reportes de brechas de flujo de efectivo (Cash Flow) por divisa
- Pruebas bajo condiciones extremas (stress testing)
- Riesgo de Liquidez del Mercado
- Diversificación de Fuentes de Fondeo
- Perfil de riesgo de la estructura del balance
- Plan de contingencia

### RIESGO LEGAL

El objetivo principal de BANCOMEXT para la administración del riesgo legal es el control del riesgo que resulta de la falta de incumplimiento de disposiciones y regulaciones de las autoridades financieras y

ESTA TESIS NO SALI  
DE LA BIBLIOTECA

administrativas, incluyendo la aplicación de sanciones, así como de pérdidas derivadas de resoluciones judiciales y administrativas desfavorables sobre convenios o contratos de las operaciones financieras del Banco.

Para identificar este tipo de riesgo BANCOMENT realiza consultas con las áreas que están involucradas en la operación sustantiva del Banco, con autoridades externas, se realiza una revisión de los manuales y reglas de operación.

Para llevar a cabo la medición del riesgo legal BANCOMENT tiene una base de datos con el monto y número de sanciones impuestas en los últimos años, con el monto y número total de operaciones sujetas a la normatividad que haya dado lugar a sanciones: a las resoluciones judiciales o administrativas desfavorables, se calcula las frecuencias relativas de la imposición de sanciones y de las resoluciones judiciales desfavorables, se construye un histograma de frecuencias para obtener una función de probabilidad que permita estimar la probabilidad de que se emitan resoluciones judiciales, incluyendo los litigios y los procedimientos administrativos. También se estimará la incidencia anual e histórica de las sanciones, sentencias o litigios y proyectar las probabilidades de incidencia.

## **RIESGO OPERATIVO**

Para la identificación de los riesgos operativos BANCOMEXT revisa los procesos para realizar las operaciones financieras del Banco. Por lo cual se detectan las posible fuentes de riesgo operativo como: las fallas humanas en el procesamiento de las operaciones financieras, la captación insuficiente del personal que procesa dichas operaciones, falta de manuales de políticas y procedimientos de las operaciones adecuados, falta de sistematización, la falta de definición clara de funciones o de delimitación de funciones, falta de controles para el acceso a los sistemas que manejan información financiera o de medición de riesgo, entre otras cosas.

Para el control del riesgo operativo se debe promover que las áreas de negocios y operación, en conjunto con el área de Sistemas diseñen e instrumenten planes de contingencia cuando se presenten fallas técnicas. Promover programas de revisión periódica de los planes de contingencia y de la realización de pruebas en periodos de actividad normal.

### **3.2 RIESGOS DE MERCADO**

BANCOMEXT tiene una gerencia para la administración de riesgos de mercado, la cual realiza estimaciones del valor en riesgo (VAR) de las siguientes posiciones:

- ❖ Posición propia en moneda nacional.
- ❖ Mesa de dinero en moneda nacional.

- ❖ Posición de futuros en el Chicago Mercantile Exchange (CME) y en el Mexder.
- ❖ Forwards peso/dólar con clientes.
- ❖ Instrumentos de deuda latinoamericana: soberana y corporativa.

Las estimaciones se realizan a través del sistema VaR Global<sup>41</sup> de la siguiente manera:

1. La información estadística se obtiene en línea por medio del vector de precios que proviene de un proveedor de precios.
2. El sistema Var Global utiliza el método paramétrico, basado en la matriz de varianza-covarianza del portafolio. El valor en riesgo se estima con un horizonte de inversión de un día y un nivel de confianza de 90%, considerando los dos extremos de la distribución normal (el VaR se calcula al 5%). Para estimar la volatilidad de los factores de riesgo se utilizan los últimos 90 datos, salvo para el caso de los bonos de deuda soberana, en el cual se usan los últimos 70 datos. El sistema también estima el mark to market de la posición.

---

<sup>41</sup> El sistema VaR Global se instaló en BANCOMEX en 1996 y consta de diversos módulos para estimar el valor en riesgo de diversos instrumentos.

3. La Dirección Ejecutiva de Administración de Riesgos reporta diariamente a la alta Dirección y a la Tesorería el valor en riesgo de las posiciones de mesa de dinero, instrumentos de deuda soberana, futuros, CME y en el Mexder y forwards peso/dólar con clientes. Al Subcomité de Inversión se le informa cada semana de el valor en riesgo de estas posiciones y de la posición propia en moneda nacional. Al Comité de Finanzas se le informa semanalmente el valor en riesgo y la posición de los futuros y forwards peso/dólar con clientes.
4. Los límites de exposición al riesgo son autorizadas por el Subcomité de Inversión.
5. La Dirección Ejecutiva de Administración de Riesgos da seguimiento a las garantías sobre los forwards peso/dólar con clientes y es la encargada de notificar a los centros BANCOMEXT correspondientes cuando dichas garantías son insuficientes como resultado de cambios en el valor de mercado del monto contratado, con el fin de que estos últimos soliciten a los clientes su cobertura.
6. Los ejercicios de sensibilidad (stress testing) se realizan mensualmente, de la posición de mesa de dinero ante cambios en los factores de riesgo. Estos se llevan a cabo incrementando

10. 20 y 30 puntos base en las sobretasas de Bondes, y uno, dos y tres puntos porcentuales en el nivel de tasas de interés.

7. También se realizan pruebas de desempeño (backtesting) para las posiciones de mesa de dinero en pesos, futuros del peso en el CME y del dólar en el Mexder y de los forwards peso/dólar con clientes.

Para la identificación de las líneas de negocio como los instrumentos sujetos a riesgo de mercado, así como los factores de riesgo se realiza lo siguiente:

- Análisis de los estados financieros del Banco.
- Se llevan a cabo reuniones con las áreas de negocio para conocer los programas e instrumentos que pueden generar un riesgo de mercado.
- Análisis de las características de valuación de los productos e instrumentos identificados con apoyo de los manuales de negocio .

## MEDICIÓN DEL RIESGO DE MERCADO

Para la medición del riesgo de mercado se utiliza el sistema VaR Global para lo cual se realiza lo siguiente:

- a) El sistema utiliza el sistema paramétrico para el cálculo del valor en riesgo.
- b) Supone que los cambios porcentuales de los factores de riesgo se distribuyen normalmente.
- c) Para estimar las tasas de interés se utiliza el método de interpolación que se denomina "alambrada".
- d) Se estima diariamente la plusvalía/minusvalía del portafolio.
- e) Se realizan pruebas de backtesting.

El VaR se calcula por el método de Markowitz son los siguientes supuestos:

- A 90 días
- Nivel de confianza de 5% (1.6448)
- Media cero
- Desviación estándar exponencial

## FACTORES DE RIESGO

- Tasa de interés:      Cetes 28 días  
                                  Cetes 90 días  
                                  Libor

Libor

Tasa prima

- Tipo de cambio: Pesos/dólar
- Precio de bonos y acciones

## **CONTROL DE LOS RIESGOS DE MERCADO**

Para el control del riesgo de mercado se lleva a cabo el establecimiento de límites, políticas y procedimientos.

Límites de exposición al riesgo:

Para el establecimiento de límites de exposición al riesgo se considera lo siguiente:

- La suficiencia de capital del Banco.
- El nivel de riesgo que implican las operaciones de negocios.
- El plan de negocio del Banco.
- El volumen de las operaciones de negocios.

Las políticas y los procedimientos para el control del riesgo de mercado deben incluir los mecanismos de contingencia ante cambios significativos en los factores de riesgo, las medidas que deberán adoptarse en caso de que se rebasen los límites establecidos, los criterios para la revisión de los límites y la elaboración y entrega de reportes periódicos.

## REPORTES DE RIESGOS DE MERCADO

- Reporte de valor en riesgo.- Se genera diariamente y se entrega al Director General, Coordinador General, Director General Adjunto de Finanzas, Director Ejecutivo de Tesorería y Mercados Financieros y al Director Ejecutivo de Administración de Riesgos. Semanalmente se presenta al Subcomité de Inversión y mensualmente al Comité de Riesgos. El reporte contiene los instrumentos que conforman la posición, el monto de las posiciones por instrumento, el plazo ponderado, fechas de vencimiento, el valor de mercado de la posición, la plusvalía/minusvalía de la posición, el valor en riesgo y los límites.
- Análisis de Sensibilidad.- Se genera mensualmente y se presenta al Comité de Riesgos y al Subcomité de Inversión. Contiene los instrumentos que conforman la posición analizada, monto de las posiciones por instrumento, valor de mercado de la posición analizada, el valor en riesgo, el valor de mercado de la posición ante distintos escenarios de variación en los factores de riesgo y el valor en riesgo de la posición ante distintos escenarios de variación en los factores de riesgo.

- Prueba bajo condiciones extremas (stress testing).- Es trimestral y se presenta al Comité de Riesgos y al Subcomité de Inversión. Contiene los instrumentos que conforman la posición para la cual se realice la prueba, el monto de las posiciones por instrumento, valor de mercado de la posición para la cual se realice la prueba, el valor en riesgo, el valor de mercado y el valor en riesgo de la posición bajo las condiciones extremas que se definan.
- Prueba de desempeño de los modelos de valor en riesgo (backtesting).- Se lleva a cabo anualmente y contiene una comparación de las estimaciones de valor en riesgo contra los resultados efectivamente observados para el mismo periodo de medición.

### **3.2 Ejemplo de un Portafolio de Inversión (BANCOMEXT)**

#### **3.2.1 Instrumentos Financieros**

El portafolio está compuesto por los siguientes instrumentos:

- BONDES 28
- PAPEL BANCARIO
- BONOS IPAB
- CETES

Los BONDES (Bonos de Desarrollo) son emitidos por el Gobierno Federal, sus características son las siguientes:

- ❖ Valor Nominal 100 pesos
- ❖ Plazo. Su vencimiento mínimo es de uno a dos años sin embargo hay de 28 y 91 días
- ❖ Rendimiento. Se colocan en el mercado a descuento, con un rendimiento pagable cada 28 días (CETES a 28 días o TIE)

LOS CETES (Certificados de la Tesorería de la Federación) son títulos de crédito al portador en los que se consigna la obligación de su emisor, el Gobierno Federal, de pagar una suma fija de dinero en una fecha predeterminada. Sus características son:

- ❖ Valor nominal 10 pesos, amortizables en una sola exhibición al vencimiento del título
- ❖ Plazo las emisiones suelen ser a 28, 91, 182, 364 días
- ❖ Rendimiento operan a descuento

#### Características de los Bonos IPAB

Emisor/Agente colocador	IPAB/Banxico
Plazo	3 años
Tasa base	Cetes 28
Valor Nomina	\$100.00

Base de Amortización	Valor nominal
Rendimientos	Cetes 28 más Sobretasa
Pago de intereses	Sobre valor nominal cada 28 días

### 3.2.2 Medición del riesgo de mercado del portafolio

En el siguiente apartado se realizará la medición del riesgo de mercado del portafolio. El cálculo se dio por el método de varianza-covarianza.

Factores cuantitativos:

Nivel de confianza 95%

Horizonte de tiempo 1 día

El VaR del portafolio fue de \$18612.93, es decir que la pérdida esperada para un día a un nivel de confianza de 95% es dieciocho mil seiscientos doce pesos.

El cálculo de Valor en Riesgo solo se hizo para la mesa de dinero de BANCOMEXT<sup>42</sup>.

---

<sup>42</sup> Debido a que solo se proporcionaron datos para mesa de dinero.









## CONCLUSIÓN

Los ciclos económicos y financieros han producido grandes desajustes a nivel mundial. Las variables macroeconómicas tienden a fluctuar enormemente y muestran una autocorrelación<sup>43</sup> y una conducta cíclica, lo que parece indicar que las perturbaciones transitorias pueden producir unos efectos persistentes. Comprender estos fenómenos es importante no sólo desde el punto de vista teórico sino también para ofrecer posibles recomendaciones económicas. En particular, estas cuestiones son fundamentales para explicar como la política monetaria y fiscal puede producir efectos reales tanto a corto plazo como a largo plazo.

Las crisis financieras han tenido diversas causas, los pánicos bancarios muchas veces han acentuado éstas, como la reciente crisis que se vive en Argentina que llevo a las autoridades a tomar la decisión de implantar el *corralito*<sup>44</sup>, lo que condujo en una falta de credibilidad en el sistema financiero argentino. Es evidente que en la actualidad el sistema financiero y la economía real están muy ligados, es por ello que se deben tomar en cuenta los riesgos financieros.

La administración de riesgos se ha vuelto una de las principales actividades de los bancos, así como de otros intermediarios financieros, como casas de bolsa, consultoras financieras, banca de desarrollo, etc. La administración de riesgos implica diferentes áreas de la entidad las cuales tienen una tarea

---

<sup>43</sup> Es la correlación o dependencia interna entre las observaciones temporales

específica. El área encargada de la medición de riesgos debe ser independiente de las otras, y esta debe aplicar los modelos apropiados para cada riesgo. Uno de los riesgos que es relevante para las entidades es el que se refiere a los cambios en las variables financieras como la tasa de interés, el tipo de cambio, entre otras, (riesgos de mercado).

El riesgo de mercado ha tomado gran importancia en las entidades financieras: los organismos encargados de supervisarlas han inducido ha que se desarrollen las metodologías apropiadas para cada institución. BANCOMEX ha desarrollado sus propias metodologías tanto para el riesgo de mercado como para otros riesgos financieros.

El tener una medida sencilla para el riesgo facilita la administración de riesgos, lo que se trato de realizar en este trabajo fue mostrar la importancia que tiene en general la administración de riesgos y el VaR. El valor en riesgo se empezó ha desarrollar debido a los grandes desastres financieros y se ha convertido en una técnica de administración de riesgo muy popular, una de las fuerzas que empujado esto es el hecho que J.P. Morgan ha puesto en Internet su metodología para la medición de riesgos en este caso el VaR. Existen básicamente como se mostró en este trabajo dos formas generales de construir el valor en riesgo, los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los primeros se relacionan con la distribución normal. Los no paramétricos no tienen una distribución en particular.

---

<sup>44</sup> Expresión que se refiere a que los ahorradores no pueden retirar su depósitos de los bancos.

Sin embargo como quedó de manifiesto en el presente trabajo la implementación del VaR no es suficiente para tener una eficiente administración de riesgos, es por ello que se debe hacer uso de otras herramientas como las pruebas de estrés, las pruebas de respaldo y la implementación de los límites por unidad de negocio y por instrumento. Incluso algunas instituciones desarrollan metodologías para las medidas de desempeño ajustadas por riesgo, en el caso de BANCOMENT se evalúa el RAROC. Un caso que se puede exponer para ver que el VaR no es suficiente para la administración de riesgos es la devaluación del peso mexicano en 1994, ya que un método convencional de VaR no hubiera sido suficiente para anticipar el colapso del peso. El punto importante es que se deben realizar mejores pronósticos de volatilidad y esto se puede hacer con pruebas de estrés.

Es importante tomar en cuenta que la administración de riesgos no sólo implica la medición de éste último. Se debe ver que hay aspectos fundamentales como la estructura organizacional que debe llevar a cabo estas tareas. Para analizar esto es importante revisar algunos casos de desastres financieros como el de Barings, donde no se estableció claramente la separación de funciones. Estos aspectos están contenidos en nuestro país en las circulares que la Comisión Nacional Bancaria y de Valores ha emitido en cuestión de administración de riesgos

Podemos concluir en el presente trabajo que el VaR es una forma muy sencilla y útil para medir el riesgo de mercado y que se debe tomar en cuenta varios aspectos para implementar la metodología apropiada. Pero al

mismo tiempo. se debe tomar en cuenta que el VaR necesita de otros elementos para llevar a cabo una eficiente administración de riesgos.

## Anexo Conceptos Estadísticos

### CONCEPTOS DE PROBABILIDAD

**Probabilidad-** Es un mecanismo por el cual pueden estudiarse sucesos aleatorios, cuando éstos se comparan con los fenómenos determinísticos.

**Distribución de probabilidad -** Describe el número de veces que puede ocurrir un evento.

**Función de distribución-** Es una función que asigna probabilidades a cada valor de una variable.

**Variable Continua-** Se dice que una variable aleatoria X es continua si sus valores consisten en uno o más intervalos de la recta de los números reales.

**Variable Discreta-** Se dice que una variable X es discreta si el número de valores que puede tomar es contable, y éstos pueden arreglarse en una secuencia que corresponde con los enteros positivos.

**Media o valor esperado-** Es la suma ponderada de todos valores posibles ( $\mu$ ).

$$E(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i \quad \text{variable discreta}$$

$$E(x) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx \quad \text{variable continua}$$

Varianza-. Es la suma ponderada de las desviaciones respecto de la media ( $\sigma^2$ )

$$V(x) = \sum_{i=1}^n p_i [x_i - E(x)]^2 \quad \text{variable discreta}$$

$$V(x) = \int_{-\infty}^{\infty} [x - E(x)]^2 f(x)dx \quad \text{variable continua}$$

Desviación estándar-. Se define como la raíz cuadrada de la varianza ( $\sigma$ )

$$DS(x) = \sigma$$

Distribución Normal-. Es la de mayor uso para distribuciones continuas de probabilidad. La apariencia gráfica de la distribución normal es una curva simétrica con forma de campana. Su función de densidad de probabilidad está dada por:

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)^2\right]$$

## Propiedades de los valores esperados para variables continuas:

1. El valor esperado de una constante es el valor de la constante
2. El valor esperado de  $aX + b$ , donde  $a$  y  $b$  son constantes es el producto de  $a$  por el valor esperado de  $x$  más  $b$ .
3. El valor esperado de la suma de dos funciones  $g(x)$  y  $f(x)$  de  $X$  es la suma de valores esperados de  $g(x)$  y  $f(x)$ .

### Estimadores Muestrales

Primer momento o media  $\mu = E(x)$  se estima por la media muestral

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

La varianza o segundo momento  $\sigma^2 = E(x - \mu)^2$  se estima por la varianza

$$\text{muestral } \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{\mu})^2$$

$$\text{Varianza}(aX + b) = a^2 \text{Varianza}(X)$$

$$\text{Tercer momento es el sesgo } \hat{\gamma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{\mu})^3 / \hat{\sigma}^{3/2}$$

Cuarto momento es la kurtosis la cual nos dice el grado de aplanamiento de la distribución

$$\delta^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T (x_i - \mu)^4 / \sigma^4$$

### Distribución Normal Estandarizada

Se define una variable aleatoria estandarizada como aquella que tiene media cero y desviación estándar uno.

$$\varepsilon \sim N(0,1)$$

### Propiedades de las esperanzas

1. El valor esperado de una constante es el valor de la constante.

$$E(c) = \int_{-\infty}^{\infty} cf(x)dx = c$$

2. El valor esperado de la cantidad  $aX+B$ , en donde  $a$  y  $b$  son constantes, es el producto de  $a$  por el valor esperado de  $x$  más  $b$ .

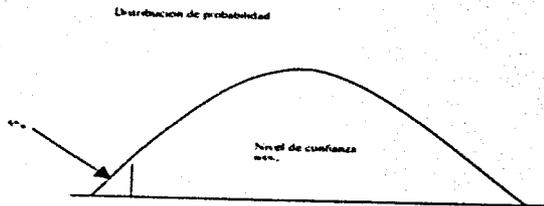
$$E(aX + b) = \int_{-\infty}^{\infty} (ax + b)f(x)dx = aE(X) + b$$

3. El valor esperado de la suma de dos funciones  $g(x)$  y  $h(x)$  de  $x$  es la suma de los valores esperados de  $g(x)$  y  $h(x)$ .

$$E[g(X) + h(X)] = \int_{-\infty}^{\infty} [g(x) + h(x)] f(x) dx = E[g(X)] + E[h(X)]$$

Adicionalmente tenemos que:

$V(X_1 + X_2) = V(X_1) + V(X_2) + 2Cov(X_1, X_2)$  para el caso de que las variables sean independientes entonces  $Cov(X_1, X_2) = 0$



## BIBLIOGRAFÍA

ARROYO, Alejandro. *Riesgos en los Portafolios de Inversión*. TESIS Lic. en Actuaría. Facultad de Ciencias UNAM 1998.

Basilea Comité de Supervisión Bancaria. *Propuesta para Riesgos de Mercado* 1996.

BEST, Phillippe W. *Implementing Value at Risk*. Wiley Series in Financial Engineering. Abril 1997. pp 120-135.

CABEDO, David. Ismael Moya. El Valor en Riesgo en el Ámbito de la Supervisión Bancaria. *Revista Comercio Exterior*. pp 511-521 México 2000.

CANAVOS, George. *Probabilidad y Estadística : Aplicaciones y Métodos*. Mc Graw Hill. México 1988. 649 pp

CANALS, Jordi. *La Nueva Economía Global*. Ediciones Deusto. S.A. Bilbao Septiembre 1993. pp 45-60

DAVIS, Phillippe. *Debt Financial Fragility and Systemic Risk*. Clarendon Press. Universidad de Oxford Nueva York 1995. 450 pp

DÓHERTY, Neil A. *Integrated Risk Management Techniques and Strategies for Managing Corporate Risk*. Wiley Series in Financial Engineering. Marzo 1995. 241 pp.

DOWD, Kevin. *Beyond Value at Risk*. The New Series of Risk Management. EUA 1998. pp 250.

HULL, John. *Risk Management and Analysis: Measuring and Modeling Financial Risk*. Carol Alexander Editores. Wiley Series in Financial Engineering. EUA 1999. 410 pp.

JACKSON, Patricia, David Maude. *Bank Capital and Value at Risk*. Journal of Derivatives. EUA 1997. pp 250.

JORION, Phillipe. *Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Derivatives Risk*. Irwin Professional. 1996. pp 343.

JORION, Phillipe. *Measuring the Risk in Value at Risk*. Financial Analysts Journal. Noviembre 1996.

JORION, Phillipe. *In Defense of VaR, Derivatives Strategy*. Abril 1997.

LAWRENCE, David . *Measuring and Managing Derivative Market Risk*.

LEVI, Maurice D. *Finanzas Internacionales*. Mc Graw Hill México 1997.

MANSEL C. Catherine. *Las Nuevas Finanzas en México*. Editorial Milenio. México octubre 1992. pp 225-247.

SATYAJIT Das. *Risk Management and Financial Derivatives*.

SOLER. José A. Kim B. Staking. Alfonso Ayuso Calle. *Gestión de Riesgos Financieros: Un enfoque práctico para países latinoamericanos*. BID y Grupo Santander. Washington 1999.

Wunnirke. Diane. *Corporate Financial Risk Management: Practical Techniques of Financial Engineering*. John Wiley and Sons, Inc. EUA 1992. pp 355.