



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO EN INSTRUMENTOS FINANCIEROS
DEL MERCADO DE DEUDA EN MEXICO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADA EN ECONOMIA

PRESENTA:

ANA SOFÍA ZEPEDA ORTEGA

ASESOR: LIC. JOSÉ ALFREDO AGUILAR SÁNCHEZ

JULIO DE 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A TI PAPÁ TE DEDICO ESTE TRABAJO POR QUE SIEMPRE HAS ESTADO EN CADA
MOMENTO DE MI VIDA,
ME ENSEÑASTE LA SENCILLEZ PARA VER EL MUNDO,
CON TU TERNURA Y CARIÑO ALEJASTE DE MI CUALQUIER PENA
CON TU ENTREGA ME ENSEÑASTE A AMAR.
TE GUARDO EN MI CORAZÓN
TE LLEVO EN MIS PENSAMIENTOS
ERES EL TESORO ETERNO MÁS VALIOSO QUE DIOS PUDO DARME.

A TI MAMÁ POR QUE CON TU ESFUERZO DIARIO
SUPISTE GUIARNOS A TODOS,
POR TU ENTREGA, TUS GANAS
HE LLEGADO A DONDE AHORA ME ENCUENTRO
NO PUEDO DESCRIBIR TODA LA ADMIRACIÓN Y EL AMOR QUE TE TENGO
TE DESEO QUE SEAS MUY FELIZ,
ERES UNA MUJER CON MUCHAS METAS Y OBJETIVOS
Y LE PIDO A DIOS QUE TE ILUMINE PARA QUE LOGRES TODO LO QUE TE HAS PROPUESTO.

A TI SERGIO, ISIDRO, GLORIA Y LUZ POR SU EJEMPLO,
AL SER CONSTANTES Y ENTUSIASTAS EN CADA PASO QUE DAN
POR SU CARIÑO Y APOYO QUE ME BRINDAN
SÉ QUE AHORA TENEMOS DIFERENTES CAMINOS
PERO NUNCA NOS MANTENDREMOS ALEJADOS.

A TI JIMENA POR QUE SIEMPRE HAS SIDO UNA HERMANA MUY DULCE CONMIGO
SÉ QUE ERES UNA NIÑA MUY CAPAZ E INTELIGENTE
PARA LOGRAR TODO LO QUE TE PROPONGAS
NINGÚN OBSTACULO QUE ESTÉ EN TU CAMINO PUEDE DETENERTE.

A TI AURA POR SER MI COMPAÑERA, POR TODO LO QUE HEMOS COMPARTIDO
TE DESEO MUCHA SUERTE Y LO MEJOR
EN LOS PROYECTOS QUE ESTAS EMPRENDIENDO

A TI LUIS, EL AMOR DE MI VIDA
POR QUE LLENAS DE ALEGRÍA Y FELICIDAD TODOS MIS DIAS
POR TU AMOR, TU COMPENSIÓN Y TUS DETALLES
LE DOY GRACIAS A DIOS POR HABERTE ENCONTRADO EN MI CAMINO
JAMÁS SOLTARÉ TU MANO, SIEMPRE ESTARÉ AHÍ
SOY MUY FELIZ POR COMPARTIR ESTE MOMENTO CONTIGO
Y SOY MÁS FELIZ AÚN AL SABER QUE COMPARTIRÉ TODA MI VIDA A TU LADO.

DEDICO ESTE TRABAJO CON MUCHO CARIÑO

A MI ASESOR JOSÉ ALFREDO AGUILAR SÁNCHEZ
POR SUS CONSEJOS, ENSEÑANZAS Y TODA LA PACIENCIA
EN LA REALIZACIÓN DE MI TESIS.

A LA UNAM
POR SUS VALORES QUE TRANSMITE A TODOS LOS QUE EN ELLA SE FORMAN
A LA FES ACATLAN POR QUE EN SUS AULAS
SE CULTIVARON MIS CONOCIMIENTOS,
Y A TODOS MIS PROFESORES

A BANK OF TOKYO MITSUBISHI UFJ (MÉXICO) POR QUE ME HA DADO LA OPORTUNIDAD DE
APLICAR TODO LO QUE APRENDI AL CURSAR LA CARRERA DE ECONOMIA
Y POR QUE ME HA ENSEÑADO CON LA PRÁCTICA.

A MIS AMIGOS DE ECONOMÍA,
POR TODOS LOS MOMENTOS QUE COMPARTIMOS JUNTOS,
ES DIFICIL PODER MENCIONARLOS A TODOS.
A MI AMIGA BRENDA QUE LA QUIERO MUCHO.

EVALUACIÓN DEL RIESGO EN INSTRUMENTOS FINANCIEROS DEL MERCADO DE DEUDA EN MEXICO

INTRODUCCION 1

CAPITULO I DECISIONES CON INCERTIDUMBRE Y RIESGO

1.1	Diferencia entre riesgo e incertidumbre	4
1.2	Tipos de riesgo	5
1.3	Elementos económicos de la Teoría de la Elección	9
1.3.1	Valor esperado	10
1.3.2	Utilidad esperada	14
1.4	Conexiones analíticas rentabilidad-riesgo y utilidad	16
1.5	Actitudes y preferencias por el riesgo	18

CAPITULO II LA ADMINISTRACION DE RIESGOS Y EL VaR

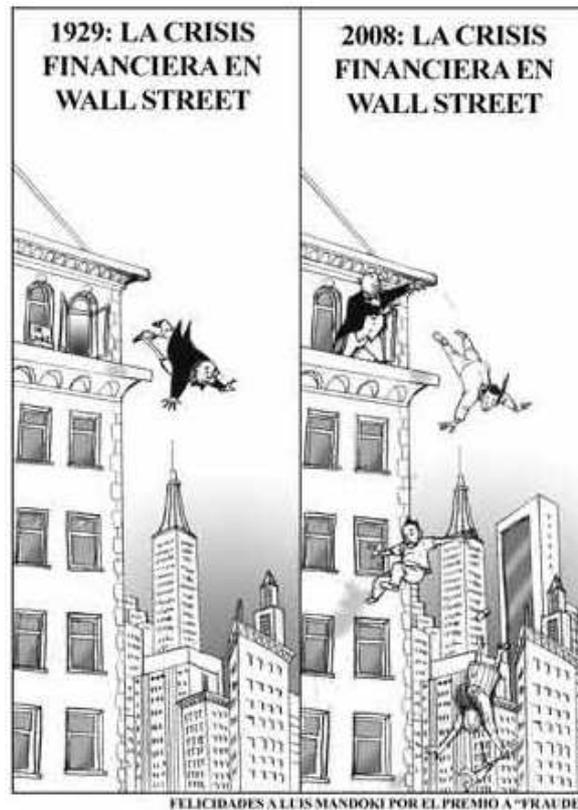
2.1	Aspectos teóricos de la Administración de Riesgos	31
2.1.1	Disposiciones en materia de riesgos de carácter internacional; Acuerdo de Basilea II	34
2.1.2	Regulación prudencial y supervisión financiera en México en materia de administración de riesgos	48
2.2	El proceso de administración de riesgos	57
2.3	Definición de Valor en Riesgo	61
2.4	Fundamentos estadísticos para el cálculo del VaR	63
2.4.1	Distribución normal	63
2.4.2	Intervalos de confianza	66
2.5	Volatilidad	69

CAPITULO III

EL MODELO VaR PARA INSTRUMENTOS DEL MERCADO DE DEUDA EN MEXICO

3.1	Riesgos en el mercado de deuda	71
3.1.1	Definición de riesgos según su origen	72
3.1.2	Valuación de los instrumentos de deuda	83
3.2	Medidas generales de riesgo sobre tasas de interés en bonos	91
3.2.1	Duración	92
3.2.2	Convexidad	94
3.3	Modelando el VaR para cetes a 28 días	96
3.4	CASO EMPIRICO: Aplicación del modelo VaR de mercado en un portafolio de una institución financiera	100
3.4.1	Componentes del riesgo de mercado en la institución	100
3.4.2	Definición del portafolio e identificación de los factores de riesgo por producto	101
3.4.3	Metodología de Cálculo	102
3.4.4	Resultados	104
	CONCLUSIONES	107
	ANEXO 1	111
	ANEXO 2	113
	BIBLIOGRAFÍA	115

EVALUACIÓN DEL RIESGO EN INSTRUMENTOS FINANCIEROS DEL MERCADO DE DEUDA EN MÉXICO



TESIS PROFESIONAL

ANA SOFÍA ZEPEDA ORTEGA
JULIO 2010

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha habido un desarrollo importante en el área de administración de riesgos, principalmente en el ámbito financiero internacional, debido a la proliferación de nuevos instrumentos financieros, así como al incremento de la volatilidad de las variables que afectan el valor o precio de esos instrumentos, tales como tipos de cambio, tasas de interés, etc.

El nuevo orden financiero internacional se ha caracterizado por crisis recurrentes y por cambios en el comportamiento de los sectores privado y público ante la volatilidad y el contagio. Cabe destacar la actual crisis mundial estallada a partir de septiembre de 2008, la cual ha tenido efectos desfavorables sobre las economías, entre ellas la mexicana. La intensificación de la aversión al riesgo y la liquidación de activos por parte de inversionistas del exterior han tenido un efecto adverso sobre los tipos de cambio, las tasas de interés y los índices de las bolsas de valores de varias economías emergentes. El encarecimiento de la liquidez y del capital en los mercados internacionales y las políticas de astringencia crediticia de la banca en el mundo han afectado las condiciones de financiamiento para las empresas y para los hogares mexicanos. El costo de financiamiento para las empresas también se vio afectado por la incertidumbre que despertó la información sobre las pérdidas que sufrieron algunas empresas líderes mexicanas en operaciones con derivados. La reducción en el ritmo de la actividad económica mundial, las pérdidas sufridas por muchas instituciones financieras, principalmente en Estados Unidos, dará lugar a que la recuperación de la economía mundial sea gradual.

Si en los mercados e instituciones financieras no se cuenta con una cultura en administración de riesgos y con una regulación en materia de riesgos que, una vez llevada a cabo por los intermediarios, permitan reflejar con mayor precisión y sensibilidad los riesgos a los que se enfrentan, en el largo plazo los riesgos se convertirán en pérdidas importantes que pueden significar desastres financieros en una economía.

De lo anterior se desprende que los bancos y demás entidades financieras, así como agentes económicos, se hayan visto en la necesidad de implementar políticas y sistemas de administración de riesgos que permitan medir y monitorear efectivamente las pérdidas potenciales de las posiciones en que están involucradas sus operaciones.

Una de las herramientas más importantes en el área de administración de riesgos es el cálculo del Valor en Riesgo (VaR, por sus siglas en inglés Value at Risk), el cual describe la máxima pérdida que puede tener un portafolio en un horizonte de tiempo definido y bajo un cierto nivel de confianza.

En 1994, el Banco Estadounidense J.P Morgan difundió los modelos de Valor en Riesgo como modelo para medir cuantitativamente los riesgos de mercado en instrumentos financieros o portafolios con varios tipos de instrumentos. Después de las primeras publicaciones de la metodología de Valor en Riesgo, se desarrollaron modelos cuantitativos de mayor complejidad orientados a estimar los riesgos a los que también están expuestas las instituciones financieras, como el riesgo de liquidez, de crédito y operacional.

El interés por el uso del Valor en Riesgo también vino de los reguladores bancarios en la búsqueda de un sistema financiero seguro y confiable. Es así como surgieron acuerdos internacionales para establecer requerimientos mínimos de capital y límites a la "toma excesiva de riesgos" que deben de cumplir los bancos, comprendidos en dos acuerdos Basilea I y Basilea II, de los cuales hablaré más adelante de forma detallada. En México también se establecieron disposiciones prudenciales para regular a las instituciones financieras en materia de riesgos, tomando como base los anteriores acuerdos.

Los sistemas financieros contribuyen al crecimiento económico de una nación; el principal componente del sistema financiero son sus activos, es tal su relevancia que de ellos depende el valor del capital y por lo tanto su subsistencia. De tal manera, el cambio en el valor de los activos es reflejo de los movimientos en los precios o condiciones de mercado, lo que pone en riesgo el capital de las instituciones que conforman el sistema financiero. De ahí la importancia del área de estudio de administración de riesgos.

El presente trabajo tiene como objetivo principal identificar los factores de riesgos que se combinan para afectar el precio de un bono en el mercado de deuda y calcular el

riesgo de mercado utilizando la metodología del Valor en Riesgo, así mismo calcular el VaR en un portafolio de una institución financiera y sus efectos sobre el valor del capital de la institución.

En el primer capítulo se exponen las bases teóricas que sustentan las decisiones de inversión en condiciones de riesgo y se analizan los supuestos acerca de las preferencias o las distintas actitudes del inversor por el riesgo que, finalmente, determinarán la realización de una elección de inversión bajo el esquema de la teoría de la utilidad. En este capítulo se presenta también las definiciones de los diferentes tipos de riesgos, poniendo énfasis en los componentes del riesgo de mercado.

En el segundo capítulo se describen algunos desastres financieros para destacar la importancia de la administración de riesgos, poniendo énfasis en la reciente crisis financiera. A partir de este enfoque se hacen algunas consideraciones teóricas sobre la evolución de la administración de riesgos, considerando el marco regulatorio actual mexicano en la materia y las realizadas por el Comité de Basilea, en este punto se explican las características principales de las reglas de capitalización que entraron en vigor en enero de 2008, y en cuyo articulado se han incorporado los lineamientos de Basilea II. Finalmente se expone la metodología del proceso de administración de riesgos y se presenta la definición del Valor en Riesgo y la forma en la cual se valora y se cuantifica por medio de herramientas estadísticas.

En el tercer capítulo del presente trabajo se describen algunos parámetros que permiten esquematizar los riesgos en los que incurre cualquier inversionista al depositar su capital en las diferentes opciones que ofrece el mercado de deuda mexicano, poniendo énfasis en el riesgo por tasa de interés. Posteriormente se realiza el cálculo de Valor en Riesgo para los Cetes a 28 días, exponiéndolos a cambios en la tasa de interés. Así mismo, se aplicará la metodología del VaR en un portafolio de una institución financiera sujeto a cambios en diferentes factores de riesgo (tipos de cambio, tasas de interés), al sujetarlo a estos cambios se pretende observar y medir el efecto de mantener cierto nivel de exposición al riesgo de mercado, con el fin de conocer su impacto en el capital de la institución y de ese modo la institución pueda controlar mejor sus riesgos financieros.

Se finaliza con las conclusiones y recomendaciones respectivas.

CAPITULO I. DECISIONES CON INCERTIDUMBRE Y RIESGO

“Certeza” es definida como aquel caso en el que un sujeto conoce de antemano con exactitud todos los valores de los parámetros que pueden afectar su decisión.

En la vida real nos enfrentamos a problemas de decisión con incertidumbre, ya que, aunque es posible realizar un pronóstico, no hay manera de saber con certeza cuáles serán las consecuencias o los futuros estados de haber tomado dicha decisión. Sin embargo ésta debe de tomarse. En este capítulo utilizaremos la teoría microeconómica de la elección, incluyendo la incertidumbre y el riesgo, lo que nos llevará necesariamente a tomar en cuenta otro elemento: la Teoría de la Utilidad.

1.1 Diferencia entre incertidumbre y riesgo

La palabra riesgo se deriva del latín *risicare*, que significa la acción de adentrarse o transitar por un sendero peligroso. El concepto de riesgo se asocia con peligro, daño, siniestro o pérdida.

El beneficio que se pueda obtener por cualquier decisión o acción que se adopte, debe asociarse necesariamente con el riesgo inherente a dicha decisión o acción. En finanzas, el concepto de riesgo se relaciona con las pérdidas potenciales que se pueden sufrir en un portafolio de inversión y está asociado con la volatilidad de los rendimientos.

Para efectos de este trabajo, el *riesgo* será definido como *la variación de los posibles resultados esperados de una inversión o cartera con respecto de su valor actual, debido a movimientos en los factores de riesgo dentro de un período de tiempo.*

Por lo regular los conceptos de riesgo e incertidumbre son considerados de manera indistinta; sin embargo existe una diferencia muy clara entre incertidumbre y riesgo. Aunque el riesgo proviene de un estado incierto, no es precisamente lo mismo:

Mientras que *la situación de incertidumbre* es el afrontar una decisión que tendrá un resultado entre varias alternativas posibles sin conocer todos los futuros estados que pueden determinar la decisión y sin poder asignar probabilidades a esos estados, *“la situación de riesgo* existe cuando hay experiencia suficiente de decisiones semejantes

para que las probabilidades de los resultados sean mensurables¹, es decir, se tiene conocimiento de todos los futuros estados posibles de la economía que pueden afectar los valores de los parámetros relevantes en la decisión y se está en condiciones de asignar una probabilidad² a la ocurrencia de cada uno de estos estados. La administración de riesgos consiste en medir esas probabilidades.

Mientras que, la incertidumbre es subjetiva y no medible, lo que implica que no se le pueda asignar una probabilidad implicando una distribución de frecuencias desconocida, el riesgo es cuantificable y objetivo, con una probabilidad asignada y con una distribución de frecuencias conocida.

1.2 Tipos de riesgos

En este apartado se definirán los dos niveles en los que se puede descomponer el riesgo de cualquier operación financiera: el *riesgo sistemático* y el *riesgo específico*.

El *riesgo sistémico* es aquel que se deriva de factores económicos externos (inflación, tipo de cambio, tasas de interés) que pueden afectar la rentabilidad esperada de una inversión. El *riesgo específico* es el que se deriva de factores internos que afectan de manera particular a un activo financiero, institución o empresa (liquidez, riesgo de crédito).

Factores de riesgo	Riesgo sistémico	Riesgo específico
Tipo de inflación	Riesgo de inflación	
Tipo de interés	Riesgo de interés	
Tipo de cambio	Riesgo de cambio	
Tipo de interés futuro	Riesgo de reinversión	
Crédito		Riesgo de crédito
Liquidez		Riesgo de liquidez
Operativo		Riesgo operativo
Legal		Riesgo legal

Cuadro 1.1. Factores de riesgo y su naturaleza. (Elaboración propia)

¹ KNIGHT FRANK, *Teoría económica de las decisiones empresariales*. Alianza Universidad, 1998, pág. 60

² La probabilidad de un suceso es un número (real) no menor que cero ni mayor que la unidad y que, dado un conjunto de sucesos de los que uno (y sólo uno) ocurrirá, la suma de las probabilidades de esos sucesos es igual a la unidad. El término “probable” se refiere a un evento cuyo resultado es incierto. Algunos autores se refieren al riesgo mediante la probabilidad como medida de frecuencia de eventos aleatorios y asocian la probabilidad con resultados futuros que miden el grado de incertidumbre.

Debido a que el objetivo de este trabajo consiste en estimar la máxima pérdida probable (VaR) de un bono ante cambios en la tasa de interés de mercado y el de un portafolio de una institución bancaria, **es necesario definir los diferentes riesgos a los que están expuestos las posiciones en estos instrumentos financieros:**

- a) **Riesgo de mercado:** Este tipo de riesgo se deriva de las variaciones en los precios de los activos y pasivos financieros (volatilidades) y se mide a través de los cambios en el valor de las posiciones abiertas. También se puede definir como la posibilidad de que el valor presente neto de un portafolio se mueva adversamente ante cambios en los factores de riesgo que determinan el precio de los instrumentos que componen una cartera de valores.

Componentes del riesgo de mercado

Diferentes factores, dependiendo del instrumento financiero del que se trate, pueden afectar la posición expuesta a este tipo de riesgo, los cuales son:

- *Tasa de interés:* Se refiere al riesgo de que el nivel de las tasas de interés se modifique, es decir si la posición se encuentra distribuida en diferentes plazos, existe el riesgo de cambios en las tasas de interés, por ejemplo un incremento en la tasa de interés de un punto porcentual implicaría una reducción del precio de un bono.³
- *Riesgo de inflación:* Es la variabilidad que se produce en el poder adquisitivo de los flujos monetarios como consecuencia de la variación de los precios. El *efecto inflación-tipo de interés* supone que en toda decisión financiera la inflación hace variar, sustancialmente, la rentabilidad real esperada, lo que implica que la variación de la inflación añade riesgo en la medida que pueda influir en dicha rentabilidad real.⁴ Por ejemplo en el caso de un bono que se decide financiar a través de una operación en reporto⁵ con un premio del reporto en términos nominales, implicaría que mientras el fondeo se realiza en tasa nominal, el instrumento devengará un rendimiento "real" más la revaloración de

³ Este tipo de riesgo será comentando con mayor detalle en el capítulo III.

⁴ De hecho, el equilibrio entre las tasas de interés y la inflación constituye uno de los elementos básicos para el mantenimiento del bienestar económico y la estabilidad de los mercados financieros, necesarios para la rentabilidad de la inversión tanto de familias, empresas, así como de instituciones financieras.

⁵ El reporto es una operación de compra-venta de un instrumento del mercado de dinero (con más frecuencia Cetes) con la garantía de ejecutar la operación inversa a un plazo determinado. Este tipo de operaciones es una fuente importante de liquidez para Bancos y Casas de Bolsa.

las unidades de inversión. Sin embargo, si la revaloración es diferente a la inflación estimada para el periodo de fondeo, el valor de la posición se modificará.

- *Riesgo cambiario:* Es la variabilidad de los resultados como consecuencia de fluctuaciones del tipo de cambio. Es un riesgo sistémico y afecta a todas las decisiones financieras que generan flujos financieros en diferentes monedas. Las principales operaciones que se hallan sometidas a este tipo de riesgo son: exportaciones, importaciones, préstamos al extranjero, préstamos en divisa, inversiones directas en el extranjero, operaciones de compra y venta de divisas.

b) **Riesgo de liquidez:** Es la variabilidad de los resultados financieros debida a la dificultad de la conversión de un activo en dinero líquido en un momento dado. Se presenta bajo dos modalidades, a saber: la primera es la que se refiere a las pérdidas que puede sufrir una institución al requerir una mayor cantidad de recursos para financiar sus activos a un costo posiblemente inaceptable; y la segunda, es la que se refiere a las posibles pérdidas en el valor del portafolio debidas a la necesidad de liquidar instrumentos en condiciones financieras no propicias y a la imposibilidad de transformar en efectivo un activo o portafolios (imposibilidad de vender un activo en el mercado). Este riesgo se presenta cuando hay una baja operatividad del mercado; es decir, cuando únicamente hay vendedores. Por ejemplo, si se extiende el periodo de liquidación de un título de renta fija, como un bono, más allá del horizonte de inversión elegido, existe el riesgo de mantener posiciones perdedoras por un periodo prolongado, adicional al costo de mantener un capital no productivo, o bien, tomar pérdidas al liquidar el instrumento.

c) **Riesgo de reinversión:** Es la variabilidad que se produce en el rendimiento como consecuencia de la reinversión de los flujos que va generando la decisión financiera. Este riesgo se presenta tanto al final de la operación, en el momento que se ha recuperado lo invertido y se ha de recolocar en una nueva operación, como en el transcurso de una operación en la que se van recibiendo flujos periódicos.

- d) **Riesgo de crédito:** Se define como la pérdida potencial producto del incumplimiento de la contraparte en una operación que incluye un compromiso de pago. El *rating* o calificación del riesgo de crédito es un indicador de referencia para lo inversores, ya sean institucionales o particulares, que expresa la mayor o menor capacidad o probabilidad de pago en el tiempo acordado, tanto de los intereses como de la devolución del capital; ayuda a definir el menor o mayor riesgo crediticio que soporta el inversor que ha prestado sus fondos a la entidad que los ha recibido.
- e) **Riesgo legal:** Se refiere a la pérdida que se sufre en caso de que exista incumplimiento de una contraparte y no se pueda exigir, por la vía jurídica, cumplir con los compromisos de pago. Se refiere a operaciones que tengan algún error de interpretación jurídica o alguna omisión en la documentación, contratos mal elaborados; por ejemplo, cuando se dan conflictos ocasionados cuando no se tiene autoridad legal al ejecutarse transacciones y una parte no cumple con lo pactado.
- f) **Riesgo operativo:** Aparece cuando existen grandes pérdidas debido a causas como fallas en los sistemas, procedimientos y políticas, en los modelos o en las personas que manejan dichos sistemas. También se relaciona con pérdidas por fraudes o por falta de capacitación de algún empleado en la organización, violaciones a los ordenamientos regulatorios establecidos por las autoridades encargadas de la supervisión del sistema financiero, que puede conllevar incluso a un *riesgo de reputación* de la institución:
- *Riesgo de reputación:* Es el relativo a las pérdidas que podrían resultar como consecuencia de no concretar oportunidades de negocio atribuibles a un desprestigio de una institución por falta de capacitación de personal, fraude o errores en la ejecución de alguna operación. Si el mercado percibe que la institución comete errores en algún proceso clave de la operación, es lógico que los clientes considerarían eventualmente cambiar de institución.

De los diferentes tipos de riesgo mencionados anteriormente, el riesgo de mercado sobre tasas de interés es el más importante para su análisis en este trabajo.

1.3 Elementos de la teoría de la elección

La **teoría económica de la elección** pretende obtener patrones generales de conducta de la forma en que un sujeto elige entre distintos bienes o satisfactores, de acuerdo con el "ambiente o medio" dentro del cual debe hacer dicha elección.⁶ La aplicación de esta teoría al problema de inversiones o del inversionista es directa, ya que por definición *el problema del inversionista es uno de elección entre alternativas de inversión*. La teoría de la elección a su vez realiza una interacción con la teoría de la utilidad para examinar la elección óptima del inversionista.

El primer paso en la construcción de esta teoría consiste en definir una estructura de preferencias de la cual el sujeto debe hacer la elección, considerando el supuesto de la *racionalidad* del sujeto, *siendo éste consistente en su forma de elegir*.

La estructura de preferencias es derivada de los criterios de selección del inversionista, donde se encuentra confrontado con distintas alternativas y tiene que elegir entre ellas, jerarquizándolas en orden de preferencia, siendo la más alta la que le proporciona la mayor utilidad⁷.

El segundo paso consiste en especificar y caracterizar las alternativas que están al alcance del inversionista. A estas alternativas se les ha llamado conjunto de oportunidades, el cual representa el conjunto de alternativas de inversión que son objeto de la elección. También se le conoce como conjunto factible, ya que como existen restricciones que limitan al inversionista, sólo considera posibilidades de selección factibles para que lleve a cabo la elección. Por ejemplo, en el caso de un inversionista se pueden encontrar restricciones del mercado que le impidan comprar cantidades pequeñas de cierto instrumento (comprar 50 pesos en Certificados de la Tesorería) o también su presupuesto impondrá una restricción a sus posibilidades de elección que deberá respetar, ya que no puede comprar activos sin financiarse de alguna manera.

⁶ MARQUEZ D. JAVIER. *Carteras de inversión. Fundamentos teóricos y modelos de selección óptima*. Limusa, 1996, pág. 71-82.

⁷ El concepto de *utilidad* está representado en la preferencia que una persona o empresa le da a la ocurrencia de ciertos eventos, considerando el que se prefiera como aquél que más le proporciona utilidad.

En un contexto de incertidumbre y riesgo el sujeto no conoce los factores que intervienen en su decisión, ya que las preferencias del individuo son resultados alternativos (los tipos netos de rendimiento alternativos en el caso de una decisión de invertir). Existen apreciaciones subjetivas; es decir juicios y valorizaciones que dependen de gustos, experiencias, estilo, intuición, etc., tratadas formalmente como probabilidades subjetivas, sobre la probabilidad de que se produzca cierto resultado. Además también se debe de considerar el medio o ámbito dentro del cual se debe realizar la elección, debido a que en él operan gran cantidad de fuerzas fuera del control del sujeto que debe hacer la elección (los precios de los distintos activos en los mercados, las variaciones en las tasa de interés y tipo de cambio, sus necesidades de liquidez ya que es imposible predecir con exactitud nuevas oportunidades de inversión más redituables que las existentes un mes antes, etc.).

Una forma de lograr una solución a la decisión en este contexto, es estudiar el valor esperado. El cual contempla la aleatoriedad de los resultados.

1.3.1 Valor esperado

Cuando se habla de valor esperado se quiere decir que se busca el resultado posible de los resultados económicos que son aleatorios.

Supongamos un inversionista que se encuentra en dos períodos de tiempo distintos donde se sitúa para hacer su elección. El inversionista acudió al mercado de dinero con el fin de alcanzar niveles superiores de satisfacción (o utilidad económica), mediante la distribución de su riqueza, ya que le permite intercambiar diferentes flujos monetarios a lo largo del tiempo. Escogerá un activo dependiendo del rendimiento monetario que le proporcione en el futuro. *El **rendimiento** es el beneficio que otorga una inversión financiera expresado en porcentaje del capital invertido y es el cambio en el valor que registra un periodo con respecto a su valor inicial:*

$$R_i = \frac{\Delta \text{Valor}}{\text{Valor}_{\text{inicial}}} = \frac{\text{Valor}_{\text{final}} - \text{Valor}_{\text{inicial}}}{\text{Valor}_{\text{inicial}}} \quad (1.1)$$

Por ejemplo si suponemos que el día de ayer el valor de una inversión financiera fue de 70 mil pesos y hoy registra un valor de 72.5 mil pesos; el rendimiento de un día es de:

$$R_i = \frac{72.5 - 70}{70} = 3.6\%$$

En condiciones de riesgo y de incertidumbre el rendimiento de una inversión es aleatorio, por lo que debemos de considerar el rendimiento esperado.

El valor esperado es el valor de una variable que depende del estado de la naturaleza que ocurre en promedio. El estado de la naturaleza es el resultado de una situación incierta. Un *valor monetario esperado* es simplemente un promedio ponderado de las retribuciones para los posibles resultados, donde los valores relativos son las probabilidades de ocurrencia que se asignan a cada una de las retribuciones posibles⁸.

La probabilidad de un estado de la naturaleza dado nos dice en qué medida podemos esperar que ocurra dicho estado. La probabilidad de un suceso puede tomar cualquier valor entre cero y uno. Si el suceso no puede ocurrir, su probabilidad es cero; si el suceso ocurriera con certeza, su probabilidad es uno.

Supondremos que se puede asignar probabilidades a los distintos rendimientos posibles de cada activo, con lo que las decisiones acerca de las mismas se realizarán en condiciones de riesgo.

Dado que, bajo condiciones de riesgo, los resultados de cada activo no son conocidos con certeza, deben representarse mediante una distribución de probabilidades, que no es más que una lista de todos los resultados posibles junto con sus respectivas probabilidades de ocurrencia. A manera de ejemplo, en el cuadro 1.2 se muestran las distribuciones de probabilidad correspondientes a los rendimientos porcentuales de inversiones realizadas en activos distintos.

⁸ EATON, B. CURTIS, EATON, DIANE F. *Microeconomía. 3ª Edición*. Prentice Hall, 2001, pág. 130

Estado de la economía (t)	Probabilidad	Activo 1 (i=1)	Activo 2 (i = 2)	Activo 3 (i = 3)
Excelente	0.25	90	80	80
Bueno	0.50	75	80	60
Regular	0.20	40	45	50
Malo	0.05	0	-20	10

Cuadro 1.2. Distribución de probabilidad

Podría pensarse que la elección óptima corresponde hacerla en el activo 1, pues es el que puede ofrecer el mayor rendimiento: 90 por cada 100 invertidos. Sin embargo alguien puede argumentar que esto no es lo más conveniente pues un rendimiento de 90 sólo se obtendrá en el caso en que el estado de la economía sea excelente, cosa que ocurrirá en una probabilidad de solamente el 25%, mientras que si invierte en el activo 2 puede obtenerse un rendimiento máximo de 80 pero con un 50% de probabilidad, correspondiente a los casos en que el estado de la economía es excelente o bueno. Un tercer inversor de carácter muy conservador y con aversión a correr riesgos, probablemente elegirá colocar sus fondos en el activo 3, pues en el peor de los casos obtendrá un rendimiento de 10 por cada 100 invertidos.

En resumen, una elección de inversión en condiciones de riesgo deberá tener en cuenta no solamente el rendimiento de la misma, sino también la probabilidad de que ese rendimiento efectivamente se concrete, lo que de alguna manera caracterizará el riesgo de la inversión. Finalmente la decisión óptima dependerá tanto del posible rendimiento de la inversión como de las preferencias del inversor manifestadas en su actitud frente al riesgo que involucran rendimientos inciertos.

Ahora calculemos el rendimiento esperado, para lo cual consideraremos los datos siguientes:

Evento t	Probabilidad	i = 1	i = 2	i = 3
t = 1	p = 1/3	R = 10	R = 10	R = 3
t = 2	p = 1/3	R = 8	R = 17	R = 7
t = 3	p = 1/3	R = 15	R = 6	R = 14

Cuadro 1.3 Rendimiento porcentual

Donde: i = tipo de activo

t = evento

R_{it} = rendimiento porcentual del activo i cuando se produce el evento t

p_{it} = probabilidad que se de el rendimiento R_{it}

Así si una inversión en distintos activos tiene los posibles rendimientos porcentuales que figuran en el cuadro 1.3, entonces el rendimiento promedio esperado del activo 1 es:

$$R_1 = \frac{10 + 8 + 15}{3} = 11$$

Por lo que $p_{12} = 1/3$ es la probabilidad que se dé $R_{12} = 8$, es decir que el activo 1 rinda el 8% al producirse el evento 2. De acuerdo a esto, el cálculo indicado en la operación anterior puede expresarse de la siguiente forma:

$$R_i = \frac{R_{i1} + R_{i2} + R_{i3}}{3} = \frac{1}{3} = \sum_{t=1}^3 R_{it} \quad (1.2)$$

Generalizando, el *rendimiento promedio esperado* de una inversión en un activo i , cuyo rendimiento es aleatorio según que se produzca N eventos todos igualmente probables, puede expresarse mediante la fórmula:

$$R_i = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N R_{it} \quad (1.3)$$

Podemos afirmar que el rendimiento esperado de la inversión en un activo de riesgo no es un promedio simple de los posibles resultados de la operación sino que se define como un promedio ponderado de los mismos, donde las ponderaciones o pesos que se asignan a cada uno de los resultados son las probabilidades de ocurrencia de los mismos. De esta forma se consigue determinar un parámetro que permite establecer el más probable rendimiento de una inversión en condiciones de riesgo, pues en su cálculo se tiene en cuenta no sólo los distintos rendimientos aleatorios posibles, sino también el grado de probabilidad con que pueden presentarse las distintas circunstancias que originarán esos rendimientos.

También observamos que al parecer el valor monetario esperado no parece tomar en cuenta el comportamiento del inversor, sino que es el riesgo mismo quien desempeña un papel en la formación del comportamiento del inversor.

Daniel Bernoulli, propuso la hipótesis de la utilidad esperada para reemplazar la hipótesis del valor monetario esperado. Esta hipótesis toma en cuenta el papel del riesgo en la formación de las decisiones del inversor⁹.

1.3.2 Utilidad esperada

Una posibilidad por la cual un inversor puede no tomar sus decisiones de acuerdo al criterio del máximo valor esperado, es su aversión a correr riesgos.

Bernoulli afirmó que al evaluar los prospectos arriesgados, los individuos comparan no los valores monetarios esperados de las retribuciones, sino las utilidades esperadas de las retribuciones.¹⁰ Esta afirmación se enfoca no sólo en el valor monetario de una recompensa, sino en qué significa ésta para el individuo.

Para explicar estos casos, se ha desarrollado la Teoría de la Utilidad esperada, que sitúa el criterio del máximo valor esperado en un marco más general que lo comprende como un caso particular originado por una actitud de neutralidad hacia el riesgo.

La teoría de la Utilidad se refiere a un conjunto de alternativas entre las que se define una relación de indiferencia y una relación de preferencia, para un individuo que debe tomar una decisión. Se define asimismo una función denominada "función de utilidad", tal que a cada alternativa le hace corresponder un número llamado "utilidad de esa alternativa" y tal que si una alternativa es preferida a otra, entonces la utilidad de la primera es mayor que la de la segunda. En estas condiciones se aceptan un conjunto de supuestos como axiomas¹¹: el axioma de la *comparabilidad*, el cual dice que las alternativas son siempre comparables, es decir que una de ellas es preferida a la otra o bien ambas son indiferentes, para un individuo. En términos de la función de utilidad, lo anterior se expresa:

$$U_{(a)} > U_{(b)} \text{ ó } U_{(b)} > U_{(a)} \text{ ó } U_{(a)} = U_{(b)}$$

⁹ .EATON, B. CURTIS, EATON, DIANE F *Op. Cit.*, pág. 132

¹⁰ *Idem*

¹¹ MARQUEZ D. JAVIER. *Op. Cit.*, pág. 50

La función de este axioma es la de eliminar situaciones en que el sujeto se rehúsa o es incapaz de decidir.

Otro axioma es el referente a la *transitividad* de las relaciones de preferencia e indiferencia:

$$\text{Si } U_{(a)} \geq U_{(b)} \text{ y } U_{(b)} \geq U_{(c)} \text{ entonces } U_{(a)} \geq U_{(c)}$$

Esto quiere decir que el individuo prefiere a (a) sobre (b) y a (b) sobre (c), lo que necesariamente conduce a que prefiere (a) sobre (c). Por lo que el sujeto es consistente en su forma de elegir.

Como consecuencia de estos axiomas, el comportamiento de elección del sujeto tiene implícito un criterio bien definido de decisión, es decir, se comporta como si estuviera maximizando una función de utilidad¹². Esta función asigna a cada activo un valor numérico denominado índice de utilidad. La **función de utilidad** proporciona una herramienta que permite caracterizar su forma de elegir, ya que permite jerarquizar los activos entre los que se debe elegir en orden decreciente de preferencias.

En esas condiciones, el criterio óptimo de decisión ya no es el del máximo valor esperado sino el de la máxima utilidad esperada.

La función de utilidad esperada de Von Neuman-Morgestern¹³, una opción A que puede tener como resultados posibles las n alternativas "A", cada una de ellas con probabilidad p_i ($i = 1, 2, \dots, n$; $\sum_{i=1}^n p_i = 1$), es:

$$E(U)_{(A)} = \sum_{i=1}^n U(A_i) * p_i$$

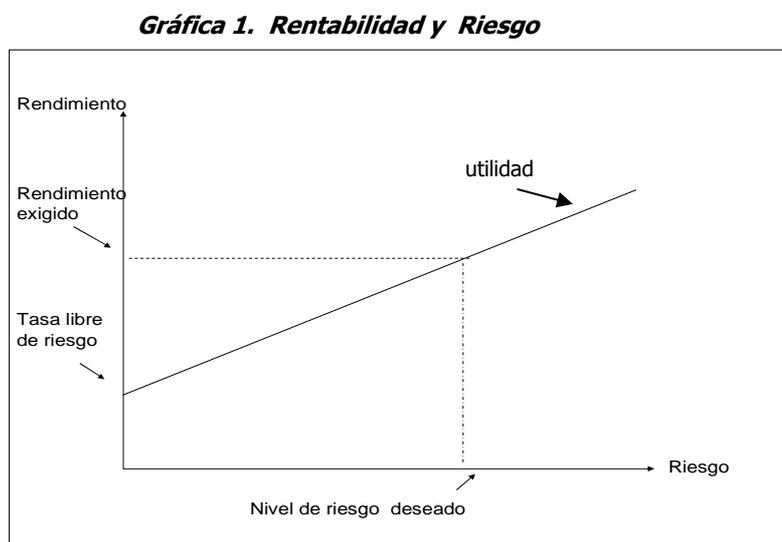
¹² Nótese que la proposición enunciada sólo dice que el sujeto se comporta "como si" tuviera una función de utilidad que busca maximizar, más no necesariamente la conoce, y realiza con ella una serie de cálculos cada vez que se enfrenta a la necesidad de elegir.

¹³ En su libro de *Theory of Games and Economic Behavior*, Jhon Von Neuman y Oscar Morgestern desarrollaron modelos matemáticos para analizar el comportamiento económico de los individuos en condiciones de incertidumbre. Consultesé a Nicholson Walter, *Teoría Microeconómica: principios básicos y ampliaciones*, Cengage Learning Editores, 2ª Edición, 2004.

Esta ecuación nos dice que la utilidad puede expresarse como una suma ponderada de una función de consumo o inversión en cada estado, donde las ponderaciones vienen dadas por las probabilidades p_i .¹⁴

1.4 Conexiones analíticas rentabilidad-riesgo y utilidad

Es importante señalar la necesidad de considerar la función de utilidad de los inversores para determinar la combinación óptima entre rentabilidad-riesgo. En este sentido, se identifican analíticamente estos dos atributos esenciales, de manera que para aceptar niveles mayores de riesgo, cualquier inversor exigirá una rentabilidad esperada superior.



Fuente: **De Lara Haro, Alfonso.** *Medición y control de Riesgos financieros*

Dado que, cuanto mayor es la rentabilidad, permaneciendo el riesgo constante, mayor es la utilidad o satisfacción para el inversor, y cuanto mayor es el riesgo, permaneciendo constante la rentabilidad, menor es la utilidad, el dilema de la compensación de ambos atributos es un problema que se puede resolver desde el enfoque del marco conceptual financiero y desde el enfoque de la teoría de la utilidad en presencia de riesgo.

¹⁴ VARIAN HAL R., *Microeconomía intermedia. Un enfoque actual.* Antoni Bosch, 4ª Edición, pág. 60

Analíticamente, la función de utilidad del inversor quedaría, por tanto, bien definida mediante los atributos de rentabilidad y riesgo. Lo cual lleva al primer postulado relativo a la utilidad o satisfacción para el inversor.¹⁵

Postulado I: La utilidad o satisfacción depende de la rentabilidad y el riesgo

$$U = f(E_p, \sigma_p)$$

Siendo:

E_p : la rentabilidad de la cartera medida por su esperanza matemática.

σ_p : el riesgo de la cartera medido por su desviación típica.

El comportamiento racional del inversor frente a la rentabilidad y al riesgo en relación con la utilidad o satisfacción que le proporciona el resultado de la combinación rentabilidad-riesgo ha llevado a formular nuevos postulados.¹⁶

Postulado II: La utilidad aumenta al aumentar la rentabilidad si el riesgo permanece constante:

$$\frac{\delta U_d}{\delta E_p} > 0$$

Postulado III: La utilidad disminuye al aumentar el riesgo si la rentabilidad permanece constante:

$$\frac{\delta U}{\delta \sigma_p} < 0$$

Expresiones, a partir de las cuales (postulados II y III), se puede representar analíticamente la regla de marco conceptual financiero en el sentido de relación

¹⁵ PABLO, A. DE. "La Teoría de la Utilidad y las Magnitudes Financieras". *Anales del Instituto de Actuarios Españoles*, nº 18, Madrid, 2005, pág. 50

¹⁶ PRIETO PÉREZ, E. *Teoría de la Inversión*. Ed. I.C.E., 1998, pág. 85

positiva entre rentabilidad y riesgo, es decir de prima de rentabilidad al aumentar el riesgo. Lo que nos lleva al postulado número cuatro.

Postulado IV: Prima de rentabilidad positiva al aumentar el riesgo. El aumento del riesgo debe compensarse con un aumento en la rentabilidad.

$$\frac{\delta E_p}{\delta \sigma_p} > 0$$

Este postulado es una consecuencia o inferencia de los dos anteriores.

1.5 Actitudes y preferencias por el riesgo.

Los individuos difieren en sus actitudes hacia la aceptación de riesgos, una forma conveniente de considerar esta variación en las actitudes hacia el riesgo es pensar que las preferencias individuales entran en una de estas tres categorías: *aversión al riesgo, neutralidad al riesgo o propensión al riesgo.*

Expresaremos la utilidad como una función de la riqueza, w , y representaremos la utilidad de un individuo como:

$$u = U(w)$$

Para ver con exactitud lo que representan estas tres actitudes hacia el riesgo, consideremos el prospecto siguiente:

$$(p, 1-p: w_1, w_2)$$

donde p es la probabilidad de obtener el resultado w_1 y $1-p$ es la probabilidad de obtener el resultado w_2 . En esta expresión para los prospectos, la primera probabilidad (p) pertenece al primer resultado (w_1) y la segunda probabilidad ($1-p$) al segundo resultado (w_2). Por conveniencia, supondremos que w_1 es mayor que w_2 .

Para ciertos inversores es preferible un rendimiento promedio bajo pero seguro, a otro alto pero inseguro, es decir con probabilidad de tener pérdidas también altas. Para

estos inversores el agregado de unidades adicionales de riqueza incrementa su satisfacción pero cada vez menos, por lo tanto preferiría el prospecto seguro:

$$U(w_0+w_e) > pU(w_0 + w_1) + (1-p) U (w_0 + w_2)$$

De los inversores que tienen este tipo de comportamiento se dirá que son "adversos al riesgo". Puede darse entonces la siguiente definición:

Un individuo es adverso al riesgo cuando su función de utilidad es decreciente.

Para que la utilidad o satisfacción del inversor adverso al riesgo permanezca constante (curvas isoutilidad)¹⁷, la variación incremental rentabilidad-riesgo debe ser creciente.

Por tanto, para un incremento dado del nivel de riesgo, el inversor adverso a dicho riesgo exigirá incrementos más que proporcionales de rentabilidad. En consecuencia, podemos enunciar el siguiente postulado¹⁸.

Postulado V.a: Rendimientos marginales estrictamente crecientes con el riesgo. Al aumentar el riesgo los aumentos de rentabilidad son más que directamente proporcionales.

$$\frac{\delta^2 E_p}{\delta(\sigma_p)^2} \geq 0$$

Por lo que, en presencia del riesgo los inversores racionales adversos al riesgo tienen un comportamiento a nivel de utilidad que implica una relación marginal de sustitución rentabilidad-riesgo.

Resulta razonable que si por pasar del 3.9 % al 5.7% (aumento de 180 puntos base de rentabilidad), el inversor está dispuesto a asumir un aumento en el nivel de riesgo del 3.4% al 8.5% (510 puntos base de riesgo) por otros 510 puntos base de aumento en

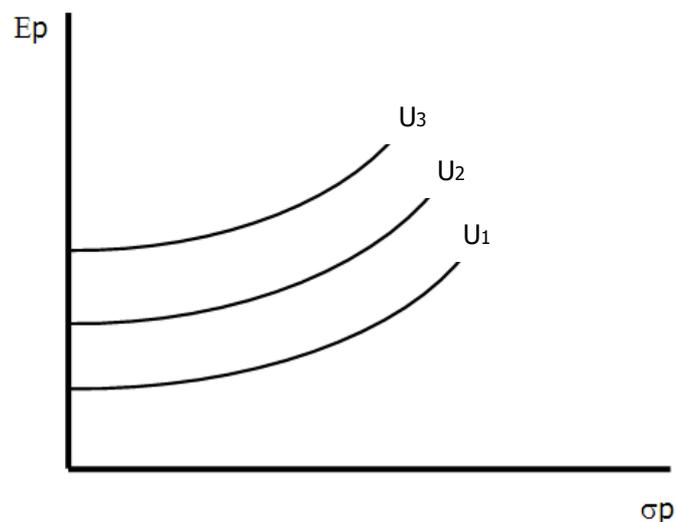
¹⁷ Las *curvas de isoutilidad* son líneas de indiferencia, en general en Microeconomía, estas líneas son de tipo descendente al representarlas gráficamente por medio de dos ejes de coordenadas en los que se toman, respectivamente, cantidades de dos bienes. En cambio, en Teoría de la Cartera, al trabajar con rentabilidad y riesgo, se trata de líneas ascendentes con riesgo en abscisas y rentabilidad en ordenadas.

¹⁸ SUÁREZ SUÁREZ, A. S. *Decisiones Óptimas de Inversión*. Ed. Pirámide, 1996, pág. 40

el riesgo, sea razonable pedir una compensación de más de 180 puntos base de rentabilidad si se pretende que las combinaciones reporten un mismo nivel de utilidad.

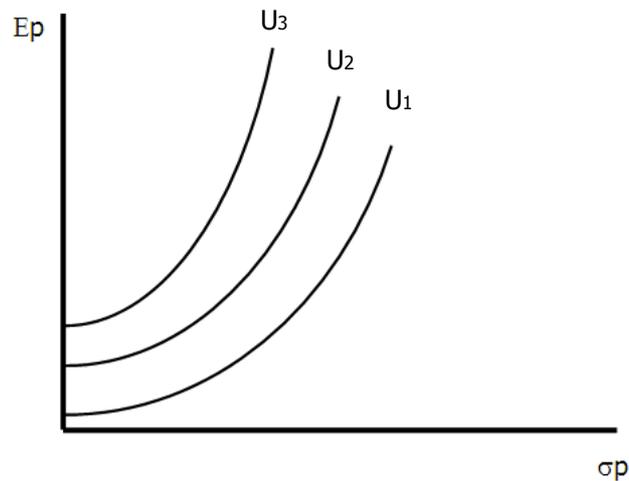
Es decir, la conjunción del Postulado IV (prima de rentabilidad positiva al aumentar el riesgo) junto con el Postulado V (rentabilidad marginal creciente al aumentar el riesgo) queda reflejada en un espacio financiero rentabilidad-riesgo mediante líneas de isoutilidad crecientes convexas tal y como se observa en las gráficas 2 y 3¹⁹.

Gráfica 2. Curvas de indiferencia con rentabilidad creciente con riesgo para un inversor adverso al riesgo.



¹⁹ FERRUZ AGUDO, L. ; SARTO NARZAL, J.L, *Performance en la Gestión de Carteras en contexto de la Teoría de la Utilidad en presencia de riesgo*. Estudios de Economía Aplicada. Vol. 20-1, 2002, pág. 91

Gráfico 3. Curvas de indiferencia con rentabilidad creciente con el riesgo para un inversor más adverso al riesgo en la gráfica 2



Postulado V.b: Rendimientos marginales crecientes o constantes con el riesgo.²⁰

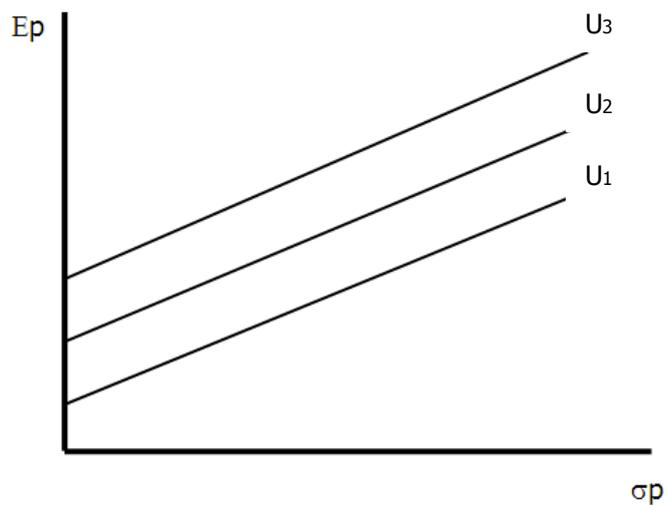
Al aumentar el riesgo los aumentos de rentabilidad crecen de una manera directamente proporcional o más que directamente proporcional.

$$\frac{\delta^2 E_p}{\delta(\sigma_p)^2} \geq 0$$

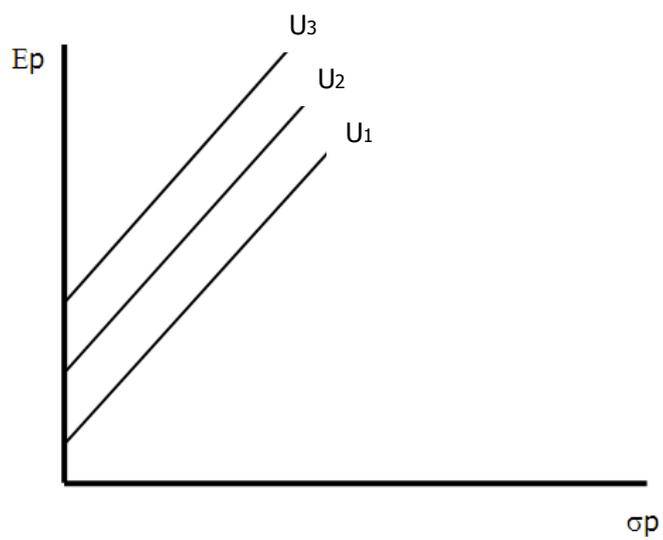
La situación de rendimientos marginales constantes con el riesgo está ilustrada en Las gráficas 3 y 4.

²⁰ FERRUZ AGUDO, L. ; SARTO NARZAL, J.L., *Op. Cit.*, pág.93

Gráfica 3. Curvas de indiferencia con rentabilidad marginal constante para un inversor adverso al riesgo



Gráfica 4 Curvas de indiferencia con rentabilidad marginal constante para un inversor más adverso al riesgo que el del gráfico 3.



Debe observarse que el lugar geométrico de los puntos (E_p, σ_p) que dan la misma utilidad se denomina *función de indiferencia de utilidad, curva de indiferencia de utilidad o curva isoutilidad*. La mayor pendiente y/o convexidad de dichas líneas o curvas de indiferencia, indica la mayor aversión al riesgo y, por lo tanto, la exigencia de mayores primas de compensación de rentabilidad por el riesgo asumido.

El postulado *V.b* indica una postura más general que el postulado *V.a* al admitir rendimientos o rentabilidades marginales constantes con el riesgo, si bien exigiendo compensaciones de rentabilidad por asumir mayores riesgos.

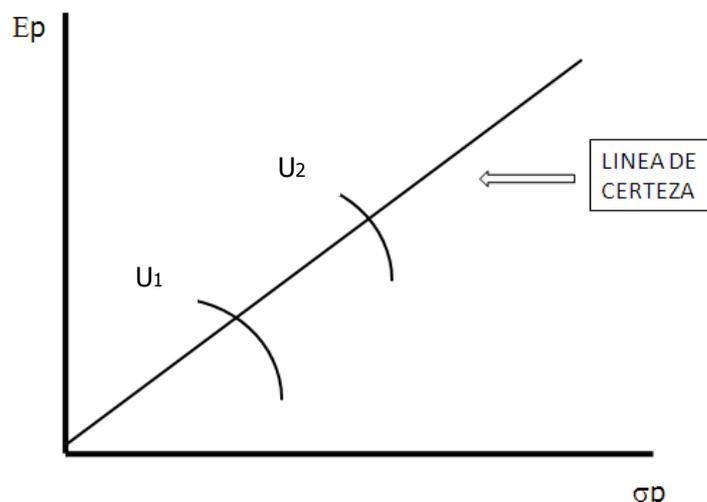
Los individuos dispuestos a correr riesgos para obtener mayor rentabilidad se caracterizan por tener una función de utilidad con la propiedad que, a incrementos iguales en la riqueza corresponden incrementos crecientes de su nivel de satisfacción.

Un individuo es propenso al riesgo cuando su función de utilidad marginal es creciente:

$$pU(w_0 + w_1) + (1-p)U(w_0 + w_2) > U(w_0 + w_2)$$

Gráficamente las curvas de indiferencia para un amante del riesgo son cóncavas respecto del origen y tienen una pendiente igual al valor negativo del cociente de probabilidades en donde hace intersección con la línea de certeza.

Gráfica 5. Curvas de indiferencia para un inversor propenso al riesgo



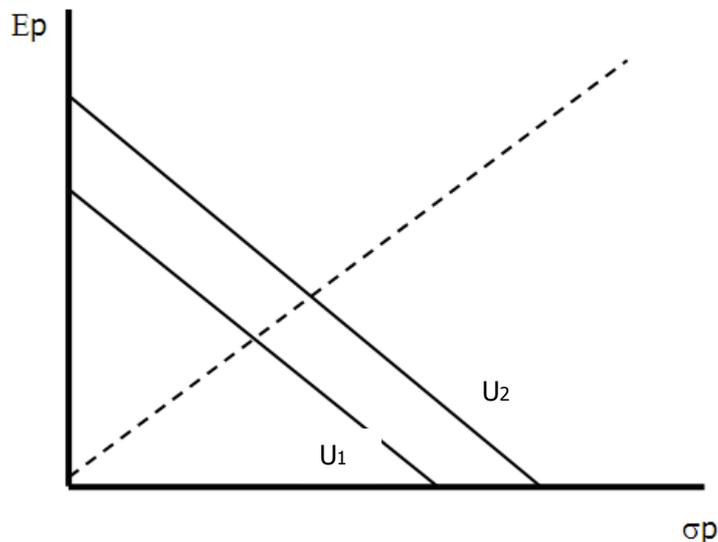
Hay individuos que en sus decisiones no tienen en cuenta el riesgo. Son los individuos que solo se rigen por el criterio de máximo rendimiento esperado (ya antes mencionado). La teoría de la utilidad permite considerarlos como un caso particular denominado "indiferencia ante el riesgo".

Un individuo es neutral al riesgo si:

$$pU(w_0+w_1) + (1-p)U(w_0+w_2) = U(w_0 + w_e)$$

Gráficamente se representaría de la siguiente manera:

Gráfica 6. Curvas de indiferencia para un inversor neutral al riesgo



Postulado VIa: Utilidad positiva marginal estrictamente decreciente con la rentabilidad.

Conforme la riqueza w aumenta, la utilidad se incrementa en un índice constante: la pendiente de la función de utilidad es constante. Podemos interpretar la pendiente de la función de utilidad como **utilidad marginal de la riqueza** porque su pendiente es simplemente el *índice en el cual aumenta la utilidad conforme se incrementa la riqueza*. Podemos emplear el cálculo para definir la utilidad marginal de la riqueza²¹, $MU(w)$:

²¹ EATON, B.CURTIS; EATON, DIANE F. *Op. Cit.*, pág. 102

$$MU(w) = U'(w)$$

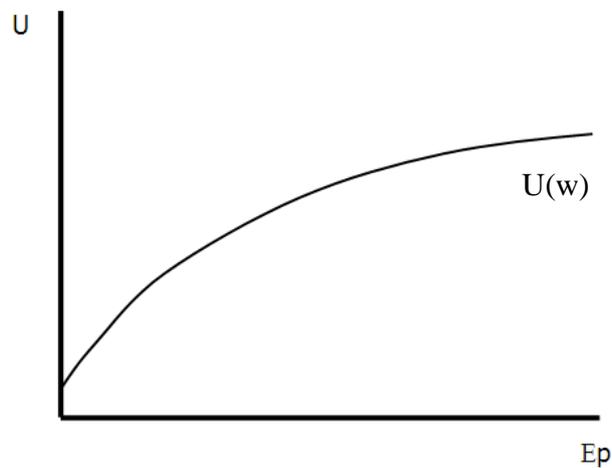
Entonces $U''(w) = 0$ implica neutralidad al riesgo, $U''(w) < 0$ implica aversión al riesgo y $U''(w) > 0$ implica propensión al riesgo.

En el contexto de la teoría de la utilidad se suele aceptar el principio que podríamos denominar de **utilidad marginal decreciente con la riqueza**. En este contexto, este principio parece conveniente reconducirlo a una utilidad marginal decreciente con la rentabilidad que tendría la siguiente expresión analítica:

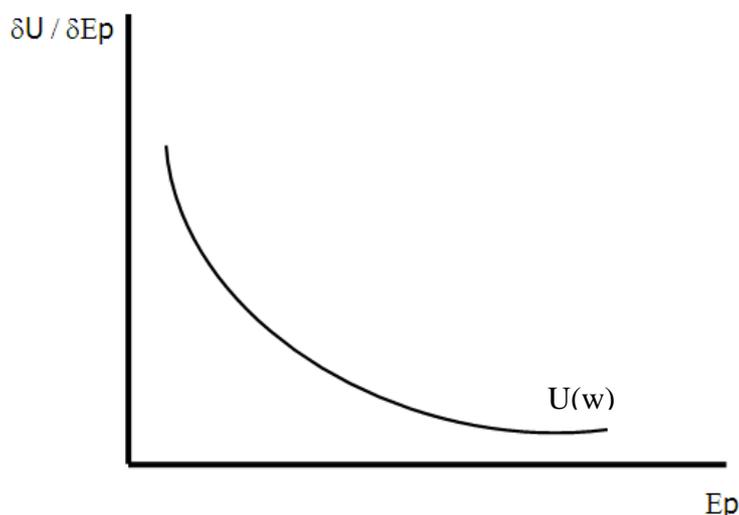
$$\frac{\delta^2 U(E_p, \sigma_p)}{\delta (E_p)^2} < 0$$

En los gráficos 7 y 8 se ilustra dicho comportamiento en el caso de utilidad marginal decreciente, presuponiendo el cumplimiento del postulado II.

Gráfica 7. Función de utilidad total respecto a la rentabilidad con nivel constante de riesgo.



Gráfica 8. Función de utilidad marginal respecto a la rentabilidad con nivel constante de riesgo.



Postulado VIIa: Utilidad negativa marginal estrictamente creciente con el riesgo

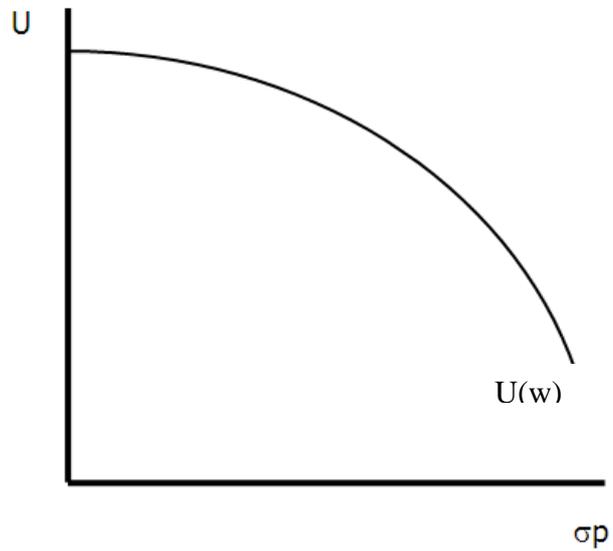
Similarmente al comportamiento de la rentabilidad, nuestro inversor racional adverso al riesgo (en el sentido de preferir menos riesgo a más riesgo y que si acepta aumentos en el nivel de riesgo es porque le compensan más que lineal y proporcionalmente los probables aumentos de rentabilidad) si mantiene constantes los niveles de rentabilidad y aumenta el riesgo esta situación le tiene que provocar una utilidad menor creciente al aumentar los niveles de riesgo. Es decir la insatisfacción que le produce pasar de un nivel de riesgo del 2% al 4% manteniendo el mismo nivel de rentabilidad es menor que la mayor insatisfacción que le produce pasar del 4% al 6% manteniendo el mismo nivel de rentabilidad.

Analíticamente se tiene en consecuencia la siguiente expresión:

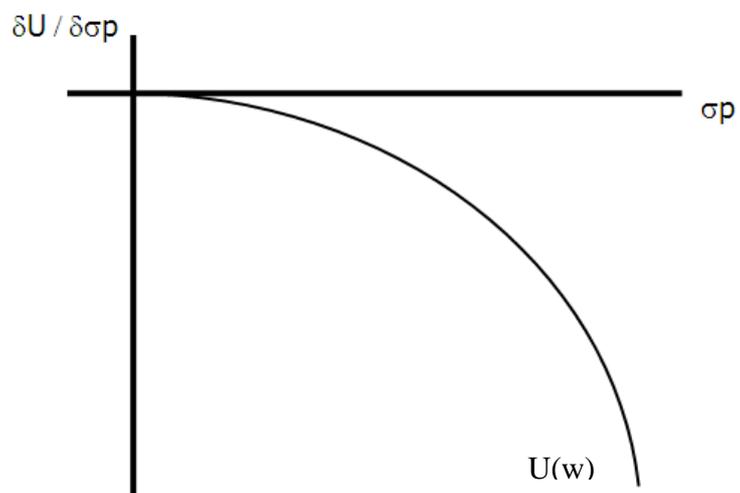
$$\frac{\delta^2 U(E_p, \sigma_p)}{\delta(\sigma_p)^2} > 0$$

Asimismo, la visualización correspondiente a dicho postulado, que presupone el cumplimiento del postulado III, se observa en los gráficos 9 y 10.

Gráfica 9. Función de utilidad total respecto al riesgo con rentabilidad constante.

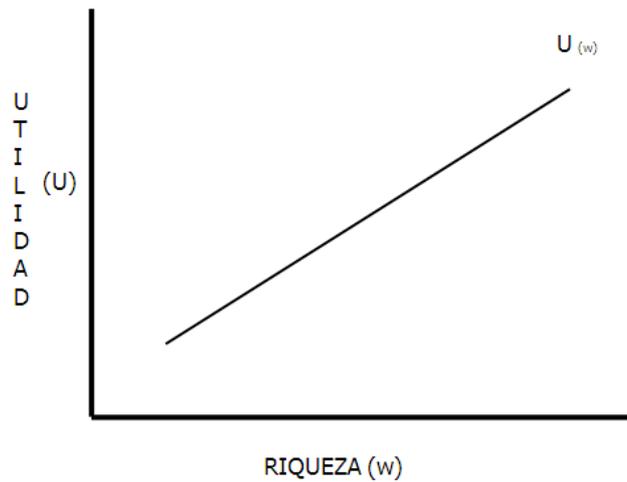


Gráfica 10. Función de utilidad marginal respecto al riesgo con rentabilidad constante.



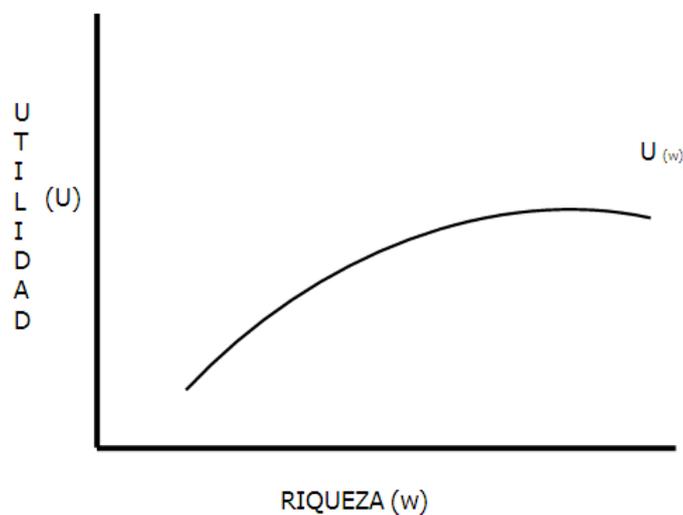
En base a lo ya mencionado, en el siguiente gráfico, la pendiente de $U(w)$ es constante, reflejando una utilidad marginal constante de la riqueza y las preferencias neutrales al riesgo.²²

Gráfica 11. Preferencias neutrales al riesgo



Cuando las preferencias son adversas al riesgo, la pendiente de $U(w)$ disminuye conforme aumenta w , reflejando una utilidad marginal en disminución de la riqueza y preferencia.

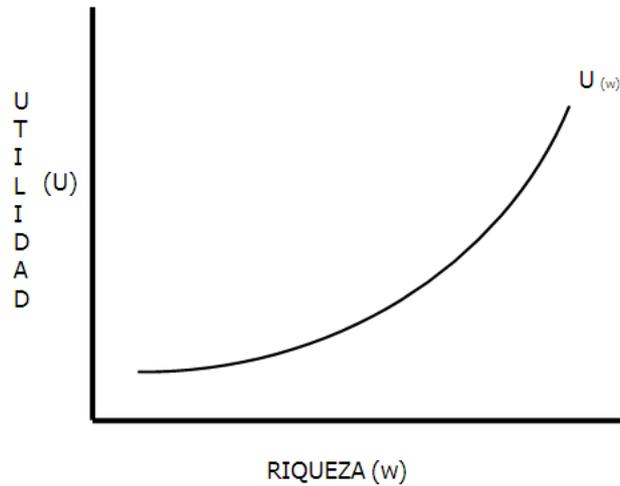
Gráfico 12. Preferencias adversas al riesgo



²² EATON, B.CURTIS; EATON, DIANE F. *Op. Cit*, pág. 104

Cuando las preferencias son propensas al riesgo, la pendiente $U(w)$ se incrementa, reflejando una utilidad marginal en aumento de la riqueza y de este tipo de preferencias.

Gráfico 13. Preferencias propensas al riesgo



Comparando, en el caso de aversión al riesgo (gráfico 12), la pendiente de la función de utilidad disminuye conforme aumenta la riqueza, y en el caso de propensión al riesgo, la pendiente aumenta conforme se incrementa la riqueza. De manera que, la aversión al riesgo se relaciona con la disminución de la utilidad marginal de la riqueza y la propensión al riesgo con el incremento de la utilidad marginal de la riqueza.

Las decisiones de los inversionistas en su toma de riesgo es un factor importante para los mercados ya que estos presentan movimientos ante las decisiones que toman al momento de invertir, ellos forman sus expectativas en base a los datos de la economía, por ejemplo: las acciones de las bolsas pueden caer por las crecientes dudas sobre la estabilidad de los bancos y sobre las perspectivas de crecimiento a la baja de la economía, cifras de consumo, vivienda o de empleo y hasta por factores políticos.

Los temores sobre la fortaleza del sistema bancario en las economías pueden provocar que los inversores se preocupen por un posible déficit de liquidez en el sistema

financiero y entonces vendan sus acciones o los instrumentos que tengan o desechen los activos más riesgosos que tengan vendiéndolos en el mercado y refugiándose en los metales preciosos en busca de seguridad, por ejemplo el oro, haciendo que estos suban su valor en el mercado. Los temores de los inversores también pueden provocar que los precios de las materias primas caigan, como el petróleo. Así mismo la aversión al riesgo ocasiona que algunas divisas se deprecien y otras se fortalezcan (la depreciación del euro contra la apreciación del yen –aumenta el atractivo de la moneda japonesa como refugio seguro-), por que las dudas sobre la situación económica mundial hace que no sea un buen tiempo para exponerse al riesgo.

Dado que la economía mundial está débil ha habido una reversión razonablemente grande del comportamiento en la toma de riesgos y esto es reflejado en los mercados, como lo hemos visto en los últimos meses.

CAPITULO II LA ADMINISTRACION DE RIESGOS Y EL VAR

2.1 Aspectos teóricos de la administración de riesgos

Philippe Jorion define a la *administración de riesgos* como “*el proceso mediante el cual se identifica, se mide y se controla la exposición al riesgo; es decir, que es un procedimiento o mecanismo para instrumentar medidas de carácter preventivo en la toma de riesgo*”.²³

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores en su Circular No. 1480 la define de la siguiente forma: “La *administración de riesgos* es el conjunto de objetivos, políticas, procedimientos y acciones que se llevan a cabo para identificar, medir, vigilar, limitar y controlar, informar y revelar los distintos riesgos a que se encuentran expuestas las posiciones de una institución financiera”.²⁴

El auge de la administración de riesgos se da a partir del proceso de desregulación o liberalización financiera²⁵ el cual se configura como inevitable en el desarrollo de los sistemas financieros, incentivando la innovación financiera y provocando a su vez un aumento en la exposición a los denominados riesgos de mercado y posición, es decir principalmente el riesgo de tipo de cambio y el riesgo de tasa de interés.

Los factores que dan lugar a este tipo de riesgos son²⁶:

- 1) La elevada volatilidad de los tipos de interés y de cambio a partir del abandono del sistema de cambios fijos y de los altos niveles de inflación provocados a raíz de la crisis del petróleo.
- 2) La eliminación gradual de las limitaciones legales a los tipos de interés y la supresión de barreras a los movimientos internacionales de capital.

²³ JORION PHILIPPE, *Valor en Riesgo*, Ed. Limusa, México, 1999, pág. 35

²⁴ **Circular No. 1480** de la CNBV “*Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Instituciones de Crédito*” publicada el 2 de Diciembre de 2005 en el Diario Oficial de la Federación (Segunda Sección).

²⁵ Entendemos por “*liberalización financiera*” como la progresiva eliminación de barreras de tipo legal y administrativo, cuyas restricciones imposibilitan la correcta asignación de los recursos financieros y, por tanto, impiden que los sistemas financieros alcancen altos niveles de eficiencia.

²⁶ OLIVER, MA. DOLORES, *El fenómeno de la innovación financiera: la experiencia española*. Editorial Ariel, S.A. Barcelona.

- 3) La presencia de los bancos en los mercados financieros, principalmente como colocadores de emisiones de activos financieros, como emisores, aseguradores, mediadores en la negociación de valores, etc.
- 4) La realización de operaciones, por parte de las entidades financieras, cuyo movimiento, en principio, no supone flujos de fondos, pero sí compromisos futuros, los cuales, evidentemente, implican riesgos.

Además, la posibilidad de contar con más instrumentos y el acceso a mercados financieros internacionales, ha incrementado que los inversionistas en general tengan interés por asumir cada vez más este tipo de riesgos. Pero la ausencia de técnicas para medir y controlar los tipos de riesgos a los cuales están expuestos puede propiciar y ha propiciado grandes desastres financieros internos que pueden afectar significativamente a una economía; por ejemplo, sólo por citar algunos:

- Un operador del mercado de derivados que trabajaba en la subsidiaria del banco inglés Baring, en Singapur, sufrió pérdidas por operaciones con derivados que rebasaban en exceso el capital del banco, más de 1,300 millones de dólares y llevó a la quiebra a la institución en 1995.
- En diciembre de 1994, la devaluación del peso mexicano dejó al descubierto la fragilidad del sistema financiero, ya que en todas las instituciones financieras se presentaron fuertes pérdidas por riesgo de mercado y crédito.
- A partir de septiembre de 2008, un segmento importante del sistema financiero internacional, cayó en una crisis intensa. El detonador fue un incremento en los Estados Unidos en los índices de morosidad de los créditos hipotecarios de menor calidad, conocidos como *subprime* derivado de un periodo prolongado de tasas de interés reales y nominales bajas y liquidez abundante en los mercados financieros internacionales favorecido por las políticas monetarias y fiscales en ese país. Esta situación propició una subestimación importante de los riesgos financieros asumidos por parte de los agentes económicos y fomento el *apalancamiento y la bursatilización*²⁷ de activos.

La crisis derivó en un aumento significativo en la aversión al riesgo por parte de los acreedores e inversionistas principalmente en los países desarrollados

²⁷ La *bursatilización* es el procedimiento mediante el cual un bono respaldado por activos representa un derecho sobre una cartera de créditos o de activos financieros que han sido traspasados a un vehículo especial o fideicomiso. Los tenedores de estos bonos tienen el derecho a recibir el flujo de pagos proveniente de estos activos bursatilizados.

causando pérdidas significativas a varias instituciones financieras, encareciendo el crédito y motivando la revisión a la baja en las expectativas de crecimiento económico para un número importante de países. Estos hechos se han reflejado en caídas substanciales en los índices de las principales bolsas de valores del mundo.

- El caso más reciente de Goldman Sachs Group, al cual se le acusa de fraude por crear instrumentos de obligaciones de deuda colateralizada ligados a hipotecas de alto riesgo en Estados Unidos (CDO, por sus siglas en inglés²⁸). Goldman Sachs no reveló ante los inversionistas información vital sobre la CDO en particular el rol que jugó un importante fondo de cobertura en el proceso de selección de portafolio y el hecho de que el fondo de cobertura había tomado una posición que apostaba a la baja contra la CDO. La esencia del supuesto fraude es que Goldman le permitió a quien realizaba la venta a la baja elegir algunas hipotecas de alto riesgo involucradas, no reveló ese dato, y en cambio promovió la idea de que una tercera parte independiente había elegido esos valores. Este producto fue imitado por otros bancos como Merrill Lynch y Lehman Brothers, quienes habían suavizado sus controles internos de riesgos con el objetivo de mantener las utilidades de años anteriores de volatilidad superior, por un tiempo Merrill Lynch retomó las utilidades e incluso las superó con estos productos tomando riesgos excesivos. El resultado fue la quiebra de estas dos instituciones financieras.
- Los problemas en los mercados financieros se vieron agravados por la quiebra de Lehman Brothers en septiembre de 2008. Este evento dio lugar a un fuerte incremento de la percepción del riesgo global, y aumentó la incertidumbre respecto de la calidad de algunos activos en poder de las instituciones financieras. Así, el costo del crédito interbancario aumentó abruptamente y la liquidez en los mercados financieros cayó aún más. De esta forma, además de la crisis de liquidez, los mercados financieros enfrentaron un problema de solvencia que dio lugar al riesgo de un colapso del sistema financiero internacional.
- En México, se dio el caso de Comercial Mexicana, quien tuvo que enfrentar pérdidas millonarias por productos derivados.

²⁸ “*Collateralized Debt Obligation*”, son títulos de deuda respaldados con diferentes activos.

La reciente crisis financiera, de la cual nos estamos recuperando todavía, otorgó un papel importante a la *disciplina del mercado* en ausencia de una estructura adecuada de incentivos para su funcionamiento. Los conflictos de interés de las agencias calificadoras²⁹, la insuficiente transparencia en la información publicada, las inconsistencias en las reglas contables contribuyeron a debilitar la disciplina del mercado. Los bancos y otras instituciones financieras, sobre todo en los Estados Unidos, crearon vehículos de bursatilización para sacar de sus balances carteras de crédito y reducir así sus requerimientos de capital, no obstante, las agencias calificadoras subestimaron la exposición de las carteras bursatilizadas a riesgos comunes tales como un deterioro generalizado de los precios de las viviendas o de la capacidad de pago de los hogares.

Desde tiempos atrás, en este contexto de crisis, los bancos y demás entidades financieras, así como agentes económicos, se han visto en la necesidad de implementar políticas y sistemas de administración de riesgos que permitan medir y monitorear efectivamente las pérdidas potenciales de las posiciones en que están involucradas sus operaciones.

2.1.1 Disposiciones en materia de riesgos de carácter internacional; Acuerdo de Capital Basilea II

Los bancos centrales de los países miembros del Grupo de los 10³⁰ (Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Japón, Italia, Holanda, Suecia, Suiza, Reino Unido, Luxemburgo y los Estados Unidos, y, desde 2001, España), en busca de un sistema financiero más seguro y confiable constituyeron el Comité de Basilea en 1974, como resultado de la turbulencia monetaria y bancaria internacional, con el objetivo de llegar a una convergencia internacional de las regulaciones de supervisión y a un campo de acción más equitativo, mejorar las prácticas operativas de las instituciones financieras y apoyar la expansión de los mercados financieros. El comité ha generado dos acuerdos, conocidos comúnmente como Basilea I y Basilea II, los cuales norman respecto a

²⁹ La actual crisis financiera ha dado lugar a que surjan diversas críticas al papel desempeñado por las agencias calificadoras. Éstas tienen un doble papel, por un lado evalúan el riesgo de las emisiones y por el otro asesoran a los emisores sobre las características que deben tener las estructuras para que los bonos obtengan mejores calificaciones de crédito. Este doble papel genera importantes conflictos de interés.

³⁰ El Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria fue creado en 1974 por el Bank for International Settlements, con el propósito de apoyar al Franklin National Bank y al Bankhaus Herstatt. Actualmente su

regulaciones financieras y de supervisión tendientes a determinar las adecuaciones de capital sobre la base de riesgos asumidos por las entidades bancarias³¹.

El primer acuerdo, Basilea I, establecido en 1988³², define los requerimientos mínimos de capital de un banco, a través del establecimiento de un estándar mínimo de requerimientos de capital que deben de cumplir los bancos comerciales por riesgo de mercado y por riesgo de crédito, esto es que el capital sea equivalente al menos al 8 por ciento del total de los activos con riesgo del banco, cuyo objetivo es proteger los depósitos.

En el segundo acuerdo Basilea II, establecido en 2004, ya se considera para calcular los requerimientos de capital el riesgo operacional, el cual está relacionado con las necesidades de capital como consecuencia de las eventuales pérdidas derivadas de deficiencias en los procesos o sistemas de las instituciones.

En 1994 el Acuerdo de Basilea I fue cuestionado debido a que no se consideraba el riesgo de portafolio del banco, la ponderación que establecían las reglas se basaba únicamente en la calidad crediticia del acreditado y aplicaba a todas las transacciones, por lo que el Comité de Basilea optó por la medición del riesgo con el enfoque de Valor en Riesgo (VaR)³³ y reconocieron su importancia de utilizar este modelo como una práctica confiable de administración del riesgo y como una herramienta con la cual las instituciones financieras están posibilitadas para estimar más eficientemente sus requerimientos de capital.

En 1995 hubo una enmienda a Basilea I (conocida como BIS98), para incluir los requerimientos de capital por riesgos de mercado y proponer un modelo estándar para que inicialmente se calculara el VAR para portafolios expuestos al riesgo de tasas de interés, el riesgo cambiario, al riesgo de participación y al riesgo de producto; así el VAR de un banco se obtendría calculando la suma de los diferentes VAR de estas categorías.

En se mismo año, el Comité de Basilea permitiría a los bancos la opción de utilizar sus propios modelos de medición de riesgos para determinar sus requerimientos de capital

función es determinar los niveles mínimos de capital de las instituciones financieras. Sus reuniones suelen celebrarse en la sede del Banco de Pagos Internacionales en Suiza, donde está ubicada su secretaría.

³¹ JORION PHILIPPE, Op.Cit., pág. 67

³² *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*, Basel Committee on Banking Supervision (julio de 1988).

³³ En el apartado 2-3 se profundiza el concepto de VaR

y propusieron un “modelo interno” de administración de riesgos en el cual cada institución debería sustentarse en al menos cuatro enfoques:

1. El cálculo del VAR debe basarse en datos que sean cuantitativos y uniformes en su entrada de datos, bajo lo siguiente:
 - Un horizonte de 10 días hábiles de operación
 - Un intervalo de confianza de 99%
 - Un periodo de observación basado en, al menos, un año de datos históricos y actualizados, al menos una vez por trimestre.
2. Se deben considerar correlaciones entre categorías de riesgo.
3. El monto de capital deberá ser fijado en relación al nivel más alto del VAR del día previo, o en relación al VAR promedio de los últimos 60 días hábiles, y multiplicado por un factor “multiplicativo”, el cual es determinado por los reguladores locales y que debe proporcionar protección adicional contra entornos inestables que no podrían reflejarse mediante los datos históricos.
4. Requerimientos de capital igual al promedio aritmético del VaR de los últimos 60 días, multiplicado por un factor, que depende del riesgo de mercado general y específico del portafolio. El objetivo de este factor es invitar a estas instituciones a que mejoren la precisión de sus pronósticos y eviten proyecciones extremadamente optimistas de beneficios y pérdidas debidas a la implementación del modelo.

Para el año de 1997 se emitió el documento “Principios Básicos para la Supervisión efectiva” y entró en vigor la adopción de la metodología del VaR promovida por el Comité de Basilea para determinar los requerimientos de capital de las instituciones financieras por concepto de riesgo de mercado. Sin embargo, ante los propios riesgos –de instrumentación y de modelo- que implica estimar el VaR correctamente, el Comité de Basilea estableció que los requerimientos de capital serán equivalentes a tres veces el monto de valor en riesgo estimado. Lo anterior se traduce en un sistema financiero más sólido al crear los requerimientos de capital necesarios para hacer frente a pérdidas no esperadas y a problemas de solvencia.

A continuación se resumen las prácticas recomendadas³⁴:

1. *El papel de la alta dirección.* Corresponde a la alta dirección definir las políticas y controles de administración de riesgos de manera clara, asegurándose de que estén por escrito en un documento que sirva de base a clientes, reguladores y auditores. Las políticas deben incluir los límites que deben respetar las áreas de negocios.
2. *Valuación a mercado de las posiciones de riesgo (marcar a mercado).* Este término se conoce como *Mark-to-Market* y consiste en medir el valor justo o de mercado de un portafolios; es decir las posiciones deben ser valuadas a precios de mercado por lo menos una vez diariamente. La pérdida o ganancia no realizada de la posición de riesgo se calcula mediante la diferencia entre el valor de adquisición de la posición y el valor de dicha posición en el mercado.
3. *Medición cuantitativa de riesgos.* La medición de riesgos de mercado se logra mediante el cálculo de lo que se conoce como Valor en Riesgo (VaR). Este concepto fue propuesto por JP Morgan en octubre de 1994 y hoy es una medición estándar internacional. El VaR resume en un solo número la pérdida potencial máxima que se puede sufrir en una posición de riesgo dado un nivel de confianza elevado (usualmente 95 o 99%) y en un periodo de tiempo determinado. Una vez cuantificada la exposición, los intermediarios deben fijarse los límites de riesgo de mercado basándose en factores tales como tolerancia a las pérdidas y recursos de capital.
4. *Simulación de escenarios extremos (Stress Testing).* Se debe cuantificar las posiciones bajo condiciones extremas y adversas de mercado con el fin de monitorear las pérdidas potenciales bajo tales circunstancias. Las simulaciones de estrés deben reflejar tanto los eventos históricos como las estimaciones de movimientos futuros adversos.
5. *Independencia en la administración de riesgos de mercado.* Las unidades de administración de riesgos deben tener absoluta independencia y autoridad coercitiva suficiente para formular así como implementar sistemas de control de riesgos.

³⁴ JORION, PHILIPPE, *Op. Cit.*, pág. 80

6. *Experiencia profesional y conocimiento. El personal relacionado debe contar con habilidad, experiencia y conocimientos requeridos para operar y para un desempeño adecuado de la administración.*

Lo anterior explica que las instituciones financieras tienen ahora absoluta libertad para medir sus riesgos en función del estimado de confianza adoptado aplicable tanto para los países miembros como a todos los países en general, con el fin de que las instituciones aprendan a tratar de forma efectiva los riesgos financieros.

En 2004 se publica el acuerdo de Basilea II entrando en vigor en 2006, para que las autoridades supervisoras de todo el mundo, aunque no sean de los países miembros, adopten los procesos. El objetivo principal del Comité de Basilea al generar este acuerdo ha sido establecer un marco que fortaleciera en mayor medida la solidez y estabilidad del sistema bancario internacional. Basilea II es una materia compleja cuyo análisis en profundidad rebasa los alcances de este capítulo; sin embargo les proporcionaré los elementos necesarios para comprender los objetivos perseguidos por el acuerdo y tener una adecuada aproximación de los distintos aspectos que involucra la metodología de evaluación de los riesgos.

El nuevo acuerdo no sólo perfecciona aspectos considerados en Basilea I, sino que también incorpora nuevos elementos a ser tomados en cuenta, basándose en tres pilares que se refuerzan mutuamente: requerimientos de capital, acción de los organismos supervisores y disciplina del mercado.

El marco será aplicado a todos los bancos con actividad nacional e internacional en base consolidada, al ser éste el mejor modo de preservar la unicidad del capital de los bancos con filiales, eliminando el doble apalancamiento de capital. Su ámbito de aplicación abarcará, en base totalmente consolidada, las sociedades de cartera o inversión que sean matrices del grupo bancario, asegurando de esta manera que todos los riesgos del grupo bancario en su conjunto estén comprendidos dentro de dicho ámbito.

Primer Pilar Basilea II: Requerimientos Mínimos de Capital

El primer pilar sobre el que se basa el acuerdo de Basilea II tiene relación con el capital mínimo requerido por un banco dado los riesgos a que esta expuesta dicha institución. Esta medición ya se encuentra incorporada en el acuerdo de Basilea I, pero

en esta ocasión se complementa y perfecciona con el objetivo que cada institución establezca un nivel de capital más acorde con todos los tipos de riesgo asumidos.

De acuerdo con Basilea II, el capital mínimo de cada banco debe determinarse sobre la base de tres tipos de riesgo -riesgo de crédito, riesgo de mercado y riesgo operacional- de tal forma que su capital efectivo sea siempre igual o superior a la suma de³⁵:

- 8% del valor de los activos de la institución ponderado cada uno por su nivel de riesgo (riesgo de crédito), y
- Capital mínimo asociado a los riesgos de mercado y riesgo operacional.

Para verificar el cumplimiento de las exigencias patrimoniales mínimas se ha establecido un indicador denominado Coeficiente de Capital, el cual no puede ser inferior a 8% y se define de la siguiente forma:

$$\text{Coeficiente de capital} = \frac{\text{Capital del Banco}}{\text{R. de Crédito} + 12.5 (\text{R. de Mercado} + \text{R. Operacional})} \geq 8\%$$

El riesgo de mercado y el riesgo operacional se ponderan por 12,5 (que es el inverso de 8%) con el objeto de crear un vínculo numérico entre el cálculo de capital por riesgo crediticio, que es efectivamente 8% de los activos ponderados por riesgo, y los requisitos de capital por riesgo operativo y de mercado, que son equivalentes a la cuantificación de este tipo de riesgos.

La modificación de Basilea II en relación con Basilea I se refiere a los mecanismos de determinación del riesgo crediticio (método estándar, método basado en calificaciones internas y marco de titularización) y a la incorporación del riesgo operacional en la medición del Coeficiente de capital.

Riesgo de Crédito

El comité ha planteado una propuesta para la evaluación del riesgo de crédito que permite a los bancos elegir entre una metodología estándar, la cual es similar al acuerdo vigente y se basa en parámetros preestablecidos, y sistemas de calificación sustentados en información interna de los bancos (IRB Básico y Avanzado). Sin embargo algunas instituciones financieras pueden presentar problemas en cuanto a disponer de bases de datos adecuadas para proveer de información a eventuales

sistemas de calificación interna, por lo que dicho método tiene que ser aprobado por el regulador quien será el encargado de supervisar su aplicación.

- *Método Estándar*

El método estándar se encuentra apoyado en calificaciones externas de crédito. Este método asigna ponderaciones fijas y preestablecidas a los distintos activos de un banco. El valor de estos ponderadores se correlaciona en forma directa con el nivel de riesgo asignado a los activos el cual depende de su calificación externa (agencias calificadoras).

Dentro de las principales innovaciones que se destacan en el Método Estándar a la luz del nuevo acuerdo se puede mencionar:

- i) La aplicación de una ponderación del 150% para préstamos que se consideren sumamente riesgosos (con clasificaciones menores a B-).
- ii) La ampliación de la gama de colaterales, garantías y derivados del crédito que pueden aceptar los bancos, los que incluyen la mayoría de los instrumentos financieros. Además se aumenta la gama de garantes reconocidos.

- *Método basado en calificaciones internas (Método IRB básico y avanzado)*

Los bancos que hayan recibido la aprobación del supervisor para utilizar este método, sujetos a ciertos requisitos mínimos y obligaciones de divulgación, podrán utilizar sus propias estimaciones internas de los componentes del riesgo de una operación dada a la hora de determinar el requerimiento de capital correspondiente a dicha posición, los cuales proporcionan los datos cuantitativos que sirven de *inputs* para ser aplicados en las fórmulas previamente establecidas por el comité, el cual ha desarrollado para los distintos tipos de activos funciones representativas de los respectivos riesgos. Los componentes del riesgo incluyen cálculos de la probabilidad de incumplimiento, pérdida en caso de incumplimiento, exposición al riesgo de crédito y vencimiento efectivo. En algunos casos, los bancos tendrán que utilizar un valor supervisor en vez de una estimación interna para uno o más componentes del riesgo.

³⁵ COMITÉ DE SUPERVISIÓN BANCARIA DE BASILEA, *Convergencia internacional de medios y normas de capital*. Banco de Pagos Internacionales, 2004, pág. 2

El método IRB se apoya en medidas de las pérdidas inesperadas y esperadas. Con este método los bancos tendrán que clasificar las posiciones de su cartera de inversión en cinco categorías generales: empresas, gobierno, instituciones financieras, sector minorista y accionariales.

La aplicación del método IRB – sea el Básico o el Avanzado – requiere de sistemas financieros desarrollados, con base de datos amplias y desagregadas para generar información cuantitativa y con una calidad tal que sea factible verificar su validez y confiabilidad. La diferencia entre el IRB Básico y el IRB Avanzado radica en el énfasis de las variables o *inputs* que son determinadas sobre la base de la información generada en forma interna por los propios bancos o proporcionada por el supervisor.

Riesgo de Mercado

Basilea II, en lo relativo a las exigencias de capital derivadas del riesgo de mercado, no presenta innovaciones en relación con lo propuesto en Basilea I.

La medición de este tipo de riesgo tiene como propósito la constitución de reservas patrimoniales producto de los cambios que se pudieren producir en las variables de mercado que afectan el precio de los activos de las instituciones bancarias.

En particular las exigencias de capital están asociadas a las exposiciones ante variaciones en la tasa de interés, tipo de cambio, cotización de acciones y precio de bienes con los que pueden hacer transacciones. Para estos efectos, el comité propuso dos métodos alternativos:

- Un método estándar aplicado a todas las instituciones, el cual contempla la determinación de requerimientos de capital para cada uno de los elementos que componen el riesgo del mercado (tasa de Interés, tipo de cambio, precios accionarios y precio de bienes con los que se realizan las transacciones), ello sobre la base de las características de plazo y de vencimiento de los activos y pasivos del banco.

Las reservas patrimoniales por concepto de riesgo de mercado corresponderían a la suma aritmética de los cargos individuales determinados para cada elemento de riesgo (el cual se basa en ponderaciones preestablecidas que se aplican a las posiciones netas mantenidas por los bancos)

- La segunda alternativa consiste en la aplicación de modelos internos que incorporen en forma integral los elementos de riesgos antes mencionados. Ningún modelo en

particular está prescrito, pudiendo usarse, por ejemplo, modelos basados en matrices de varianza-covarianza, simulaciones históricas, o simulaciones de Montecarlo.

La aplicación de modelos internos tiene que contar con la aprobación de los supervisores quienes, de acuerdo con su criterio, deben exigir que las estimaciones sean razonablemente precisas.

Riesgo operacional

Dentro del nuevo acuerdo de Basilea, el riesgo operativo se define como "el riesgo de pérdida debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien a causa de acontecimientos externos. Esta definición incluye el riesgo legal, pero excluye el riesgo estratégico y el de reputación"³⁶.

El objetivo del comité es que las instituciones bancarias mantengan el capital necesario para solventar las eventuales pérdidas ocasionadas por el riesgo operativo, más allá del capital mínimo requerido por concepto de la calidad de los activos o por el riesgo de mercado.

Basilea II propone tres alternativas para el cálculo del riesgo operativo: Básico, Estándar y de Medición Avanzada. Asimismo, permite modificaciones al Método Estándar, lo cual denomina Método Estándar Alternativo.

- *Método Básico*

Es el más simple de los métodos propuestos por el nuevo acuerdo e implica que las instituciones que utilicen este método deberán cubrir el riesgo operacional con un capital mínimo equivalente al 15% (factor fijo determinado por el comité) del promedio de los últimos tres años de sus ingresos netos anuales positivos.

Los ingresos netos serán los que resulten de sumar de los ingresos netos por concepto de intereses más otros ingresos netos ajenos a intereses.

El ingreso neto deberá ser calculado antes de cualquier deducción de reservas y gastos operativos.

Para el cálculo de los ingresos netos se deberán considerar los importes de éstos correspondientes a los 36 meses anteriores al mes para el cual se está calculando el

³⁶ COMITÉ DE SUPERVISIÓN BANCARIA DE BASILEA, *Convergencia internacional de medios y normas de capital*. Banco de Pagos Internacionales, 2004, pág. 128

requerimiento de capital, los cuales se deberán agrupar en tres periodos de doce meses para determinar los ingresos netos anuales. Para tal efecto, se considerará al mes $t - 1$, como el anterior para el cual se está calculando el requerimiento de capital. Los ingresos netos para cada periodo de 12 meses deberán determinarse conforme a la siguiente fórmula:

$$IN_1 = \max\left[0, \sum_{t-1}^{t-12} IN_t\right], \quad IN_2 = \max\left[0, \sum_{t-13}^{t-24} IN_t\right], \quad IN_3 = \max\left[0, \sum_{t-25}^{t-36} IN_t\right]$$

En donde IN_i representa la suma de los ingresos netos para cada uno de los tres periodos antes mencionados y $t - i$ representa al i -ésimo mes anterior al periodo para el cual se está calculando el requerimiento de capital.

Una vez calculados los ingresos netos anuales conforme al procedimiento anterior, las Instituciones deberán calcular su requerimiento de capital por concepto de Riesgo Operacional conforme a lo establecido en la siguiente fórmula:

$$RCRO = \left(\frac{IN_1 + IN_2 + IN_3}{n}\right)\alpha$$

En donde:

RCRO = requerimiento de capital por Riesgo Operacional

IN_i = Ingresos netos anuales del periodo i , cuando sean positivos, conforme a la información de los últimos 36 meses

n = número de años (de los tres últimos) en los que los ingresos netos fueron positivos

α = 15 por ciento.

En caso de que el requerimiento de capital por Riesgo Operacional calculado conforme a lo anterior, en relación con el promedio de los últimos 36 meses de la suma de los requerimientos de capital por riesgo de crédito y de mercado, sea:

- Inferior al 5 por ciento, el requerimiento de capital por Riesgo Operacional será igual al 5 por ciento del promedio de los últimos 36 meses de los requerimientos de capital por riesgo de crédito y de mercado.

- Superior al 15 por ciento, el requerimiento de capital por Riesgo Operacional será igual al 15 por ciento del promedio de los últimos 36 meses de los requerimientos de capital por riesgo de crédito y de mercado.
- Igual o superior al 5 por ciento y menor o igual al 15 por ciento, del promedio de los últimos 36 meses de la suma de los requerimientos de capital por riesgo de crédito y de mercado, el requerimiento de capital por Riesgo Operacional será el que se obtenga conforme a lo calculado en la fórmula antes descrita.

El *Método Estándar Alternativo*, es una variante del anterior y el *Método de Medición Avanzada*, es un método que permite que sea cada institución bancaria la responsable de la creación de su propia metodología para la medición del riesgo operativo; la condición que exige el comité es que los procedimientos utilizados sean lo suficientemente integrados y sistemáticos. El desarrollo y aplicación de este método requiere de manejo de información de difícil acceso y exhaustiva, así como evidencias y verificaciones empíricas que permitan validar en forma confiable las metodologías y procedimientos a utilizar.

Segundo Pilar Basilea II: Proceso de examen supervisor

El Segundo Pilar tiene como propósito que el supervisor evalúe la eficiencia de las instituciones para cuantificar adecuadamente sus necesidades de capital en función con los riesgos globales asumidos, interviniendo cuando sea necesario.

En esta sección se analizan los principios básicos del examen supervisor, de la gestión del riesgo y de la transparencia y responsabilidad por parte de las autoridades supervisoras.

La función del supervisor no consiste sólo en garantizar la existencia de los capitales mínimos requeridos, sino también en fomentar el perfeccionamiento de las técnicas de gestión y de control de riesgo aplicado por los bancos, sin embargo, esto no quiere decir que la responsabilidad recaiga en el supervisor, si no ésta recae en la dirección del banco, que es la encargada de desarrollar los procesos internos de evaluación de capital y establecimiento de objetivos de gestión del capital que guarden relación con el perfil de riesgo y el entorno de control del banco.

El proceso de examen supervisor establecido en este Marco no tiene por objetivo únicamente garantizar que los bancos posean el capital necesario para cubrir los riesgos de sus actividades, sino que también insta a los bancos a que desarrollen y utilicen mejores técnicas de gestión de riesgos en el seguimiento y control de los mismos. La dirección del banco continúa siendo la responsable de garantizar que la entidad cuenta con un nivel de capital suficiente para cubrir sus riesgos por encima de los requerimientos básicos. Por tal motivo, debe existir un diálogo activo entre los bancos y los supervisores de modo que cuando se identifiquen deficiencias, pueda actuarse con rapidez y decisión al objeto de reducir el riesgo o de restituir el capital. En consecuencia, los supervisores podrán adoptar una política que incida en mayor medida en aquellos bancos cuyo perfil de riesgo o historial de operaciones justifique tal atención.

Existen tres áreas para ser tratadas en el ámbito del supervisor: i) aquellos riesgos considerado en el Primer Pilar, pero que el proceso no captura totalmente (por ejemplo concentración de carteras crediticias); ii) elementos no considerados en el Primer Pilar (por ejemplo, riesgo por pérdida de reputación); y iii) factores externos (por ejemplo, ciclos económicos).

Para efectos del desarrollo del Segundo Pilar, se han establecidos normas, responsabilidades y atribuciones tanto para las instituciones financieras como para los órganos supervisores; a estos preceptos Basilea II los ha identificado como los cuatro principio básicos del examen del supervisor:

Los cuatro principios básicos del examen supervisor

Principio 1: Los bancos deberán contar con un proceso para evaluar la suficiencia de su capital total en función de su perfil de riesgo y con una estrategia para el mantenimiento de sus niveles de capital.

Los bancos deberán ser capaces de demostrar que sus objetivos internos de capital están bien fundamentados y resultan acordes con su perfil general de riesgo y con su actual entorno operativo. Al evaluar la suficiencia de su capital, la dirección del banco deberá tener en cuenta la etapa concreta del ciclo económico en la que el banco esté operando. Será necesario realizar pruebas de tensión, rigurosas y prospectivas, con el

objeto de identificar posibles acontecimientos o cambios en las condiciones del mercado que pudieran afectar negativamente al banco.

De acuerdo con lo establecido por el comité, un proceso riguroso debiera, a lo menos, considerar cinco características:

- Vigilancia por parte del consejo de administración y de la alta dirección.
- Evaluación rigurosa del capital a través de políticas y procedimientos establecidos por el banco, las cuales deben garantizar que son capaces de identificar y medir los riesgos que asume la institución.
- Evaluación integral de los riesgos. Evaluar todos los riesgos que afectan al banco y su grado de importancia.
- Seguimiento e información. Los procesos deben considerar sistemas de seguimiento de las exposiciones del banco y de los eventuales cambios del perfil de riesgo del banco. Además, se requiere que la dirección sea periódicamente informada para que pueda evaluar los riesgos relevantes y los efectos sobre los requerimientos de capital, los supuestos en los que se basan los modelos.
- Examen del control interno. Los bancos deben de contar con una estructura formal de control interno, es decir, que se dispone de un plan para dar seguimiento a que las operaciones diarias cumplan con los procedimientos y políticas establecidas, que la base de datos es exacta, que los escenarios supuestos son razonables y que los capitales se relacionan con los niveles de riesgos.

Principio 2: Las autoridades supervisoras deberán examinar y evaluar las estrategias y evaluaciones internas de la suficiencia de capital de los bancos, así como la capacidad de éstos para vigilar y garantizar su cumplimiento de los coeficientes de capital regulador. Las autoridades supervisoras deberán intervenir cuando no queden satisfechas con el resultado de este proceso.

El organismo supervisor tiene la responsabilidad de examinar periódicamente, tanto los procesos de evaluación utilizados por los bancos como los mecanismos internos de control que aplica la institución. El comité estima que el examen periódico podrá incluir una combinación de las siguientes actividades:

- Exámenes fuera del banco
- Diálogos con la dirección del banco
- Revisión de los trabajos de los auditores externos
- Información periódica

Principio 3: Los supervisores deberán esperar que los bancos operen por encima de los coeficientes mínimos de capital regulador y deberán ser capaces de exigirles que mantengan capital por encima de este mínimo.

El comité estima que los requerimientos de capital determinados sobre la base del Primer Pilar deben incluir un margen que considere las incertidumbres que rodean la aplicación de dicho Pilar y que afectan al sistema bancario en su conjunto. Se espera que los supervisores exijan (o aconsejen) a los bancos que operen con un margen por encima del estándar del Primer Pilar.

Principio 4: Los supervisores tratarán de intervenir con prontitud a fin de evitar que el capital descienda por debajo de los niveles mínimos requeridos para cubrir las características de riesgo de un banco dado. Asimismo, deberán exigir la inmediata adopción de medidas correctoras si el capital no se mantiene en el nivel requerido o no se recupera ese nivel.

Tercer Pilar Basilea II: Disciplina del Mercado

El Tercer Pilar - como complemento de los pilares primero y segundo – tiene como objetivo normar en cuanto a la forma en que las instituciones financieras divulgarán la información relativa a los mecanismos de medición de los riesgos y de determinación de las exigencias mínimas de capital.

Las normas de divulgación de información tienen como propósito fomentar la disciplina del mercado, permitir a los agentes económicos evaluar la información relativa a las exposiciones de los bancos, el capital, los procesos de evaluación de riesgos y facilitar la comparación entre diferentes entidades. La elevada importancia del proceso de divulgación surge del hecho que las metodologías internas de evaluación otorgan a los

bancos una mayor discrecionalidad al momento de determinar sus requerimientos de capital y, con todo ello, a la suficiente de capital.

Entre los elementos que considera el Tercer Pilar, se tienen:

- Lograr una *adecuada divulgación*: Los mecanismos para ello dependerán de las potestades jurídicas del supervisor.
- *Interacción con las divulgaciones contables*: Es importante que los requisitos de divulgación del Tercer Pilar no entre en conflicto con lo establecido por las normas contables.
- *Pertinencia de la información*: Una información se considera como pertinente cuando su omisión o aserción errónea pudieren modificar o influenciar la evaluación o decisión de un usuario que dependa de esa información.
- *Frecuencia*: Como regla general se establece generar información semestral; sin embargo para cierto tipo de información no se excluye una periodicidad anual (divulgación de las políticas de gestión de riesgo) o trimestral (bancos con mayor sensibilidad al riesgo). Con todo, la información pertinente deberá ser divulgada tan pronto sea posible.
- *Información en propiedad y confidencial*: Las normas de divulgación deben proteger la información en propiedad y confidencia (por información en propiedad se entiende aquella que si se comparte reduce el valor de la inversión del banco; por ejemplo uso de sistemas).
- *Política de Divulgación*: Los bancos deben contar con una política formal de divulgación aprobada por la administración superior, en donde se establezca: tipo de información a divulgar, validación de los antecedentes entregados al mercado y periodicidad de los reportes.
- *Ámbito de Aplicación*: Debe ser a nivel consolidado superior del grupo bancario, incluyendo sus filiales (administradoras de fondos mutuos, corredoras y otras).

2.1.2 Regulación prudencial y supervisión financiera en México en materia de administración de riesgos.

La regulación y supervisión financiera surge como una necesidad de evitar el contagio de insolvencia en el sector financiero de una economía ya que esto podría provocar,

mediante un efecto dominó, la quiebra total de la industria. Además es indispensable proteger a los ahorradores en el proceso de intermediación que realizan los bancos, evitar la presencia de poderes oligopólicos, garantizar el sistema de pagos en la economía y controlar el riesgo de las posiciones abiertas que tienen las mesas de dinero de las instituciones financieras, controlar la asimetría que existe entre quien se beneficia de las utilidades (accionistas) y quien absorbe las pérdidas (contribuyentes y/o ahorradores), entre otras. En el caso del sistema financiero mexicano, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el Banco de México, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), la Comisión de Seguros y Fianzas y la Comisión Nacional del Sistema de Ahorros para el Retiro (CONSAR) se encargan de la regulación y supervisión de las funciones de cada institución dentro del sistema.

En México, durante los últimos años, la regulación del sistema financiero ha tenido importantes cambios. En la década de los años ochenta la operación de los bancos mexicanos, en esos momentos estatales, estaba muy regulada, con un encaje legal marginal de hasta 100%, control sobre las tasas de interés pasivas y cajones de inversión obligatorios a sectores prioritarios. En 1991 se inició el proceso de privatización de los bancos, se otorgaron autorizaciones a bancos nuevos y se permitió la presencia de los bancos extranjeros, lo que trajo como consecuencia una recomposición del sistema financiero nacional al enfrentar el proceso de fusiones y adquisiciones. A si mismo se autorizó la operación con nuevos instrumentos, entre ellos los productos derivados. El Tratado de Libre Comercio concedió la apertura gradual a los servicios financieros de Estados Unidos y Canadá respecto del mercado mexicano. Se eliminó el encaje legal y fue sustituido por el coeficiente de liquidez y el financiamiento al gobierno se trasladó a lo que se conoce como operaciones de mercado abierto. Los bancos pasaron de ser especializados a prestar diferentes servicios financieros de manera integra.

La mayor parte de los bancos fue adquirida por accionistas o dirigentes de casas de bolsa. Así se dio la tendencia de que, en gran parte, sus actividades se orientaran a la llamada *actividad de banca bolsista*, también las sociedades de inversión que captaban un importante segmento del ahorro público, no lo destinaban al apoyo de la industria, el comercio o los servicios, sino a la inversión en la bolsa de valores, en posiciones elevadas de riesgo.

La privatización de los bancos vino acompañada de una expansión del crédito acelerada, con tasas de crecimiento reales de 29.1% por año en promedio entre 1992

y 1994, así como de posiciones de riesgo elevadas en las mesas de dinero, cambios y coberturas cambiarias que alentó la falta de requerimientos de capital sobre esas posiciones. En este periodo de grandes posiciones de riesgo, ocurrió la devaluación del peso de diciembre de 1994, el incremento de la inflación y de las tasas de interés y la caída de la actividad económica y de los salarios reales.³⁷

La combinación de estos factores provocó la crisis bancaria mexicana que puso de manifiesto la fragilidad del sistema financiero. Los bancos mexicanos presentaron fuertes pérdidas por riesgo de mercado y crédito principalmente, incluyendo también pérdidas por riesgo de liquidez y legal. Los riesgos mencionados se muestran en los siguientes resultados:

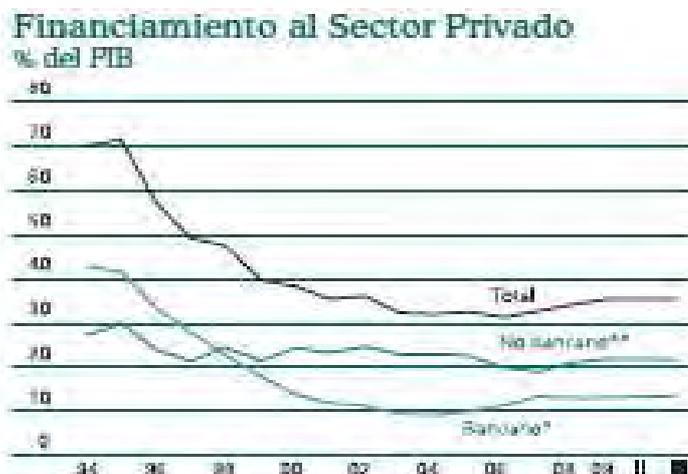
- El incremento de la cartera vencida con respecto a la cartera vencida de los Bancos Múltiples alcanzó un nivel de 13.1% -más de 20% si se considera a los bancos intervenidos o con problemas de capitalización- de la cartera total (riesgo de crédito) y debido a contratos mal elaborados (riesgo legal).
- Los bancos presentaron grandes pérdidas a causa de la devaluación del peso mexicano de casi 100%, la caída del índice bursátil de 23.5% en términos reales y el incremento de las tasas de los Cetes de 70 puntos porcentuales (riesgo de mercado).
- Después de la devaluación muchos cuenta habientes de la banca retiraron sus depósitos en dólares y, ante la insuficiencia de efectivo, Banco de México tuvo que otorgar préstamos en dólares a los bancos para que éstos, a su vez, atendieran las necesidades de su clientela (riesgo de liquidez).

El entorno macroeconómico adverso que se presentó por la crisis de 1995 redujo la capacidad de pago de las familias y de las empresas, y el aumento de las tasas de interés incrementó el pago del financiamiento de los deudores. Estos eventos propiciaron el crecimiento acelerado de la cartera de crédito vencida de los bancos. Éstos tuvieron que utilizar sus reservas preventivas y su capital, lo cual afectó su solvencia financiera y, en consecuencia, su capacidad para otorgar nuevos créditos.

³⁷ SOLIS, LEOPOLDO. “Evolución del sistema financiero mexicano: hacia umbrales del siglo XXI”. Ed. Siglo XXI, México 1997.



Lo anterior requirió de un profundo proceso de saneamiento financiero de las instituciones que redujo el saldo de financiamiento al sector privado. Esto se logró, entre otros factores, mediante la venta de cartera de crédito al Fondo Bancario de Protección al Ahorro y los programas de quitas y apoyos a clientes cumplidos.



Bajo las características sufridas por la economía, a partir de 1995 los mercados han operado con un tipo de cambio sujeto a flotación y libre determinación de las tasas de interés con el propósito de reducir los flujos de capital especulativo. El riesgo actualmente se encuentra inmerso en este entorno, ya que se han incrementando los flujos de capital en moneda extranjera invertidos en este país, de tal manera que

actualmente éste debe ser monitoreado y controlado por quienes toman posiciones en el mercado.

En este sentido, el Banco de México ha expedido varias circulares, al respecto y la más importante es la circular donde se imponen los Límites de Admisión de Pasivos en Moneda Extranjera, Regímenes de inversión y Requerimiento de Liquidez³⁸, la cual señala que las instituciones financieras al cierre de cada día no podrán mantener un monto de pasivos en moneda extranjera sujeto al límite, mayor a 1.83 veces su capital básico, además de que los bancos deben disponer de activos líquidos de alta calidad, es decir que tengan calificación para requerimiento de liquidez³⁹.

A través de la *regulación prudencial* la solvencia de las instituciones es responsabilidad tanto de las autoridades como de las propias entidades financieras.

El marco de una regulación prudencial se conforma de:

- Requerimientos de autorización de las instituciones financieras en función de la experiencia y la calidad moral de los administradores, del nivel de capitalización disponible y de los recursos operativos necesarios para realizar operaciones.
- Normas de capitalización, definición de estándares mínimos de conducta, reportes periódicos que informen al mercado sobre la evolución financiera de las entidades, criterios contables que permitan evaluar la situación financiera de las instituciones, mecanismo de valuación de las carteras a precio de mercado, lineamientos de control interno y una supervisión mediante visitas de inspección.

En 1995 el Banco de México en el Anexo 9 de la Circular 2019/85 del 20 de septiembre, estableció que las instituciones deberán cumplir con 31 puntos en los que destacan, principalmente:

³⁸ Consúltese la Circular 2019/95 M.13 expedida por Banco de México, en www.banxico.gob.mx

³⁹ Es el grado de calificación, para la deuda de corto plazo, igual o mayor a A-2 ó P-2, según corresponda, otorgado para efectos internacionales a la entidad financiera, empresa o emisión de que se trate, por la agencia Poor's o Moody's Investors Service, así como al grado de calificación equivalente al referido que otorguen otras agencias calificadoras de reconocido prestigio internacional. entidad

- Se involucra a la Dirección General y al Consejo de Administración de las instituciones financieras, en la definición de la operación, límites de riesgo, y aprobación de nuevos productos.
- Se crea la *unidad de control de riesgos*, independiente de las áreas de “trading” con la función de medir y de informar diariamente a la dirección general sobre la exposición al riesgo de la institución, la cual debe contar con sistemas de estimación y valuación de riesgos.

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) a través de la Circular 1480 también conocida como Circular Única de Bancos sobre regulación prudencial, establece que las instituciones de banca múltiple deben definir sus objetivos sobre la exposición al riesgo y desarrollar políticas y procedimientos para la administración de los distintos tipos de riesgo a los que se encuentran expuestas. Las principales disposiciones son⁴⁰:

- El Consejo de cada Institución será el responsable de aprobar los objetivos y políticas, lineamientos, la metodología y los procedimientos que incluyan los modelos, parámetros y escenarios que habrán de utilizarse para llevar a cabo la valuación, medición y el control de riesgos que proponga la unidad de administración del riesgo; así como los Límites Específicos de Exposición al Riesgo por tipo de riesgo y los Niveles de Tolerancia al Riesgo.
- Las unidades de control de riesgos tendrán que ser unidades independientes de las áreas de negocio; y serán las áreas responsables de vigilar que el sistema de riesgos sea integral. Cualquier desviación de los límites de riesgos deberán informarse a la Dirección General de la entidad. Asimismo, el proceso de administración de riesgos será auditado.
- Se deberán administrar los riesgos de mercado, de crédito y de liquidez. En el caso del riesgo operativo se deberán establecer planes de contingencia y sistemas de control de alerta temprana.
- Para administrar el riesgo de mercado se deberán utilizar modelos de Valor en Riesgo (VAR) y las unidades de riesgo deberán allegarse de información histórica de los factores de riesgo, considerando el impacto que en el valor del

⁴⁰ Consúltese **la Circular 1480** “Disposiciones de Carácter General aplicables a las Instituciones de Crédito” en materia de administración de riesgos, publicada el 2 de Diciembre de 2005 en el Diario Oficial de la Federación emitida por la CNBV.

capital y en el estado de resultados de la institución provocan las alteraciones de los diferentes factores de riesgo.

En lo referente a la administración de riesgo de mercado, por lo que hace a títulos para negociar, títulos disponibles para la venta, operaciones de reporto, otras operaciones con valores y los instrumentos derivados así como los de cobertura para las posiciones primarias, las disposiciones establecen que, las instituciones deberán:

- Analizar, evaluar y dar seguimiento a todas las posiciones sujetas a riesgo de mercado antes mencionadas, utilizando para tal efecto modelos de Valor en Riesgo que midan la pérdida potencial en dichas posiciones, asociada a movimientos de precios, tasas de interés o tipos de cambio, con un nivel de probabilidad dado y sobre un período específico.
- Evaluar la concentración de sus posiciones sujetas a riesgo de mercado.
- Comparar las exposiciones de riesgo de mercado estimadas con los resultados efectivamente observados.
- Contar con la información histórica de los factores de riesgo necesaria para el cálculo del riesgo de mercado.
- Calcular las pérdidas potenciales bajo distintos escenarios, incluyendo escenarios extremos.

Incorporación de Basilea II en el Sistema Bancario Mexicano

Para promover la adecuada gestión del riesgo en las instituciones financieras y para contar con un esquema regulatorio moderno y más sensible al riesgo y que al mismo tiempo sea consistente con el más reciente consenso internacional en la materia, esto es, el Nuevo Acuerdo de Capital Basilea (Basilea II), el 23 de Noviembre de 2007, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público publicó a través del Diario Oficial de la Federación, las Reglas para los Requerimientos de Capitalización para las Instituciones de Banca Múltiple, Sociedades Nacionales de Crédito e Instituciones de Banca de Desarrollo, en colaboración con Banco de México y la CNBV. Dichas reglas fueron modificadas el 9 de Abril de 2010, únicamente para incorporar el cálculo de los requerimientos de capitalización respecto a los paquetes de opciones tipo "caps" o "floors".

Las Reglas de capitalización *tienen por objeto fijar principios y lineamientos para que el índice capitalización de las instituciones financieras, refleje, con mayor precisión y sensibilidad los riesgos que enfrentan dichos intermediarios, como son el crediticio, el de mercado y ahora también el operacional, no considerado anteriormente, a fin de favorecer el uso más eficiente del capital en las Instituciones.* ⁴¹

Estas reglas señalan que las Instituciones deberán mantener un capital neto en relación con los riesgos de mercado, de crédito y operacional en que incurran en su operación, que no podrá ser inferior a la cantidad que resulte de sumar los requerimientos de capital por dichos tipos de riesgo.

El Índice de Capitalización representa la capacidad del capital neto para absorber pérdidas potenciales derivadas de riesgos de crédito, mercado y operativo.

El nivel que establecen las autoridades es del 8%, lo cual significa que si se tiene un capital neto menor a este requerimiento, el banco ya no será capaz de mantener su operación. El capital neto es el patrimonio real del banco para hacer frente a las operaciones que genera su activo y es capaz de absorber riesgos.

Las reglas también establecen el procedimiento para que las Instituciones determinen el capital neto, el cuál estará integrado por una parte básica y una parte complementaria. El cálculo de los requerimientos de capital está sustentado en base a lo establecido por Basilea II, descrito anteriormente.

Para el cálculo de los requerimientos de capital por riesgo de crédito, las instituciones deberán utilizar el método estándar o el método basado en calificaciones internas, previamente autorizado por la CNBV (estos métodos fueron explicados cuando revisamos Basilea II). Para el caso de México, si las instituciones bancarias utilizan el método estándar deberán clasificar las operaciones sujetas a riesgo de crédito en

⁴¹ Diario Oficial de la Federación, 9 de abril de 2010. Sexta Sección, Título Primero Bis “Requerimientos de Capital de las instituciones de crédito”.

algunos de los grupos establecidos por las reglas, de acuerdo al emisor o contraparte con quien se pactó la operación.⁴²

Durante el último año, se observa una tendencia a la baja del ICAP para la banca comercial, por su parte, la banca de desarrollo ha registrado una mayor estabilidad. Sin embargo a pesar de la crisis el sector bancario mostró fortaleza por que está bien capitalizado.



Fuente: Comisión Nacional Bancaria y de Valores. *Boletín Estadístico Banca Múltiple*. Marzo 2010.

Los requerimientos de capital son reportados por las Instituciones mensualmente a Banxico, quien es el encargado de validarlos y posteriormente informa a la CNBV quien publica el ICAP a través de las Alertas Tempranas, las cuales son un control sobre el ICAP y establecen cinco categorías o grupos para clasificar a las instituciones en las cuales se les requiere, en base a su clasificación, una serie de medidas mínimas y adicionales. Actualmente, todas las instituciones de crédito están clasificadas en la categoría I, que es la categoría de menor de riesgo.

⁴² Grupo I: Banco de México, Gobierno Federal, IPAB. Grupo II: Gobiernos de países extranjeros y sus bancos centrales, Grupo III: Banca Múltiple, Bancos extranjeros, casa de bolsa y otras entidades financieras, Grupo IV: Banca de Desarrollo, Grupo V: Crédito al Consumo, Grupo VII Empresas.

Grupo	Rango	Medidas Mínimas
I	> 10%	Ninguna
II	8% < icap < 10%	Informar a su Consejo Directivo y a la CNBV las causas que originaron la disminución del icap. Abstenerse de realizar operaciones que consuman capital
III	7% < icap < 8%	Además de las anteriores, presentar un plan de reestructuración de capital a la CNBV, previa autorización de su Consejo; suspender pago de dividendos; suspender pagos extraordinarios a altos funcionarios
IV	4% < icap < 7%	Además de lo anterior, deberán solicitar la autorización a la CNBV para llevar a cabo nuevas inversiones en activos no financieros y abrir sucursales.
V	< 4%	Todas las anteriores

Fuente: CNBV. Alertas Tempranas

El ICAP también está relacionado con otros límites regulatorios, como el que controla el riesgo de crédito de operaciones activas. Dicho límite está publicado en las Reglas Generales para la diversificación de riesgos en la realización de operaciones activas, de acuerdo a estas reglas los financiamientos que las instituciones de crédito otorguen a una persona o grupo de riesgo común, dependerán del Índice de Capitalización del banco y serán un porcentaje del capital básico del banco, calculado al cierre de cada trimestre terminado en Marzo, Junio, Septiembre o Diciembre. El mínimo es 12% y el máximo es de 40%, de acuerdo a la tabla siguiente:

Índice de Capitalización	Límite Máximo de Financiamiento
Más de 8% y hasta 9%	12%
Más de 9% y hasta 10%	15%
Más de 10% y hasta 12%	25%
Más de 12% y hasta 15%	30%
Más de 15%	40%

Fuente: CNBV. *Disposiciones de Carácter General aplicables a las Instituciones de Crédito*

2.2 El proceso de Administración de Riesgos

El objetivo de la administración de riesgos es proporcionar alternativas para proteger las inversiones de los riesgos financieros asegurando que una institución o inversionista no sufra pérdidas económicas inaceptables y mejorar el desempeño financiero de dicho agente económico.

El proceso de administración de riesgos implica identificar los factores de riesgos, cuantificar y controlar el riesgo mediante el establecimiento de límites de tolerancia al riesgo y por último modificar dichos riesgos a través de disminuir la exposición al riesgo o de instrumentar una cobertura.

a) *Identificar factores de riesgos*: La identificación del riesgo consiste en determinar cuáles son las exposiciones al riesgo y los factores de riesgo en la unidad de análisis o a los que se expone una transacción.

Los factores de riesgo son las variables financieras que determinan el precio de un activo financiero. Los factores más comunes son: los precios de las acciones, las tasas de interés, los tipos de cambio, los precios de materias primas.

El riesgo de un instrumento o portafolio está directamente relacionado con el comportamiento de variables de mercado. Esto permite entender la naturaleza de los riesgos, y por ende, la manera de controlarlos.

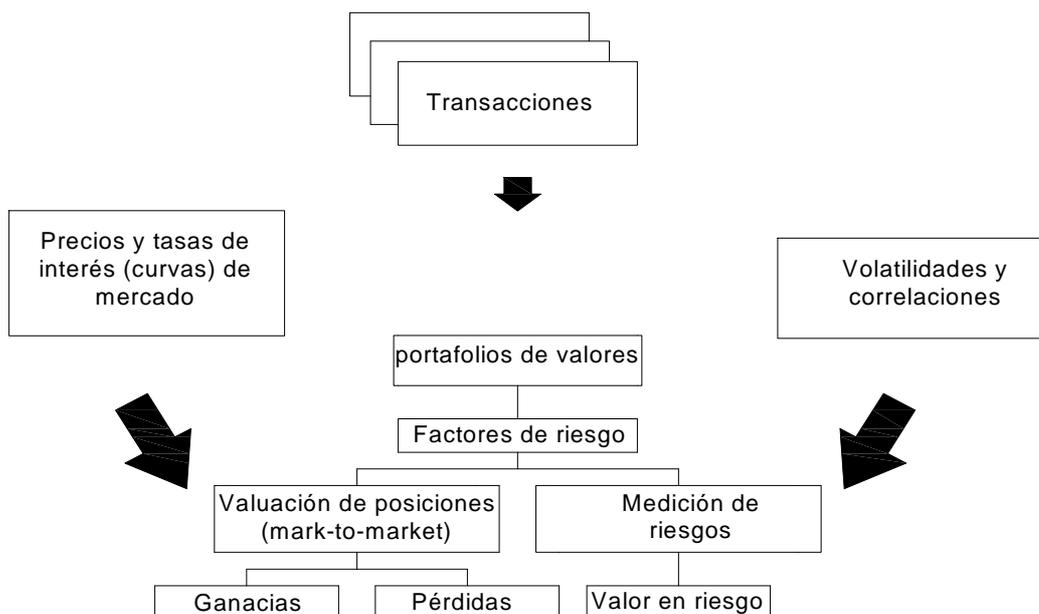
b) *Cuantificación y control del riesgo*: Una medida común utilizada para la cuantificación del riesgo de mercado es el VaR, el cual se verá con detalle más adelante. Para el caso de riesgos de crédito la cuantificación se realiza a través del cálculo de la probabilidad de impago o incumplimiento, es decir un estimado de pérdidas esperadas por riesgo crediticio y mediante el cual las instituciones financieras pueden crear reservas preventivas de pérdidas derivadas de incumplimiento de contrapartes o de problemas con el colateral.

Para la cuantificación del riesgo es necesario, por una parte, contar con los precios y tasas de interés de mercado para la valuación de los instrumentos y, por otra, cuantificar las volatilidades y correlaciones que permitan obtener el valor en riesgo por instrumento, por grupo de instrumentos y la exposición del riesgo global.⁴³ Además es importante estimar todos los cambios posibles que podrían registrar los factores de riesgo durante el horizonte de inversión y analizar y describir las características estadísticas e estos resultados.

⁴³ La exposición de riesgo global se refiere a la magnitud de exposición a los distintos tipos de riesgo por unidad de negocio o por factor de riesgo, causa u origen de los mismos, para una Institución en su totalidad.

La metodología del VaR se puede aplicar a todas las posiciones de riesgo o carteras de inversión y a todos los niveles de una institución financiera. Actualmente los modelos de VaR también se están aplicando a aseguradoras, fondos de pensiones, etc.

Diagrama 1. Cuantificación del riesgo de mercado:



Fuente: De Lara Haro, Alfonso. *Medición y control de riesgos financieros*

c) *Modificación de dichos riesgos a través de disminuir la exposición al riesgo o de instrumentar una cobertura.* La volatilidad e incertidumbre están presentes a diario en los mercados financieros, lo que hace necesario que inversionistas, empresas e instituciones financieras consideren alternativas para controlar eficientemente los riesgos a los cuales se encuentran expuestos, así como para optimizar el rendimiento de sus portafolios. Al respecto, una herramienta importante es el uso de instrumentos derivados.

Los instrumentos derivados son contratos cuyo precio depende del valor de un activo, el cual es denominado "subyacente". Los activos subyacentes pueden ser a su vez instrumentos financieros, por ejemplo una acción individual o una canasta de acciones, instrumentos del mercado de dinero, también pueden ser bienes como el oro; o

indicadores como un índice bursátil, índice inflacionario, tasa de interés, tipo de cambio, etc.

Su finalidad es transferir o cubrir el riesgo que resulta de movimientos inesperados en el precio del subyacente entre los participantes que quieren disminuirlo y aquellos que desean asumirlo. En el primer caso, se encuentran los individuos, empresas o instituciones que desean asegurar el día de hoy el precio futuro del activo subyacente, así como su disponibilidad. En el segundo caso, se trata de individuos, empresas o instituciones que buscan obtener la ganancia que resulta de los cambios abruptos en el precio del activo subyacente.⁴⁴

Los instrumentos derivados surgen como resultado de la necesidad de cobertura que algunos inversionistas tienen, ante la volatilidad de precios de los bienes subyacentes. Así los inversionistas pueden controlar los riesgos haciendo frente a las nuevas condiciones del mercado.

En resumen, en el proceso de administración de riesgo es necesario plantear lo siguiente:

- Establecer los criterios de aceptación de riesgos.
- Análisis de los riesgos a los que se encuentra expuesto la entidad financiera o portafolio.
- La medición del riesgo (VaR) y el desarrollo de modelos y estructuras de límites.
- Implementación
- Monitoreo y control
- La generación de reportes a la alta dirección que permitan observar el cumplimiento de límites, las pérdidas y ganancias realizadas y no realizadas.

El proceso de administración de riesgo considera el cálculo del VaR lo cual ayuda a la alta dirección a evaluar el comportamiento de las unidades de negocio y a determinar la estrategia de la institución financiera bajo una base de rendimientos ajustados por riesgo, es decir, permite asignar el capital a las áreas de negocio en función de los rendimientos esperados y del nivel de riesgo que se debe soportar para alcanzarlo. En

⁴⁴ Consúltese el documento “*El Mercado Mexicano de Derivados. Una introducción.*”, www.mexder.com

otras palabras, el riesgo de capital es equivalente al capital económico que soporta la operación de una unidad de negocio.

2.3 Definición del Valor en Riesgo

El Valor en Riesgo es una medida obtenida mediante el uso de herramientas estadísticas, que muestra las pérdidas ante cambios en las condiciones de mercado.

La medida del VaR se define como:

*"La pérdida máxima que se puede observar –por una determinada posición o cartera de inversión- en el caso de presentarse un cambio en los factores de riesgo, a lo largo de un horizonte de tiempo dentro de un intervalo de confianza dado".*⁴⁵

Es importante mencionar que ésta definición es **válida únicamente en condiciones normales de mercado**, ya que en escenarios de crisis y turbulencia la pérdida esperada se define por pruebas de stress o valores extremos, las cuales serán descritas más adelante.

La estimación del VaR involucra cuatro elementos para realizar estimaciones confiables⁴⁶:

1. Grado de sensibilidad de la posición o de la cartera de inversión ante cambios en los factores de riesgo. Para estimar el VaR se requiere determinar un conjunto de factores de riesgos alternativos que, comparados con los niveles de los factores de riesgo vigentes permitan estimar las pérdidas o ganancias de una posición o de un portafolio de inversión o de crédito.
2. Forma de distribución de probabilidad del cambio en los factores de riesgo. Para determinar el tamaño y la probabilidad de que se presenten movimientos adversos en los factores de riesgo que determinan el precio de los activos financieros y crediticios, es preciso conocer la distribución de frecuencias de los cambios de estos factores de riesgo.

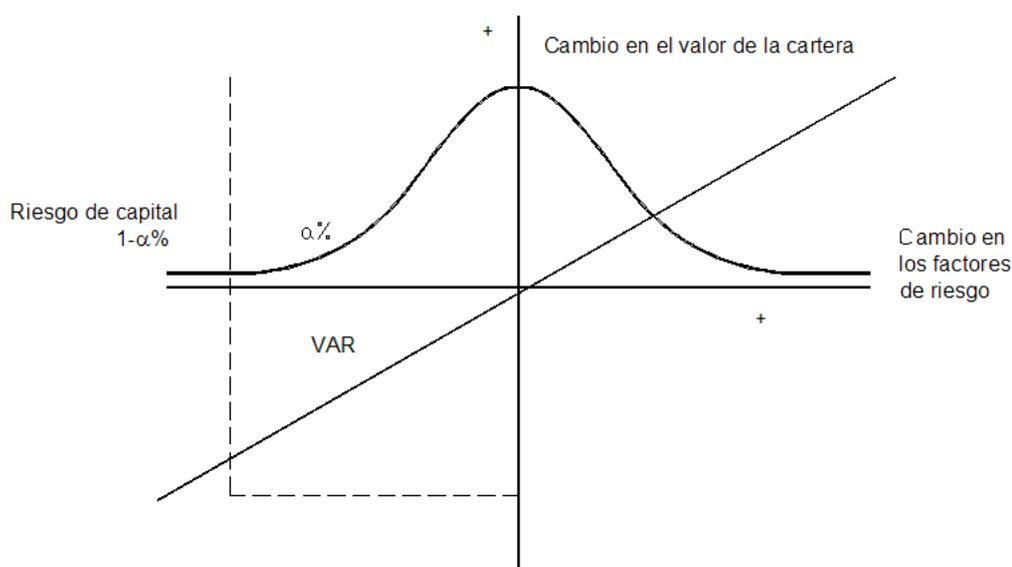
⁴⁵ JORION PHILIPPE. *Op. Cit.* p. 41

⁴⁶ SANCHEZ CERON CARLOS, *Valor en Riesgo y otras aproximaciones*. Valuación, Análisis y Riesgo, S.C., 2001, pág. 43

3. Horizonte de inversión. Es el periodo en el que se supone que se mantendrá la posición de riesgo. Existe una relación directa entre el horizonte de inversión y el VaR, ya que en la medida en que un portafolio se mantenga por más tiempo, el riesgo será mayor. Para determinar el horizonte de inversión es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:
- Liquidez y tamaño de la posición. El horizonte de inversión depende del monto y de la liquidez de la misma.
 - Desarrollo y tamaño de los mercados. En la medida en que los volúmenes operados sean relativamente bajos, intentar realizar operaciones en estos mercados puede incrementar el VaR.
 - Condiciones de los mercados. El periodo necesario para liquidar o cubrir la posición de riesgo depende de las condiciones de mercado. En periodos de estabilidad seguramente tomará menos tiempo deshacer la posición que en periodos de turbulencia.
4. Nivel de confianza. Se debe determinar un número de resultados probables de pérdidas o ganancias, en cuántos de ellos un intermediario requiere que la estimación de las pérdidas máximas (VaR) sea inferior a las que realmente podrían observarse. Por ejemplo, si un intermediario determina un nivel de confianza de 95%, significa que dicho intermediario estará dispuesto a aceptar que en sólo cinco de cada cien casos las pérdidas observadas serán superiores a las máximas estimadas. Para determinar el nivel de confianza se debe considerar los siguientes factores: el apetito de riesgo y disposición aportaciones de capital, la calidad de los modelos internos de valor en riesgo y la composición de las carteras de inversión y de crédito.

Una vez que se han definido los cuatro puntos descritos, la estimación del VaR es directa, como se muestra en la gráfica 14 donde el nivel de confianza es igual a " α ". En la gráfica, el VaR estimado corresponde al punto donde se interceptan la línea vertical punteada y el área sombreada de la distribución.

Gráfica 14



Por lo tanto, una vez definido el VaR, es necesario conocer el fundamento estadístico para su cálculo.

2.4 Fundamentos estadísticos para el cálculo del VaR

2.4.1 Distribución normal

Diversos modelos que se utilizan para estimar el VaR, principalmente de mercado suponen que la distribución de probabilidad⁴⁷ de los factores de riesgo, es una normal, la cual está definida por una curva simétrica en forma de campana.

La distribución normal tiene un papel importante en la medición de riesgos en finanzas, ya que con sólo dos parámetros: media y desviación estándar, se pueden explicar las características de la distribución de los cambios en los factores de riesgos. En este sentido "la justificación de utilizar el supuesto de normalidad se basa en el principio de que conforme se incrementa el número de observaciones, las diferentes distribuciones de probabilidad convergen en una normal".⁴⁸

⁴⁷ *Distribución de probabilidad*. Indica la relación que hay entre los posibles valores de un resultado y su verosimilitud de ocurrencia.

⁴⁸ SANCHEZ CERON, CARLOS, *Op. Cit.*, pág. 68

La curva normal está centrada alrededor de la media, la cual se representa por μ . La desviación estándar determina el grado de dispersión alrededor de la media, representada por σ y mide la variabilidad promedio de una variable aleatoria⁴⁹ con respecto del valor esperado. En un portafolio o instrumento financiero, la media es simplemente su rendimiento promedio, y a la desviación estándar se le define como volatilidad.⁵⁰ Para su cálculo se utilizan las siguientes fórmulas:

- Media

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

$$\mu = \sum_{i=1}^n P_i R_i$$

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i - \mu)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_i (R_i - \mu)^2}$$

Donde:

P_1 = probabilidad de ocurrencia y

R_1 = rendimiento.

La ventaja del supuesto de normalidad es que, con base a las estimaciones de la media y de la desviación estándar muestral es posible determinar la probabilidad de que una variable aleatoria se sitúe en cualquier rango dentro de la distribución de probabilidad.⁵¹

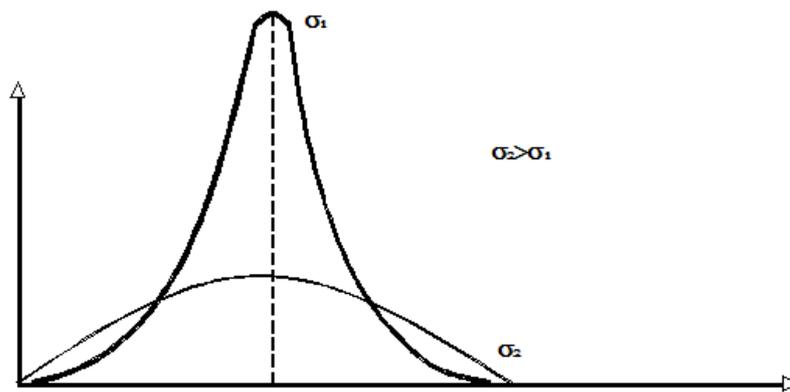
⁴⁹ **Variable aleatoria.** Variable que sigue un comportamiento incierto a lo largo del tiempo. Al contrario, una variable determinista es aquella cuya evolución en el tiempo se conoce.

⁵⁰ La volatilidad será explicada en el apartado 2.5

⁵¹ DE LARA HARO, ALFONSO. *Medición y control de riesgos financieros*. Limusa 3ª edición. México, 2008.

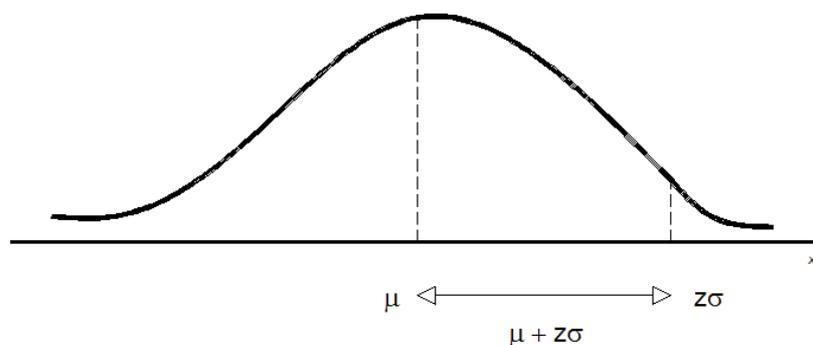
En la gráfica 15 se muestran dos distribuciones de probabilidad normal que tienen la misma media pero diferente dispersión. En este gráfico se observa que la distribución de probabilidad 2 tiene mayor dispersión que la distribución 1 y, por tanto, tiene mayor riesgo.

Gráfica 15



Es importante señalar que la función de distribución normal es simétrica con respecto a la media, y por tanto solo se necesita tabular las áreas de un lado de la media. Las áreas tabuladas son áreas a la derecha o a la izquierda de valores de z , en donde z es la distancia de un valor x respecto a la media, expresada en unidades de desviación estándar.

Gráfica 16



De lo anterior se desprende que:

$$x = \mu + 2\sigma$$

y por lo tanto:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Si la variable aleatoria "x" es el rendimiento de algún factor de riesgo (precio de acciones, tasas de interés o tipos de cambio), entonces siempre será posible transformar dicha variable aleatoria normal en "z" mediante la expresión anterior.

Si "z" localiza un punto medio a partir de la media de una variable aleatoria normal con la distancia expresada en unidades de la desviación estándar de la variable aleatoria normal original, el valor medio de "z" tiene que ser 0 y su desviación estándar igual a 1. A "z" se le conoce como la variable aleatoria normal estándar y tiene una distribución normal N(0,1). A esta distribución se le denomina distribución normal unitaria o estandarizada. Bajo esta distribución, teóricamente y bajo condiciones de mercado eficientes, el valor esperado de las ganancias o pérdidas de capital de invertir en un instrumento financiero debe ser cero. Se calcula con la siguiente fórmula:

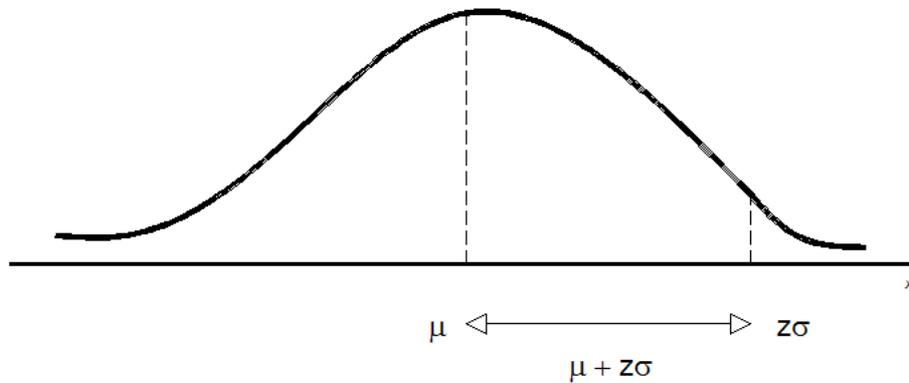
$$z = \frac{R_i - \mu}{\sigma}$$

2.4.2 Intervalos de confianza

Un intervalo de confianza, conocido también como nivel de confianza, hace referencia a la probabilidad de la pérdida en un periodo de tiempo debido a cambios en los factores de riesgo. Es decir, un intervalo de confianza del 95% indica que alrededor del 5% de las veces, se debe esperar perder en una inversión como máximo la cifra del VaR calculada. Gráficamente es el área bajo la curva. Así, si se desea obtener la probabilidad de que un rendimiento futuro se encuentre entre los rendimientos a y b. Matemáticamente el área bajo la curva se obtiene de integrar la función de probabilidad f(x) definida entre a y b, de la siguiente forma:

Probabilidad = $\int_a^b f(x)dx$

Gráfica 17

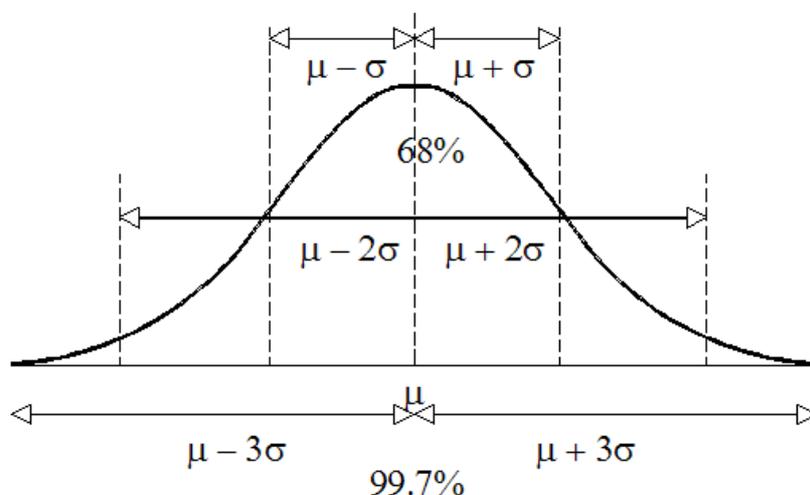


La función de densidad de probabilidad describe la distribución de probabilidad para una variable aleatoria continua. Tiene las siguientes propiedades:

1. El área total bajo la distribución de densidad es 1.
2. La probabilidad entre a y b es el área bajo la curva entre a y b.
3. La función de probabilidad es siempre positiva o cero.

Para una distribución normal, las probabilidades para ciertos rendimientos alrededor de la media son conocidas. El área dentro de una desviación estándar de la media cubre aproximadamente el 68% de los rendimientos posibles. Dos desviaciones estándar de la media cubren aproximadamente 95% de los rendimientos posibles y tres desviaciones estándar de la media cubren aproximadamente el 99.7% de la media como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 18



La siguiente tabla nos muestra los cuantiles más bajos de la distribución normal.

Percentil	99.99	99.9	99	97.72	97.5	95	90	84.13	50
Valor	-3.71	-3.09	-2.32	-2	-1.96	-1.64	-1.28	-1	0

Tabla 2.1

En México las instituciones financieras ocupan un intervalo de confianza de 95% para calcular el riesgo de sus posiciones, el Comité de Basilea propone 99%. La elección del intervalo de confianza depende principalmente de cómo se quiera interpretar el número calculado según la metodología del VaR.

Es decir, para estimar el VaR es necesario conocer la distribución de probabilidad de los cambios futuros del valor de mercado del portafolio y de cada una de sus posiciones durante el plazo del activo o periodo de la cartera.

En términos generales, para estimar la función de probabilidad y el VaR es necesario seguir cuatro etapas:⁵²

1. Identificar los factores de riesgo que pueden influir en el valor de mercado del portafolio de inversión.

⁵² JORION, PHILIPPE. Op. Cit., pág. 103

2. Estimar la distribución de probabilidad de los cambios de los factores de riesgo que podrían ocurrir durante el horizonte de inversión.⁵³
3. Construir la distribución de probabilidad de los cambios en el valor de mercado del portafolio, a partir de la combinación de las distribuciones de probabilidad estimadas en la fase anterior.
4. Calcular el VaR de las posiciones individuales y de todo el portafolio de inversión.

El apartado siguiente es muy importante dada la relevancia que tienen los resultados a mostrarse en el siguiente capítulo, en donde se observará que la parte más importante estriba en el coeficiente de volatilidad y sus correlaciones calculando los cambios posibles en los valores de los Cetes sobre periodos en un lapso de tiempo establecido.

2.5 Volatilidad

En el ámbito de la ingeniería financiera, la volatilidad es considerada una medida estadística. Es un indicador fundamental para la cuantificación de riesgos de mercado porque representa una medida de dispersión de los rendimientos con respecto al promedio o la media de los mismos en un periodo determinado, es decir, **la volatilidad es la desviación estándar de los rendimientos de un activo o un portafolio. Si la volatilidad aumenta, el VaR también lo hará.**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n} - (\bar{x}^2)}$$

La mayoría de los rendimientos se sitúan alrededor de un punto, generalmente el promedio de los rendimientos, y poco a poco se van dispersando hacia las colas de la curva de la distribución normal, esa es la medida de la volatilidad.

La volatilidad de un activo o de una cartera es predecible y tiene implicaciones importantes para la administración de riesgos. Es decir, si la volatilidad aumenta,

⁵³ Debe mencionarse que en esta fase el objetivo es predecir un rango de posibles cambios en el factor de riesgo.

también lo hará el VaR. Dicho así, los inversionistas desearán ajustar sus portafolios, para reducir su exposición a aquellos activos cuya volatilidad que se pronostica con incrementos. Igualmente una volatilidad predecible, significa que los activos que dependen directamente de ella, variarán su valor en una forma previsible.

Existen diferentes formas de medir la volatilidad, es decir, puede ser pronosticada a partir de varios modelos, pero para efectos del cálculo del VaR, la volatilidad simplemente es la medida de dispersión de los rendimientos con respecto a la media, es decir, la desviación estándar, y esta es la forma como será calculada en el siguiente capítulo.

La volatilidad muestra las siguientes características:

- La volatilidad varía a lo largo del tiempo y sigue un comportamiento similar a la variación porcentual diaria.
- Volatilidades elevadas persisten por periodos prolongados antes de disminuir a sus niveles de largo plazo.
- La volatilidad varía más que proporcionalmente cuando los rendimientos aumentan, que cuando los rendimientos disminuyen. Esta característica se conoce como "efecto apalancamiento".

CAPITULO III EL MODELO VaR PARA INSTRUMENTOS DEL MERCADO DE DEUDA EN MÉXICO

3.1 Riesgos en el Mercado de Deuda

Cuando se diseña un portafolio de inversión se debe pensar en dos parámetros principalmente: tasas de interés y nivel de riesgo. Los dos están estrechamente ligados y su relación es directamente proporcional. Es decir, cualquier inversión estará caracterizada por el rendimiento esperado y el nivel de riesgo aceptado. Lo que implica, que en la medida en que la expectativa de utilidad crece, el riesgo seguramente será mayor.

Supuestos básicos:

- 1) Inversión en instrumentos de deuda e inversión sin riesgo NO SON SINÓNIMOS.
- 2) Cualquier inversión que se mantenga hasta su vencimiento, devenga el rendimiento originalmente pactado.
- 3) Los riesgos de Mercado de Deuda se asocian con su costo de oportunidad de la siguiente mejor alternativa.
- 4) Solamente se realizan ganancias o pérdidas de capital anticipando el vencimiento de una operación.

Es oportuno aclarar que cuando se habla de riesgos que dependen de los emisores, se considera desde los gobiernos de las naciones, llamados "riesgos soberanos" hasta todo tipo de empresas, siempre y cuando sean capaces de emitir deuda en los mercados internacionales.

En dichos países, los ahorradores conocen perfectamente y en su caso, aceptan el riesgo asociado para las diferentes inversiones. El diseño de portafolios de inversión en instrumentos de deuda o de renta fija se ha convertido en una tarea sofisticada y sumamente profesional, combinando desde los papeles más seguros, procedentes de las instituciones con mejor calificación de los países desarrollados, hasta títulos de deuda emitidos por países emergentes o empresas procedentes de los mismos; destacando que en cualquiera de dichas operaciones, el inversionista realiza una clara distinción entre «inversión en instrumentos de deuda (antes llamados de renta fija) e inversión sin riesgo».

Los riesgos en los que incurre cualquier inversionista, al depositar su capital en las diferentes opciones que hoy ofrece el mercado de dinero mexicano son:

- 1) Riesgo emisor.
- 2) Riesgo liquidez.
- 3) Riesgo plazo.
- 4) Riesgo tasa de interés.

3.1.1 Definición de riesgos según su origen

- 1) Riesgo emisor.

Quizá este riesgo es el más conocido ya que su evaluación se ha realizado durante muchos años. Se refiere principalmente a la posibilidad de que el prestatario o emisor de papel ó deuda no tenga los recursos suficientes para hacer frente a sus compromisos financieros, en los tiempos señalados en un principio y en especial al vencimiento de la operación.

En términos generales, el riesgo emisor se basa en la capacidad de que los pagos sean realizados en los términos planteados inicialmente. El análisis de este riesgo se enfoca a la situación de la propia empresa, a sus flujos esperados, al entorno económico en que se desenvuelve y a las expectativas que determinan su mercado.

Las calificaciones de los papeles en moneda nacional según Standard & Poor's (S&P) (Calificador internacional) son las siguientes:

Para las emisiones de deuda con plazo menor a un año:

mxA-1: Fuerte grado de seguridad respecto al pago oportuno de intereses y principal.

mxA-2: El grado de seguridad respecto al pago oportuno de intereses y principal es satisfactoria.

mxA-3: El grado de seguridad respecto al pago oportuno de intereses y principal es adecuado, pero más vulnerables a cambios de circunstancias en el entorno.

mxB: Contemplan una mayor incertidumbre o exposición de riesgo que provoquen una inadecuada capacidad de pago oportuno de intereses y principal.

mxC: Dudosa capacidad de pago oportuno de intereses y principal.

mxD: Ubican a la emisión de deuda que ha incurrido en un incumplimiento de pago.

Para las emisiones de deuda con plazo mayor a un año:

mxAAA: Sustancialmente fuerte grado de seguridad respecto al pago oportuno de intereses y principal; es el grado más alto que otorga Standard & Poor´s.

mxAA: Fuerte grado de seguridad respecto al pago oportuno de intereses y principal.

mxA: Fuerte grado de seguridad respecto al pago oportuno de intereses y principal, pero es más susceptible a efectos adversos por cambios en el entorno.

mxBBB: Adecuada capacidad de pago oportuno de intereses y principal, pero condiciones económicas adversas podrían debilitar la capacidad de pago.

Comúnmente se le asigna la menor calificación de riesgo al gobierno federal, ya que la posibilidad de que no realice su pago oportunamente es muy remota, «finalmente es la institución que se ha descrito con frecuencia como la más sólida de una economía».

Pero actualmente vemos casos contrarios, como lo es el caso reciente de Grecia (principalmente) y algunos otros países como España y Portugal a quienes les redujeron su calificación.

Los bancos propiedad del sector público deben asociarse con un nivel de riesgo similar al del gobierno federal; aquí encontramos a la banca de desarrollo. Lógicamente, la situación para las empresas paraestatales tiene características similares a las expuestas anteriormente.

Con relación al sector privado como ya se mencionó, la calificación dependerá de la propia emisora del título, destacando que un cambio drástico en el entorno puede provocar una postura diferente de la empresa frente al mercado, por esto cualquier calificación es susceptible de ser cambiada en el tiempo.

Calificación de Riesgos según emisor:

- La menor posibilidad de riesgo se le asigna al gobierno federal.
- Títulos emitidos por la banca de desarrollo, que finalmente se encuentran respaldados por el propio gobierno federal también se les asigna la mínima posibilidad de riesgo.
- Banca privada, que por las regulaciones del sistema financiero y la solvencia de las propias instituciones se consideran papeles con bajo nivel de riesgo.

- Títulos emitidos por el propio sector privado no bancario, donde la calificación dependerá de la situación de la empresa en particular, evaluada a través de su certeza de pago oportuno.
- Títulos emitidos por el sector privado se califican, de acuerdo a la solidez de sus resultados.

La calificación de riesgo según emisor permitirá que el ahorrador reciba la tasa de interés justa por el riesgo que esta adquiriendo. De esta manera, tendrá la posibilidad de incrementar el rendimiento de su capital aprovechando las sobretasas que pagan las emisoras con baja calificación; o por el contrario, será capaz de sacrificar parte de su rendimiento a cambio de mantener activos con un elevado nivel de seguridad ó de solvencia del emisor. Por lo tanto, entre mayor riesgo de emisor mayor tasa de interés deberá obtener el inversionista.

En este sentido, también es importante mencionar que, dentro de las operaciones calificadas como reportos, el riesgo tiene un cambio significativo, ya que la operación supone un compromiso de recompra por parte de la institución que vende el instrumento. Si dicha empresa no puede hacer frente a esta obligación (compromiso de recompra), el tenedor del reporto tendrá que mantener el activo en su poder.

2. Riesgo liquidez-bursatilidad.

Este riesgo se refiere a la capacidad de operación que tiene cada instrumento, es decir, ¿con qué facilidad se puede comprar o vender un activo antes de su fecha de vencimiento? Cuando se realiza una inversión, la idea original es mantener ésta hasta su vencimiento; por ejemplo, sí se compra un Cete de 91 días, se presupone que durante este plazo no se necesitará disponer de dichos recursos.

Sin embargo, pueden surgir eventos inesperados que nos puedan inducir a un cambio de decisión. El riesgo liquidez es precisamente aquel que nos limita la flexibilidad que se tiene para modificar la estrategia inicial y así adelantar el vencimiento de la operación. En conclusión, a mayor riesgo de liquidez la tasa de interés del papel deberá ser mayor y a la inversa.

El riesgo liquidez – bursatilidad contempla aquellos eventos futuros, difíciles de anticipar pero que en un determinado momento pueden provocar cambios en las estrategias de inversión.

Las carteras deben estar correctamente balanceadas determinando previamente la liquidez requerida y optimizando el uso de recursos a través de papeles con alto rendimiento, ya que aquellas partes susceptibles de ser invertidas por un largo plazo, pueden aportar beneficios adicionales en términos de retorno de inversión.

Además de las inversiones antes descritas existen «operaciones especulativas». Este tipo de operaciones se realizan pensando en que en el futuro las condiciones del mercado cambiarán y se pueden realizar negocios interesantes. Se diferencian claramente de la operación tradicional porque el comprador de títulos no busca la inversión por sus características propias, sino por los beneficios que se pueden alcanzar con un movimiento próximo en sus precios; por ejemplo, cuando el inversionista advierte una caída próxima en las tasas de interés de largo plazo, comprará por ejemplo CETES de 1 año, después de dos meses realmente sucede el evento esperado, el inversionista venderá los CETES y realizará un negocio en dos meses sobre un título de 1 año. La diferencia con el inversionista tradicional radica en que nunca buscó mantener su dinero toda la vida del papel y solamente aprovechó su expectativa de baja en tasas de interés de largo plazo para realizar un negocio.

La actividad de especulación en los mercados mundiales es cada día más importante. En este sentido, es básico comentar que una de las características que han permitido que esto suceda es el desarrollo de los mercados secundarios, es decir, la agilidad con la que se pueden comprar y vender títulos.

El sistema financiero mexicano ha tenido un desarrollo significativo en los últimos años, donde el mercado primario ha crecido más rápidamente que el mercado secundario; por esto, existen buenas oportunidades de adquirir activos con alto rendimiento. Sin embargo, el riesgo liquidez / bursatilidad es elevado en los papeles con menos experiencia de operación.

La liquidez de un instrumento se mide en función de la agilidad con que se puede vender en el mercado secundario. La madurez de dicho mercado estará en función de

la estructura de demanda por el papel. Cuando la demanda es constante, la operación se vuelve más dinámica.

Para el caso de los valores gubernamentales, existen demandantes naturales que le otorgan liquidez al instrumento; dentro de estos se encuentran las sociedades de inversión, las Afores, algunas empresas paraestatales e inversionistas extranjeros. Sin embargo, uno de los factores que facilita la liquidez de los valores gubernamentales, es la «Regulación de Banco de México», ya que cualquier exceso o falta de papel es cubierta por el organismo central mediante operaciones de mercado abierto.

En papeles gubernamentales de corto plazo, la liquidez es muy favorable y podríamos afirmar que su mercado es muy profundo. Sin embargo, con relación a los papeles bancarios, su liquidez es menor ya que no existen canales de regulación tan bien definidos y la estructura de su demanda no presenta componentes tan constantes como los valores gubernamentales.

En relación con los bonos privados y bancarios, podemos mencionar que, su mercado secundario aún es joven y que está incrementando su profundidad, destacando que para aquellos títulos con capacidad de ser operados en reporto se tiene un mercado relativamente eficiente. Para aquellos títulos no reportables, el mercado secundario es muy pobre.

Como se puede concluir de los puntos anteriores, los títulos que actualmente tienen mayor liquidez son los CETES, Bondes, Udibonos y Bonos en tasa fija; su operación es tan ágil, que de manera inmediata se puede vender y disponer de dinero. La liquidez de los valores gubernamentales restantes es alta. Los papeles bancarios (Pagarés, Aceptaciones y Bonos) gozan de una liquidez favorable y en contraste los bonos privados tienen un mercado secundario pobre.

Es importante mencionar que en operaciones de reporto, el marco jurídico prohíbe las ventas anticipadas. Esto no quiere decir que la salida de este tipo de operaciones sea nula, simplemente pretende considerar que serán instrumentos difíciles de vender, donde en caso de querer anticipar el vencimiento, se puede esperar un castigo, dependiendo de las condiciones del mercado.

Además de los asuntos anteriores, la labor de los intermediarios financieros es básica en el desarrollo del mercado secundario, ya que en un buen número de casos, adquieren títulos en posición de riesgo, para absorber las ventas de los inversionistas.

Los títulos en posición de riesgo dentro de los intermediarios, son papeles que el Banco o la Casa de Bolsa compra y los mantiene en su poder. El financiamiento de tales papeles se da a partir de operaciones de reporto, donde el riesgo del intermediario se deriva de los movimientos futuros en las tasas, ya que el mercado puede presentar fluctuaciones mientras los títulos en riesgo se mantienen con una tasa de interés constante, y por supuesto tienen que ser fondeados en reportos con tasas de mercado. Otra fuente de financiamiento de posiciones propias asumidas por la banca son los créditos concedidos por Banco de México con fines de Regulación Monetaria.

Es importante aclarar que las posiciones de riesgo no tienen relación alguna con los títulos de los clientes. En este tipo de operaciones el intermediario financiero realiza inversiones igual que cualquier ahorrador, de manera tal que, así como las utilidades o pérdidas de los diferentes contratos son absolutamente independientes y no existe posibilidad de que se relacionen, las posiciones de riesgo de los intermediarios son independientes de las posiciones de sus clientes.

3) Riesgo plazo.

Este riesgo se refiere a la duración propia de la operación y está íntimamente ligado con el riesgo liquidez, la diferencia consiste en que a pesar de tener un mercado secundario ágil, y se encontrara en el caso de poder comprar o vender rápidamente los títulos, cualquier decisión de operación abarca un período determinado, y la duración de éste debe afectar a la tasa de interés.

En síntesis, el compromiso de recursos deberá ser premiado en función del plazo de la operación: «a mayor plazo de inversión mayor tasa de interés».

Esto es, el compromiso de una operación debe ser premiado según el plazo de la misma. Suponiendo un escenario estable, donde las tasas de interés no presentan fluctuaciones, el único aliciente que un inversionista debe tener para comprar un CETE de 364 días en vez de un CETE de 28 días, es precisamente que al final del año el rendimiento sea superior en la primera opción. De no ser así, sería preferible comprar un CETE de 28 días por 13 períodos consecutivos, y en cada recompra, tener la posibilidad de realizar cualquier inversión alterna.

En el párrafo anterior, no se argumenta que las tasas de interés de largo plazo deben ser superiores a las de corto plazo, ya que habría que considerar el efecto de las expectativas, de tal suerte que, ante la posibilidad de rendimientos inferiores en el

futuro, la tasa de interés de largo plazo puede ser inferior a la de corto plazo; considerando siempre que «su nivel descontará rendimientos superiores a la expectativa de ajuste». Esto es, la negociación de cualquier instrumento se dará a partir del valor presente de todos sus flujos, cuando se toma la decisión de comprar un bono, se está comprando precisamente una tasa interna de retorno, por esto, cualquier compra o venta incorpora el plazo al vencimiento del papel, donde las pérdidas o utilidades pueden ser mayores al contemplar un horizonte mayor.

Por ejemplo, si se espera que el CETE de 28 días tenga una tasa de interés promedio para los siguientes 364 días del 7%, el CETE de 1 año debe capitalizar dicha expectativa (de 7%) más un premio por invertir al plazo.

En relación con el punto anterior, las inversiones de corto plazo proporcionan la seguridad de obtener continuamente tasas de mercado. Aunque también eliminan la posibilidad de lograr rendimientos adicionales ante ajustes en las tasas de interés.

Dentro del riesgo plazo, es importante mencionar que en operaciones de reporto, se verá afectado por los días por vencer que tenga el instrumento en total, ya que en caso de que el intermediario vendedor del reporto, no pueda hacer frente a su compromiso de recompra el inversionista tendrá que mantener el activo en su poder.

4) Riesgo tasa de interés (riesgo precio)

Cualquier inversión implica un riesgo según su tasa de interés, esto es porque cada decisión de operación incorpora «el costo de oportunidad» de inversiones alternativas. Es decir, cuando se adquiere un activo, el rendimiento de este debe ser comparado con los rendimientos restantes. La situación es sencilla cuando únicamente se compara con las inversiones disponibles en ese mismo momento, sin embargo la evaluación se complica cuando se revisan las operaciones alternativas a través del tiempo.

Como se mencionó en el primer capítulo, donde se hizo una mención de los componentes o tipos de riesgo de mercado, el riesgo sobre tasas de interés se refiere al riesgo derivado de las variaciones de las tasas de interés en el mercado.

Este es el tipo de riesgo al que le pondremos más énfasis a lo largo de este capítulo, el que consiste en el cambio en el precio de un activo de renta fija como consecuencia de variaciones en la tasa de interés. La “variación” estará referida a la estructura temporal de la tasa de interés, es decir su variación a lo largo del tiempo, lo cual implica riesgo.

Obviamente este es un riesgo íntimamente ligado con el riesgo plazo, ya que entre más corto sea el plazo de operación, con mayor rapidez se podría rectificar una mala decisión y adquirir un activo con mejor tasa de rendimiento.

Por ende, un activo de largo plazo, implica un riesgo-tasa de interés mayor, ya que la posibilidad de rectificar cualquier decisión sin afectar la valuación original del instrumento es más remota.

En este sentido, cabe mencionar que en operaciones de reporto, el comprar un instrumento con valuación fuera de mercado, implica un riesgo adicional, ya que en caso de que la institución no pudiera hacer frente a su compromiso de recompra, el inversionista podría tener una pérdida de capital al mantener un activo con un costo superior a su valor de mercado situación que nos lleva a pensar desde un inicio en el riesgo-tasa de interés.

Por esta situación, los bonos de mediano y largo plazo pueden ser divididos en tres grandes grupos:

1) Bonos con tasa de interés fija: son papeles con tasa de rendimiento determinado desde un principio, se puede considerar que dentro del riesgo-tasa de interés, éstos son los de calificación más baja (mayor riesgo precio) ya que la determinación de su rendimiento depende de las expectativas de los participantes del mercado, donde cualquier evento inesperado puede provocar que la inversión haya sido una mala decisión.

La condición más importante para que estos bonos se desarrollen es la estabilidad y fortaleza de la propia economía; por esto, únicamente en los mercados financieros de los países industrializados han tenido un lugar importante.

2) Bonos con tasa de interés revisable: para eliminar el riesgo tasa de interés se crearon los bonos con rendimiento flotante, la principal característica es que continuamente se ajustarán a los rendimientos del mercado de corto plazo, sin embargo, el riesgo aquí será el premio que paguen con respecto a las tasas de corto plazo, es decir, si nos regresamos al punto 3 (riesgo plazo), el hecho de comprometer los recursos por un plazo mayor debe estar compensado por una sobretasa. Esta dependerá de las condiciones del mercado y las posibles fluctuaciones de la misma. Sin

embargo, no nos permitirán haber erradicado el riesgo-precio por completo, aunque se haya resuelto en su mayor parte.

3) Bonos indexados: esta clase de bonos, procuran tomar como ancla alguna variable macroeconómica que le dé la suficiente estabilidad al papel, abarcan desde bonos indexados a tasas de inflación hasta con paridades cambiarias. La filosofía principal del papel es que, ante el temor de que algún precio relativo crezca desmesuradamente, se protege el valor del capital indizándolo a alguna de las variables macroeconómicas claves. Con lo anterior, se pretende disminuir el riesgo-precio sensiblemente.

Este tipo de bonos ha tenido su mayor aceptación en mercados emergentes, donde las inversiones de largo plazo han estado inhibidas por los temores devaluatorios o crisis inflacionarias.

El primer paso en el tratamiento de este riesgo es definir que es una tasa de interés.

El concepto de tasa de interés se utiliza normalmente para describir el crecimiento de una ganancia asociada a una cantidad de dinero.

La tasa de interés se define como la tasa de crecimiento o decrecimiento del valor de un activo en un periodo de tiempo. Es la medida relativa del valor de un activo entre dos fechas distintas (presente y futuro).⁵⁴

El precio de un bono es el valor presente de los cupones que paga más el valor presente del principal. Las tasas de descuento a distintos plazos utilizadas en el cálculo, corresponden a una estructura temporal de tasas; es decir: La estructura de tasas a una fecha dada t se representa por una gráfica de la tasa para cada fecha de vencimiento⁵⁵.

Sea $r(t, T)$ la tasa de interés compuesta continuamente de un bono cupón-cero que se negocia en el momento t y vence en el tiempo $T > t$. Sea $m = T - t$ el tiempo que falta para el vencimiento. El precio al tiempo t de este bono cupón-cero con principal igual a 1 peso, denotará la función de descuento $d(t, T)$. Así, la función de descuento y la tasa se relacionan de la siguiente manera:

⁵⁴ DE LARA HARO, ALFONSO. *Op. Cit.*, pág. 75

⁵⁵ MARQUEZ DIEZ-CANEDO, JAVIER, *Un método eficiente para la simulación de curvas de tasas de interés*. Banco de México. Febrero 2003.

$$d(t, T) = P(t, T) = e^{-r(t, T)(T-t)}$$

La tasa de interés correspondiente a un plazo $(0, T)$ se define como *la cantidad de efectivo periódica* que proporcionará una operación financiera consistente en la compra hasta el vencimiento de un título de renta fija, ya sea al descuento o cupón cero, libre de riesgo de insolvencia y amortizable dentro de T períodos.

Ahora si consideramos un bono con valor nominal de 100 pesos que paga cupones anuales de c pesos y vence dentro de m años. El valor presente en t del pago del cupón realizado el año $k, = 1, 2, \dots, m$ será $c \times d(t, t + k)$. De tal manera que el precio del bono el día de la transacción será:

$$P(t, t + m) = \sum_{k=1}^m cd(t, t + k) + 100d(t, t + m)$$

Las tasas de interés se han definido en función de un plazo determinado. Es posible establecer una relación funcional que proporcione la tasa de interés "al contado" correspondiente a cada plazo, la tasa de interés que se obtiene a partir de los precios de compra y amortización de títulos de renta fija.

La relación funcional entre el plazo y la tasa de interés es lo que se conoce como estructura temporal de tasas de interés (ETTI).

Es decir, dicha estructura muestra las tasas de interés en diferentes plazos o periodos. A la gráfica que describe la relación entre las diferentes tasas de interés (rendimiento de los instrumentos del mercado de dinero) para distintos plazos se le conoce como la curva de rendimientos de tasa de interés (yield curve).

Esta gráfica se construye observando las diferentes tasas de rendimientos para cada plazo que se opera en el mercado de dinero. Esta curva es fundamental para analizar

los instrumentos de deuda como lo son los bonos cupón cero⁵⁶ y puede ser creciente o decreciente:

- ✓ *Cuando los tipos de interés para todos los plazos son iguales, se dice que la ETTI es plana.*
- ✓ *Si las tasas a corto plazo son mayores que las tasas a largo plazo, la ETTI es decreciente.*

- ✓ *Al contrario, si las tasa a corto plazo son inferiores a las de largo, la ETTI es creciente.*

La forma que puede adquirir la curva se explica por tres teorías básicas existentes: la de las expectativas, la de segmentación de mercados y la de preferencia a la liquidez.⁵⁷

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

La teoría de la segmentación de mercados asume que los inversionistas operan instrumentos de deuda en ciertos periodos para minimizar su riesgo. El riesgo, por lo tanto, es una barrera de entrada para instrumentos con periodos específicos, por ejemplo bonos de largo plazo que representan un riesgo mayor. Esto significa que la estructura de la curva de rendimientos se definirá de acuerdo a la oferta y la demanda de dinero, y por tanto en función de las necesidades de inversión y de fondeo de cada participante en el mercado.

La teoría de preferencia a la liquidez considera que los inversionistas toman sus decisiones para adquirir bonos en el mercado de deuda en función de su riesgo y rendimiento. Es decir, bonos de largo plazo tendrán mayor riesgo y, por tanto, los inversionistas exigirán un premio por ese riesgo (mayor rendimiento). El premio por

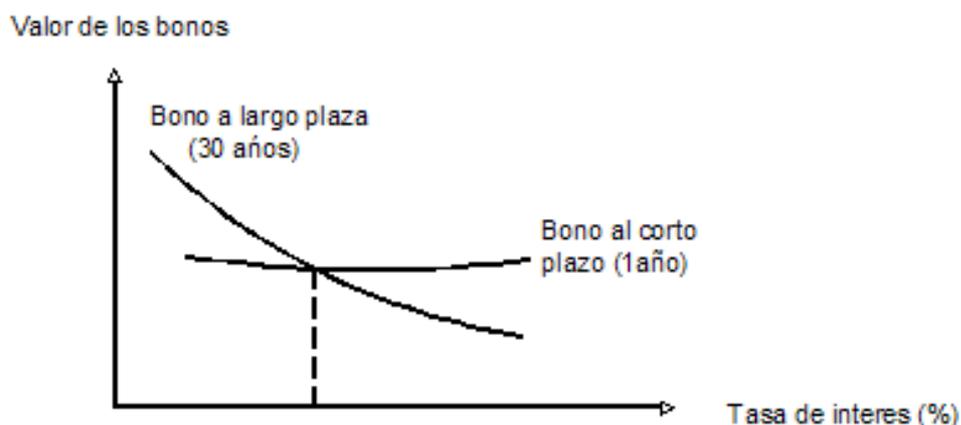
⁵⁶ Se debe destacar que esta curva considera rendimientos libres de riesgo de crédito o de contraparte, por lo que para valuar instrumentos que tengan dicho riesgo de contraparte es necesario descontar a valor presente con tasas libres de riesgo al plazo en que paga el cupón más un diferencial (sobretasa) que refleje el riesgo de crédito.

⁵⁷ DE LARA HARO, ALFONSO, *Op. Cit.*, pág. 78

riesgo explica en gran medida que la estructura de la curva de rendimientos sea creciente en la mayor parte de los casos.

Al hacer un razonamiento se observa lo siguiente: los bonos a mayor plazo son más sensibles a las tasas de interés debido al valor presente de su valor nominal, ya que en el corto plazo, no se ve afectada significativamente por cambios en las tasas de interés (supongamos a un año). Al largo plazo (30 años, por ejemplo) un cambio, por muy pequeño que sea, puede tener efectos de importancia que conllevan a que el valor presente de su valor nominal sea mucho más volátil.

Grafica 19



3.1.2 Valuación de los instrumentos de deuda

Probablemente, uno de los aspectos que más confusión provoca dentro de las inversiones en el Mercado de Dinero, es la valuación a través de la vida del papel. Esto es, al mantener un título dentro de una cartera, es necesario valorarlo diariamente, de la misma forma en que se hace con las acciones.

Dicha valuación dependerá de las condiciones del mercado. Si el precio del bono tuvo un incremento en el mercado, la cartera reflejará una ganancia (plusvalía). Si por el contrario, tuvo una disminución, reflejará una pérdida (minusvalía).

A pesar de que la cartera refleje una pérdida o ganancia, esto no será real hasta vender dicho activo; es decir, sí la inversión se mantiene durante el plazo originalmente pactado, se alcanzará el rendimiento estipulado en un inicio.

Sin embargo, como la valuación responde a las condiciones del mercado y estas cambian a través del tiempo, su precio diario se verá sujeto a fluctuaciones.

Para aclarar el punto anterior, expondré un ejemplo de un instrumento en particular, en este caso, los cetes, ya que es el más común. Antes de empezar con el ejemplo, describiré las características generales los cetes y la metodología que utiliza Banxico para valuarlos.

Características generales de los Cetes

Un Cete (Certificado de la Tesorería) es un instrumento financiero emitido por el Gobierno Federal a través del Banco de México. Es un título de crédito al portador que consigna la obligación del Gobierno Federal a pagar una suma de dinero en una fecha determinada dada por su valor nominal. La emisión de este instrumento financiero tiene como fin captar recursos para poder financiar el gasto público.

Los viernes de cada semana Banxico realiza la oferta pública primaria de los Cetes a través de una convocatoria a subasta indicando el monto de Cetes y la cantidad mínima para realizar tal emisión a los intermediarios que adquieren estos títulos en el mercado primario. Posteriormente, dichos títulos quedan a disposición de los inversionistas para su libre compraventa a través de los intermediarios (mercado secundario)⁵⁸. Los martes de cada semana se realiza la subasta.

Los Cetes también son llamados **bonos cupón cero**, porque se paga el capital e intereses al vencimiento y las transacciones de este instrumento se realiza a un precio que generalmente se efectúa a "descuento" y siempre se relaciona con el rendimiento; es decir su precio es menor a su valor nominal. El valor nominal de los Cetes es de 10 pesos y en la subasta, se compran a un precio inferior a su valor nominal (bajo par)⁵⁹ y

⁵⁸ El mercado secundario es aquel donde se cambia el poseedor del activo financiero ya preexistente. En la cual será a su vez tomada en cuenta para la ponderación de la tasa de rendimiento sobre la cual se venderán las demás. En este tipo de mercado se negocian todos los activos de segunda mano emitidos en su día en el mercado primario, dicho de otras palabras, donde se da la recompra y reventa de los títulos-valores antes de su fecha de vencimiento.

⁵⁹ Las posturas de los participantes pueden ser competitivas, en donde el monto se asigna a las instituciones que hayan ofrecido las tasas de descuento más pequeñas; y las no competitivas, en donde el Banco de México habiendo garantizado un mínimo de emisiones, vende el título restante a una tasa de descuento ponderada entre las instituciones que compran Cetes en postura competitiva, lo que indica que

si el gobierno acepta ese precio, al final del periodo pactado se compromete a pagar 10 pesos. Para determinar el precio al que se venden se calcula el descuento de los títulos. Esta tasa se expresa como un porcentaje anual, como a continuación se presenta⁶⁰:

Descuento = tasa de descuento x valor nominal x tiempo

$$D = (d) \cdot (VN) \cdot t$$

El precio se calcula restando el descuento al valor nominal de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P = VN - ((VN) \cdot (d) \cdot (T/360)) = VN - D$$

Para ejemplificar esto, supongamos una tasa de descuento (*d*) de 15%, a 28 días por vencer (*T*), y el valor nominal 10 pesos. El precio es:

$$P = 10.00 - ((10.00) \cdot (0.15) \cdot (28/360)) = 9.883333$$

La tabla siguiente resume lo mencionado anteriormente.

Cuadro. 3.1 Características generales de los Cetes

Emisor	Secretaría de Hacienda y Crédito Público como representante del Gobierno Federal, por medio del Banco de México.
Garantía	Gobierno Federal
Monto	Variable
Valor nominal	\$10.00 (diez pesos) y sus múltiplos, amortizables en una sola exhibición al vencimiento del título.
Rendimiento	Su rendimiento se deriva de la colocación bajo par, es decir, por debajo de su valor nominal.
Plazo	Se emiten a 28, 91, 182 y 364 días
Liquidación	Mismo día, 24, 48, 72 y 96 horas hábiles después de realizada la operación.
Depósitos en administración	La custodia está a cargo del Banco de México
Intermediación	Bancos y Casas de Bolsa
Banco agente	El Banco de México actuará como agente exclusivo del Gobierno Federal para la colocación y redención de los Cetes.
Colocación	Subasta pública
Amortización	Única al vencimiento

si el Banxico garantizó un monto mínimo de dicha emisión, asignará el mayor número de ellas a aquellas instituciones que más cerca estén de una tasa de descuento más pequeña,

⁶⁰ VILLEGAS HERNANDEZ, EDUARDO, *Sistema Financiero de México*, Mc Graw Hill, México 2002, pág.163

Cotización	Tasa Neta
Posibles adquirientes	Personas físicas y morales, nacionales y extranjeras: Personas físicas mexicanas o extranjeras: Exentas del I.S.R Personas morales mexicanas: Acumulables para el I.S.R por lo que exceda a la inflación mensual, por lo cual se calculará el componente inflacionario al saldo diario de la inversión que tenga. Personas morales extranjeras: Exentas del I.S.R.

La metodología utilizada por el Banco de México para valorar a precio de mercado⁶¹ los Cetes que mantiene en posición propia consiste en calcular una curva de tasas de interés expresadas en rendimiento llevando a cabo estimaciones no paramétricas del valor esperado de la tasa de rendimiento de cada uno de los Cetes que están en circulación. Esta curva se obtiene con base en los niveles observados en el mercado, incluyendo los resultados de la subasta primaria, las operaciones de mercado abierto en directo que realiza directamente Banxico, las operaciones en directo entre instituciones de créditos con dichos títulos y la tasa ponderada de fondeo gubernamental publicada diariamente por el Banco Central.

En el cálculo realizado en base a información del mercado, sólo se consideran las operaciones en directo, cuya fecha de liquidación sea mismo día, 24, 48, 72 y 96 horas. Lo anterior implica la necesidad de comparar las tasas de rendimiento determinando una tasa de interés a 24 horas por medio de la cual se puedan "homologar" las tasas de rendimiento de las operaciones con liquidación a 24, 48, 72 y 96 horas respecto a las operaciones del mismo día.

Considérese el siguiente cálculo:

$$\left(1 + r_{i,j}^h \frac{P}{360}\right) = \left(1 + t^f \frac{q}{360}\right) \left(1 + T_{i,j} \frac{P - q}{360}\right) \quad (3.1)$$

⁶¹ La información necesaria para llevar a cabo la valuación de los instrumentos es obtenida diariamente de las siguientes fuentes: Enlaces Prebon, Eurobrokers, Harlow Butler, Remate Electrónico, Servicios de Integración Financiera y el Instituto para el Depósito de Valores (Indeval). Estas casas, denominadas de "corrotaje" envían electrónicamente a Banxico las fechas de concertación, de liquidación, los volúmenes y las tasas aplicables a las operaciones realizadas en directo y en reporto con los títulos del gobierno a través de éstas. Para mayor información, consúltese la página web del Banco de México en <http://www.banxico.org.mx>.

Donde:

$T_{i,j}$ = tasa de rendimiento a homologar.

$r_{i,j}^h$ = tasa de rendimiento homologada

p = plazo en número de días entre la fecha de vencimiento del título y la fecha de concertación.

q = número de días entre la fecha de liquidación y la fecha de concertación de la operación

t = tasa de rendimiento a 24 horas.

Cuando las tasas han sido "homologadas", se procede a ponderar las tasas para cada uno de los diferentes plazos operados. Se usa como factor de ponderación el volumen de cada operación, V_{ij} . De esta manera se obtiene la tasa representativa para cada plazo operado, de acuerdo a:

$$t_j = \frac{\sum_i t_{i,j}^h V_{i,j}}{\sum_i V_{i,j}} \quad (3.2)$$

Esta ecuación nos permite obtener las tasas de rendimiento que se utilizan para calcular estimaciones no paramétricas.

Una vez desarrolladas las ecuaciones anteriores, se toman como base tanto las tasas de rendimiento homologadas y ponderadas con el objetivo de estimar la tasa de rendimiento para cada uno de los Cetes vigentes en el mercado. El cálculo se realiza aproximando el valor esperado de una tasa de rendimiento para cada plazo de operación específico d .

$$r_d^* = \frac{\sum_{j=1}^n r_j K[h_d^{-1}(d_j - d)]}{\sum_{j=1}^n K[h_d^{-1}(d_j - d)]} \quad (3.3)$$

donde $K[h_d^{-1}(d_j - d)] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-[h_d^{-1}(d_j - d)]^2}$ se denotada como la función "kernel" que

se utilizará como la estimación no paramétrica donde (z) o (.) denota el argumento de la función, y dónde $h_d = 50(1 - e^{-0.05d})$ es el "ancho de la banda" usado para la estimación no paramétrica, para el plazo a vencimiento d.

Finalmente, al aplicar la ecuación 3.3, se obtiene una estimación para cada plazo de la tasa de rendimiento de los Cetes, la cual se basa en un promedio ponderado de todas las tasas observadas en el mercado, en donde las ponderaciones están dadas por factores que dependen de que tan distantes en el plazo, estén las observaciones con respecto al plazo para el cual se está realizando la estimación.

Una vez realizado lo anterior, o ya que son estimadas las tasas, se calculan los precios correspondientes utilizando la relación siguiente:

$$P_d^* = \frac{10}{(1 + r_j) \frac{\text{días}}{360}} \quad (3.4)$$

Donde P_d es el precio estimado para la valuación de un Cete cuyo plazo a vencimiento es d o está en función de los días.

Ahora sí expondremos el ejemplo para aclarar el concepto de valuación. Este ejemplo es sencillo y tiene por objetivo observar los cambios en los precios de los cetes en un instrumento a partir de variaciones en las tasas de interés:

- 1) Se compra un Cete a 91 días con una tasa de interés de 7.30% de rendimiento. Dicha tasa implica que el título en el día cero tenga un precio de \$9.8188 pesos.
- 2) El Cete se opera a descuento, es decir, se compra por debajo de \$10 pesos y su rendimiento se origina en su valor de amortización ó nominal (que es de \$10 pesos).
- 3) El precio del Cete crece diariamente para alcanzar los \$10 pesos a los 91 días; el crecimiento se daría de la siguiente manera:

Día 00 = \$9.8188 pesos.
Día 07 = \$9.8325 pesos.
Día 28 = \$9.8738 pesos.
Día 56 = \$9.9295 pesos.
Día 91 = \$10.000 pesos.

- 4) Vamos a suponer que el inversionista que compró el Cete decide venderlo el día 28. En este día el precio del título sería de \$ 9.8738 pesos. Entonces el rendimiento del inversionista sería de \$0.055 pesos ($9.8738 - 9.8188 = 0.055$). El rendimiento de \$0.055 sobre la inversión de \$9.8188 pesos implica un 7.2% que es la tasa equivalente de 7.3% de 91 días a 28 días.

Sin embargo, la situación puede cambiar en el mercado. Si después de 28 días las tasas hubieran subido hasta el 7.8%, el inversionista no podría vender su papel en \$9.8738 pesos ya que el comprador exigiría un rendimiento igual al del mercado.

En este caso, el comprador estaría dispuesto a adquirir el título con 28 días transcurridos y 63 días por vencer a \$ 9.8653, lo que significaría un rendimiento de 7.8% ya que el título alcanzará un valor de \$ 10 pesos en su vencimiento.

En este contexto el rendimiento para el inversionista en sus 28 días de operación será de \$0.0465 pesos lo que significa una tasa de interés de 6.09% en su inversión. Aquí, se puede observar claramente que para poder vender el CETE antes de su vencimiento, tendría que aceptar un rendimiento menor (6.09%) al considerado inicialmente (7.3%).

5) El caso hubiera sido totalmente al revés si las tasas de interés hubieran bajado, ya que al suponer que la venta se realizaría a \$9.89 pesos en el día 28, el rendimiento hubiera sido de \$0.0712 pesos, lo que implica un rendimiento en los primeros 28 días de 9.323%.

6) Para finalizar el ejemplo, es importante recordar que en caso de que el inversionista mantenga su operación durante los 91 días, su rendimiento al final será del 7.3%, ya que su valor de amortización será de \$10 pesos.

En todo caso, diferentes valuaciones en la vida del papel nos hacen ver una manera de administrar el rendimiento, esto es, si tenemos un rendimiento del 9.323% en los primeros días podemos esperar un 6.32% para los 63 días restantes.

O bien, si tenemos un rendimiento de 7.8% para los primeros 28 días, podemos esperar un 7.03% para los 63 días restantes. Lo importante es resaltar que el rendimiento de la operación completa fue de 15%.

De esta manera observamos cómo las diferentes valuaciones solamente arrojan plusvalías o minusvalías virtuales; que si no se realizan compras o ventas intermedias, se alcanza el rendimiento originalmente pactado.

Ventas anticipadas

Derivado de los riesgos antes descritos, las ventas anticipadas de cualquier papel de Mercado de Dinero, se verán afectadas por las condiciones de mercado. Ya que es

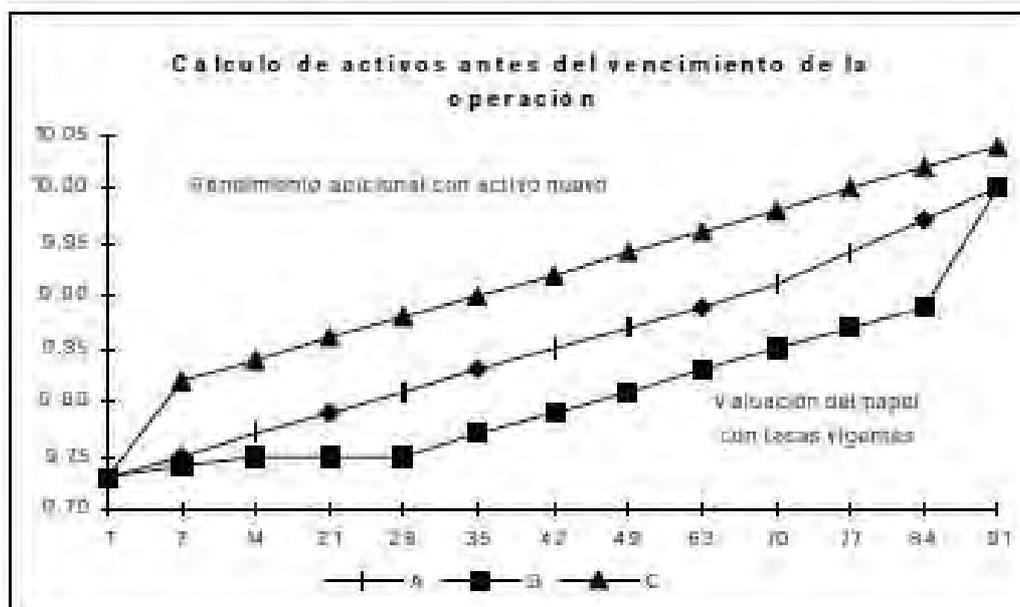
importante recordar que los mercados se ajustan a la situación del momento, sin importar las condiciones que antes existían.

Como se menciona en el punto anterior, los problemas de valuación no son «reales», sino sólo virtuales ya que el inversionista obtiene el capital y el rendimiento esperado desde un principio siempre y cuando mantenga su inversión hasta el vencimiento de la operación.

Sin embargo, cuando se decide realizar una venta anticipada, ésta tendrá que ajustarse a los niveles imperantes del mercado, ya que para que se pueda realizar, tendrá que existir otro inversionista dispuesto a comprar, y éste, seguramente exigirá que la operación sea equiparable a las alternativas restantes del mercado. De no ser así no existirá ningún incentivo de compra para el papel.

Además de las condiciones coyunturales, la poca bursatilidad del papel, implica que la venta no siempre se realice de inmediato en el mercado secundario, esto provoca en muchas ocasiones que se compren los activos en riesgo propio, lo que generalmente provoca un castigo adicional en la venta del papel.⁶²

En la siguiente gráfica, se observa muy bien la problemática, ya que cualquier venta antes del vencimiento se tendría que dar sobre los niveles marcados en la línea «B». Esto es, cualquier venta anticipada tendría que ajustarse a las tasas de rendimiento del mercado.



Fuente: BBVABancomer. *Análisis y estrategias de Mercados*

⁶² BBVABancomer, *Análisis y estrategias de mercado*. Dirección Corporativa de Análisis y Estrategias de Mercado. Dirección General de Tesorería y Mercados. Febrero 2010

Ahora bien, cualquier venta anticipada y recompra de un activo alternativo, debe dar la seguridad de incrementar el rendimiento al final de la operación. Si la situación no es así más vale esperar al vencimiento de la operación para recibir el rendimiento pactado en un inicio.

Es importante hacer notar que para mejorar rendimientos en operaciones de Mercado de Dinero, se debe aceptar un nivel de riesgo mayor, esto es, cuando se desecha una inversión para participar en otra con mejor tasa de interés, seguramente se está adquiriendo un activo con mayor riesgo en alguna de sus categorías (emisor, plazo, liquidez / bursatilidad o precio).

En la gráfica anterior, se puede observar la situación antes descrita. La línea «A» expresa el rendimiento originalmente pactado. La línea «B» expresa el valor del título comparado con el mercado secundario después de que las tasas de interés se han incrementado y por ende, el valor del título ha disminuido.

Sin embargo, lo más importante de esta gráfica es la línea «C», ya que representa la operación alternativa que antes se menciona. Es decir, aquella operación en la que se vende un activo antes de su vencimiento para comprar otro activo que devengará una utilidad mayor (Después de restar la pérdida tomada por la venta del título originalmente comprado).

Es importante subrayar, que sólo cuando la nueva inversión permita esperar un rendimiento igual a la línea «C» tendría sentido el vender anticipadamente un título de mercado de dinero. De no ser así, mas vale esperarse a recibir el rendimiento originalmente pactado. De igual manera, podemos esperar que este rendimiento adicional este explicado por una toma de riesgo mayor.

3.2 Medidas generales de riesgo sobre tasas de interés en bonos

Como se había mencionado en el capítulo anterior, el primer paso en la administración del riesgo es identificar los factores de riesgo. En el caso del riesgo de mercado al que se expone los bonos, en este estudio un bono cupón cero como el Cete, existen tres factores que se combinan para afectar al precio del título: la tasa cupón, su plazo al vencimiento y el nivel de las tasas de interés. La cantidad de riesgo inherente está en función de la sensibilidad del precio del bono ante cambios en la tasa de interés y esto a su vez dependerá tanto del tiempo al vencimiento así como la tasa cupón. Se debe tener siempre presente dos eventos: *ceteris paribus*: 1) a mayor tiempo de

vencimiento, mayor riesgo sobre la tasa de interés; y 2) a menor tasa del cupón, mayor riesgo sobre la tasa de interés.

3.2.1 Duración

Una medida utilizada, que engloba estos tres factores antes mencionados, para determinar la sensibilidad del precio de un bono a cambios en la tasa de interés, es la **duración**.

La duración nos dice qué tanto varía el precio de un bono ante cambios en la tasa de interés. Matemáticamente es la derivada del precio del bono con respecto a la tasa de interés.

Teniendo la ecuación para un bono cupón cero:

$$P_0 = \frac{f_T}{(1+r)^T}$$

Dado que:

$$P_0 = f_1(1+r)^{-1} + f_2(1+r)^{-2} + \dots + f_N(1+r)^{-N}$$

ó bien

$$P_0 = \sum_{j=1}^T f_n(1+r)^{-j}$$

Donde:

P_0 = precio o valor del bono

F_t = flujo de efectivo (pago o cupón del principal o ambos para el periodo t.

N = número de periodos faltantes para el vencimiento

n = número de periodos (anual, semestral, semanal, diario)

r = rendimiento al vencimiento para un bono en particular

Calculando el cambio en el precio con respecto a $(1+r)$, se obtiene:

$$\frac{dP_0}{d(1+r)} = -f_1(1+r)^{-2} - 2f_2(1+r)^{-3} - \dots - Nf_N(1+r)^{-(N+1)} \quad \text{ó}$$

$$\frac{dP_0}{d(1+r)} = \frac{(-1)f_1}{(1+r)^2} + \frac{(-2)f_2}{(1+r)^3} + \dots + \frac{-Nf_N}{(1+r)^{N+1}}$$

Reordenando términos y factorizando $(1+r)^{-1}$

$$\frac{dP_0}{d(1+r)} = -\frac{1}{(1+r)} \left[\frac{f_1}{(1+r)} + \frac{2f_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{NC_N}{(1+r)^N} \right]$$

Con esta fórmula se tiene una aproximación del cambio en el precio de un bono cuando existen cambios en la tasa de interés. Para obtener la variación porcentual sobre el precio de un bono se necesita dividir la fórmula anterior entre el precio del bono:

$$\frac{dP_0}{d(1+r)} = \frac{1}{P_0} = -\frac{1}{(1+r)} \frac{1}{P_0} \left[\frac{f_1}{(1+r)} + \frac{2f_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{NC_N}{(1+r)^N} \right]$$

Obteniendo así la duración modificada que aproxima el cambio porcentual en el precio del bono ante cambios en la tasa de interés, y a la expresión que se encuentra dentro del corchete multiplicado por $1/P$ se le llama duración de *Macaulay*:

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dr} = -\text{Dur. modificada}$$

Reordenando términos de la fórmula anterior obtenemos la duración para un bono

$$\text{Duración modificada} = -\frac{\text{Dur. Macaulay}}{(1+r)}$$

De la expresión de la duración modificada se puede despejar dP como sigue:

$$\frac{dP}{P} = -\text{Dur. modificada} \times dr$$

Esta expresión se puede interpretar de la siguiente manera:

Cambio (%) del precio = -Dur.modificada x cambio (%) en la tasa de interés x 100

De tal suerte de que si las tasas de interés suben 1%, dicho bono sufrirá una pérdida porcentual igual a la duración modificada:

Cambio (%) del precio = - Dur. modificada x .01 x 100 = - Dur. modificada

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

Reordenando términos de la fórmula anterior obtenemos la duración para un bono

$$Dur. Macaulay = -\left(\frac{1}{P_0}\right) \frac{dP}{dr} (1+r) = \frac{\sum_{t=1}^N nfr(1+r)^{-t}}{P_0}$$

El término entre $(1/P_0)$ es la Duración de Macaluy y es el promedio ponderado de los periodos sobre los cuales el bono concede pagos (t), utilizando las partes correspondientes al valor total del bono como factores de ponderación para cada periodo. Por ejemplo, si un bono tiene una duración de 3.5 años y las tasas suben 1%, dicho bono sufrirá una pérdida de 3.5%. De esta manera, conociendo la duración modificad del bono, es posible identificar inmediatamente la pérdida potencial de este instrumento por cada 100 puntos base.

Por lo que entre más alta sea la duración, mayor es la exposición al riesgo. Esto quiere decir que un alza en las tasas de interés de mercado puede provocar una reducción mayor en el valor del bono cuya duración sea más elevada.

La debilidad que muestra la duración es que sólo es válida para pequeños y paralelos movimientos en la tasa de interés, entonces cuando se calculan los movimientos, en primer lugar, deben de ser paralelos porque el mismo cambio en la tasa de interés se aplica a todos los pagos del cupón intermedios sin importar su vencimiento; y en segundo lugar, los movimientos en la tasa de rendimientos deben ser pequeños para que la aproximación lineal tenga validez, es decir en el caso de que la estructura intertemporal de las tasas de interés sea plana. Cuando las variaciones de las tasas son importantes, el cambio del precio de un bono estimado con base en la duración es inexacto.

3.2.2 Convexidad

La convexidad es una propiedad de los instrumentos de deuda. Cuando los cambios en la tasa de interés son muy pronunciados (alta volatilidad), como en el caso del mercado mexicano, la duración del bono no es suficiente para cuantificar la pérdida potencial derivada de dicha posición. Por esta razón la convexidad es considerada una medida de exposición de riesgo.

Por lo tanto, la convexidad es un efecto de segundo orden que indica la forma en que la duración se transforma conforme cambie el rendimiento. La convexidad se determina con la segunda derivada del precio del bono respecto a la tasa de interés, de la siguiente manera:

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

Una vez que se aplica la segunda derivada en la fórmula de valuación de un bono y simplificando algebraicamente, se obtiene la siguiente expresión para calcular la convexidad.

$$C = \frac{dDur \text{ modificada}}{dr} = \frac{1}{P} \frac{d^2 P}{dy^2} = \frac{1}{P} \frac{1}{(1+r)^2} \sum_{n=1}^M \frac{n(n+1)f_n}{(1+r)^n}$$

En el caso de un bono cupón cero, la expresión de la convexidad se reduce como sigue:

$$C = \frac{n(n+1)}{(1+r)^2}$$

De esta manera la convexidad se cuantifica en unidades de periodos elevados al cuadrado.

El efecto de la convexidad será reducir la duración ante un incremento en las tasas de rendimiento e incrementarla ante una caída de las mismas. En este sentido, ante un par de bonos con la misma duración aquel con mayor convexidad presentará un mayor incremento relativo a su precio ante una caída en las tasas de rendimiento y una menor reducción ante un incremento de tasas.

Los factores que influyen en la convexidad son:

- La convexidad es una función creciente de la duración (primera derivada con respecto a la duración). Bonos de largo plazo tienen mayor convexidad por periodo de duración que los bonos de corto plazo, especialmente en el caso de los bonos cupón cero.

- Como existe una relación directa entre la duración y la convexidad, la convexidad es inversamente proporcional a la tasa cupón, al monto de intereses devengados y a la tasa de interés de mercado.
- De dos bonos con igual duración, el que tenga flujos más dispersos tendrá mayor convexidad.
- A mayor volatilidad, mayor convexidad. Y esta relación es todavía mayor en el caso de los bonos de largo plazo.
- La convexidad aumenta más cuando las tasas de interés caen, que cuando las tasas de interés aumentan.

3.3 Modelando el VaR para Cetes a 28 días

Para entender mejor el análisis a realizar, es necesario ubicarnos en un contexto real que nos permita explicar de manera práctica los resultados del modelo. El mercado de deuda es importante para este propósito, ya que en él se negocian un cuantioso flujo de recursos de valores gubernamentales, aceptaciones bancarias, certificados negociables de depósitos y papel comercial. Estos instrumentos tienen vencimiento menor a un año por lo cual los inversionistas participan con el fin de obtener liquidez y los demandantes con la finalidad de mantener equilibrados sus flujos de recursos.

Para tomar un ejemplo claro aplicable al estudio, supóngase un inversionista que desea colocar en una institución financiera \$1,500,000 pesos en la compra de títulos de un bono cupón cero como el Cete a 28 días, pero el inversionista desea saber cual sería el riesgo que correría si los flujos que espera obtener no se presentan en la forma y magnitud deseadas en el tiempo por las variaciones en la tasa de interés de los Cetes, lo cual acarrearía problemas en los pasivos de su empresa al corto plazo.

De esta manera la institución bancaria ha decidido realizar un análisis del riesgo que se observaría en esta inversión basándose en las tasas ofrecidas del Cete a 28 días, y calculando con el método VaR.

Como se ha revisado anteriormente la medición del VaR tiene fundamentos estadísticos y el cálculo que se realizará estará dado bajo un nivel de significancia del 5%. Esto quiere decir que solamente el 5% de las veces (una vez cada cinco meses con datos semanales) el rendimiento de los Cetes a 28 días caerán más de lo que señale el VaR, bajo los supuestos mencionados anteriormente.

Para la evidencia empírica de este trabajo se utilizaron datos históricos de los Cetes a 28 días reportados semanalmente, cuya muestra es igual a 213 datos (n=213) del 6 mayo de 2004 al 2 mayo de 2008.

Primero obtendré la volatilidad anual y semanal de la tasa de rendimiento de los Cetes a 28 días, calculando la desviación estándar de esta serie de datos en excel, obteniendo los resultados que se muestran en el Anexo 1, Tabla A (el cálculo lo observamos en la tercer columna).

Después de calcular la volatilidad, es importante señalar que en el VaR se asumen dos tipos de pérdidas: absoluta y relativa, en donde el primer tipo de pérdida se establece como la diferencia que existe entre el valor inicial de la posición (activo) y su peor valor esperado bajo una cierta probabilidad cuando finaliza la inversión:

$$\text{VaR (0) anual} = V_0 - V^* = 100 - 90 = 10 \quad (\text{peor pérdida absoluta})$$

Por otro lado, la peor pérdida relativa se da como la diferencia entre el valor esperado de la inversión; valor inicial, su media y su peor valor esperado bajo cierta probabilidad cuando finaliza la inversión:

$$\text{VaR (0) anual} = E(V_0) - V^* = 105 - 90 = 15 \quad (\text{peor pérdida relativa})$$

Para hacer más claro lo anterior, asumamos un periodo de inversión a corto plazo (un año) y examinando la tabla:

Variable	Indica	Valores	Ejemplo
V_0	Valor inicial de la posición		100 millones de u.m.**
r_e^*	Peor rendimiento esperado con un 90% de intervalo de confianza anual		- 0.10
V^*	Peor valor esperado al final de la inversión con un 90% de intervalo de confianza (anual)	$V_0 (1 + r_e^*)$	100 (1-0.10) = 90 millones de u.m.
λ	Rendimiento		0.10

	esperado (anual)		
E (V)	Valor esperado de la posición al final de la inversión (anual)	$V_0 (1 + \lambda)$	100 (1+0.10) =110 millones de u.m.

Nota: u.m. significa "unidades monetarias"

Para efectos de este trabajo nosotros utilizaremos el Valor en Riesgo relativo.

De esta manera, para obtener la fórmula del VaR, se parte de obtener un valor estimado en función del valor inicial de la posición restando el peor valor que se espera obtener al final de la inversión con un intervalo de confianza dado:

$$(1) E (V_0) - V^*$$

Traduciendo los valores considerados en la tabla, se tiene:

$$(2) V_0 (1 + \lambda) - V_0 (1 + r_e^*)$$

Factorizando se llega a:

$$(3) V_0 \lambda - V_0 r_e^*$$

$$(4) -V_0 (r_e^* - \lambda)$$

Obteniendo la definición del peor rendimiento esperado:

$$(5) P (r_e^* < - 1.28 \sigma + \lambda)$$

Sustituyendo (4) en (5), se obtiene el Valor en Riesgo:

$$- V_0 (1.28 \sigma)$$

Finalmente, se obtiene una formulación sencilla para valorar el riesgo mediante la metodología VaR:

$$\text{VaR} = V_0 * (1.65) * \sigma * i$$

Donde:

V_0 = valor inicial de la inversión

1.65 = intervalo de confianza a un nivel estadístico dado

σ = volatilidad en un nivel del tiempo

i = tasa de interés de los Cetes a 28 días

En este trabajo se utilizará un intervalo de confianza de 95% debido a que es el que utilizan las instituciones financieras hoy en día.

Si se asume el supuesto de distribución normal se puede recurrir a las tablas de la distribución normal estandarizada, las cuales muestran que:

Intervalo	(Complemento)
1. $P(r < -1.28) = 10\%$	90%
2. $P(r < -1.65) = 5\%$	95%
3. $P(r < -2.33) = 10\%$	99%

Por lo tanto, para aclarar:

$$P\left(\frac{r - \lambda}{\sigma} < -1.65\right) = 5\%$$

despejando:

$$P(r_e^* < -1.65\sigma + \lambda) = 5\%$$

Esta expresión nos indica que existe un 5% de probabilidad de que el rendimiento sea menor que -1.65 desviaciones estándar sumado con su media.

En otro sentido, significa que existe un 90% de probabilidad de que el peor rendimiento (r_e) que se pueda observar sea de -1.65 desviaciones estándar más la media.

Ejemplifiquemos lo anterior con la tabla 1 del Anexo 1. En esta tabla se muestran cinco columnas en donde se puede comprobar cómo puede ser calculado el VaR. La primera columna muestra los datos de la tasa nominal de los Cetes a 28 días, la segunda columna muestra la desviación estándar, es decir, la volatilidad. El precio del Cete en la tercera columna es el resultado del factor de descuento de la tasa nominal, y la cuarta columna muestra un comparativo del monto de Cetes que se hubiese podido comprar con tal inversión, sólo a manera de información. Finalmente, en la columna cinco se muestra el valor de la inversión final a obtenerse mediante la inversión por subasta de Cetes a 28 días a comparar, que es el nivel inicial requerido y es constante debido a que es la cantidad a devengar por parte del Banco de México al final del periodo.

Finalmente las condiciones establecidas permiten realizar el cálculo del VaR mediante la formulación realizada anteriormente. De tal manera su cuantificación queda expresada en la hoja de cálculo de excel como se muestra en la tabla 2 del Anexo 1. El VaR que se obtiene para el 4 de enero de 2007 es de: $(1,500,000 * 1.65 * 0.019384832 * 0.0701) = \$3,363.22$ como lo máxima pérdida en pesos de ese día. La interpretación indica que con un 95% de confianza se espera que el monto de pérdida sea de \$3,363.22 pesos, o bien, sólo se perdería el 0.22% de la inversión total. De la misma manera no se espera que el Cete caiga más de 1.65 el 95% de las ocasiones durante un día.

3.4 CASO EMPIRICO: Aplicación del Modelo VaR de mercado en un portafolio de una institución financiera.

Como lo mencionamos en el capítulo anterior, la regulación bancaria incluye diversos requerimientos, entre los cuales podemos mencionar el nivel mínimo de capitalización, los límites máximos de préstamos, los requerimientos mínimos de inversión derivados de pasivos en moneda extranjera y las disposiciones en materia de administración de riesgos. Al respecto la CNBV establece que las instituciones para administrar el riesgo de mercado deberán utilizar modelos de Valor en Riesgo y las unidades de riesgo deberán allegarse de información histórica de los factores de riesgo, considerando el impacto que en el valor del capital y en el estado de resultados de la institución provocan las alteraciones de los diferentes factores de riesgo.

En este capítulo se calculará el VaR de una Institución Bancaria cuya actividad consiste en la captación de recursos del público en general, la obtención de préstamos, el otorgamiento de créditos, inversión en valores, así como la compra y venta de divisas.

3.4.1 Componentes del Riesgo de Mercado en la Institución

Considerando una Institución financiera que capta recursos del público, otorga préstamos e invierte en valores, compra y vende divisas, el riesgo de mercado en el que incurre se deriva de la fluctuación del tipo de cambio y de las tasas de interés:

- A. Riesgo cambiario: La exposición cambiaria está expuesta al riesgo derivado de la volatilidad en el tipo de cambio.

B. Riesgo en tasa de interés: Aunque la posición neta (activos y pasivos) se encuentre nivelada si está en diferentes plazos, existe el riesgo de cambios en la tasa de interés.

3.4.2 Definición del portafolio e identificación de los factores de riesgo por producto

Diseñaremos un portafolio global que incluya todos los instrumentos, identificando sus factores de riesgo, como son operaciones activas y pasivas sujetas a riesgo de mercado con tasa de interés nominal en moneda nacional y en moneda extranjera que estén sujetos a riesgo de mercado y operaciones de divisas, de la siguiente forma:

Instrumento	Factor de Riesgo	Portafolio
Posición neta en divisas: <ul style="list-style-type: none"> • USD • EUR 	Tipo de cambio: <ul style="list-style-type: none"> • MXP/USD • MXP/EUR 	EUR, USD
Activos y pasivos denominados en USD: <ul style="list-style-type: none"> • Créditos a clientes • Créditos a bancos (call loan) • Inversiones en valores • Depósitos a plazo de clientes • Fondeo interbancario(call money) • Cuentas de cheques 	Tasa de interés: <ul style="list-style-type: none"> • LIBOR USD 	USD
Activos y pasivos denominados en MXN: <ul style="list-style-type: none"> • Créditos a clientes • Créditos a bancos (call loan) • Compra de pagaré Bancario • Compra y venta de papel gubernamental en reporto • Inversiones en valores • Depósitos a plazo de clientes • Fondeo interbancario(call money) • Cuentas de cheques 	Tasa de interés: <ul style="list-style-type: none"> • CETES • Fondeo interbancario • Pagaré bancario 	MXN

Las tasas de interés y los tipos de cambio de mercado se obtendrán de un proveedor de precios. La tasa de interés que utilizaré será la de los cetes 28 días.

Así el portafolio GLOBAL, estaría compuesto por los portafolios:

- USD
- MXN
- EUR

3.4.3 Metodología de Cálculo

La estimación del VaR se basará en el modelo de portafolios de Markowitz, el cual consiste en estimar la matriz varianza-covarianza de los factores de riesgo, empleando los siguientes supuestos:

- Nivel de confianza: 95% (1.65σ)
- Media: Ponderada = 0
- Horizonte de liquidación: 1 día hábil
- Periodo histórico: 125 días

De acuerdo con este modelo, si una cartera de inversión se conforma de los activos X y Y, cuyos factores de riesgo son FRX y FRY, la relación entre el cambio en el valor del portafolio (V) y el cambio en los factores de riesgo es lineal.

Si se supone que los precios cambian diariamente, la dispersión de las variaciones del valor del portafolio en relación con su valor inicial se pueden estimar a través de la varianza de los cambios en el valor del portafolio.

Para cada factor de riesgo i definimos a r_i como el vector de factores de riesgo $T \times 1$ (con media = 0), donde T es el número de volatilidades obtenido de las observaciones históricas correspondientes a cada factor de riesgo. Ahora definimos $r_{i,t}$ como la volatilidad en el periodo t del factor de riesgo i .

Entonces $R = \langle r_1, r_2, \dots, r_n \rangle$, donde n es el número de factores de riesgo.

Por lo que podemos esquematizar la R matriz de $T \times n$ volatilidades de los factores de riesgo de la siguiente manera:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & \dots & \dots & r_{1n} \\ \sqrt{\lambda}r_{21} & \dots & \dots & \dots & \sqrt{\lambda}r_{2n} \\ \dots & \dots & \sqrt{\lambda^{j-1}}r_{jj} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sqrt{\lambda^{T-1}}r_{T-1} & \dots & \dots & \dots & \sqrt{\lambda^{T-1}}r_{T-n} \end{bmatrix}$$

Ahora podemos definir la matriz de Varianza – Covarianza basada en los promedios ponderados exponencialmente⁶³ de la siguiente forma:

$$\tilde{\Sigma} = \left(\sum_{i=1}^T \lambda^{i-1} \right)^{-1} \tilde{R}^T \tilde{R}$$

Donde,

$\tilde{\Sigma}$ = Matriz de Varianza – Covarianza y,

λ = Factor de decaimiento = 0.94⁶⁴

$0 < \lambda < 1$

Para estimar el VaR, es decir las pérdidas esperadas, dado un nivel de confianza definido y un horizonte de liquidación deseado, la volatilidad de los factores de riesgo se multiplicaría por la raíz cuadrada del tiempo y por el factor para determinar el nivel de confianza obteniendo la siguiente ecuación:

$$VaR = F \times \sigma_{Portafolio} \times S \times \sqrt{t}$$

donde: F: Factor para determinar el nivel de confianza

$\sigma_{Portafolio}$: Volatilidad de los factores de riesgo

S: Valor total del portafolio

t: Horizonte de liquidación

⁶³ Los modelos que emplean promedios ponderados exponencialmente tienen la ventaja de que el valor de la volatilidad reacciona rápidamente ante cambios en las condiciones de mercado. Es decir, no es un modelo estático, al contrario, es un modelo que considera que los factores de riesgo son variables a lo largo del tiempo. Además cuando hay un shock en algún factor, el nivel de la volatilidad de ese factor permanece en niveles elevados y va, disminuyendo gradualmente a su nivel de largo plazo, es conocido como efecto “clustering”.

⁶⁴ El parámetro λ es utilizado como una constante que determina el grado de suavidad de la serie, es decir que mientras mayor sea el valor de λ se le estará dando mayor importancia a las observaciones recientes.

Para calcular la volatilidad de los factores de riesgo utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde,

σ = desviación estándar

\bar{x} = media

x_i = cambio en los factores de riesgo

3.4.4 Resultados

Para el cálculo de la volatilidad de los factores de riesgo, mencionados en la tabla anterior, utilizaremos 125 datos históricos, sólo considerando días hábiles a partir del 3 de febrero del 2009 hasta el 31 de julio de 2009.⁶⁵

Factor de riesgo	Volatilidad
Tipo de cambio MXP/USD	0.0101836
Tasa de interés CETES 28 Días	0.0236010
Tipo de cambio MXP/EUR	0.0110757
Tasa de interés LIB/USD	0.0131786

Con los supuestos del modelo mencionado anteriormente, calcularemos el VaR de una institución financiera, considerando las siguientes posiciones.

Posición corta en USD: 840,410,500

Posición larga en USD: 860,544,710

Posición larga en MXN: 504,213,254

Posición corta en EUR: 8,115

Aplicando la fórmula para obtener el VaR, los resultados de estas estimaciones al 31 de julio de 2009 son:

Portafolio	VaR (miles de pesos)
USD	4,470
MXN	9,214
EUR	3
GLOBAL	52,212

⁶⁵ En el Anexo 2 se muestran las gráficas de la volatilidad de los diferentes factores de riesgo.

Para calcular el VaR GLOBAL de la institución, calcularé la matriz, que elaboré en Excel, con la metodología anteriormente explicada, obteniendo lo siguiente:

MATRIZ VARIANZA - COVARIANZA

	Y1	Y2	Y3	Y4
Y1	0.00010370609	0.00001032031	0.00006225688	0.00001368897
Y2	0.00001032031	0.00055700888	0.00004160266	0.00002867433
Y3	0.00006225688	0.00004160266	0.00012267132 -	0.00000849065
Y4	0.00001368897	0.00002867433 -	0.00000849065	0.00017367627

El resultado de la matriz de los factores de riesgos es: 0.041091217

Si sumamos todas las posiciones anteriores, nos daremos cuenta que la posición neta es de \$770,084,635.17 pesos. Este es el capital de la institución.

Por lo que para obtener el valor en riesgo

$$VaR = -0.41091217 * 770,084,635.17 * 1.65 * 1 = -52,212,131.09$$

El VaR GLOBAL indica que la institución podría perder hasta \$52,212,131 de pesos en un día con una probabilidad de 95% considerando que el portafolio vigente permaneciera constante. Esta pérdida estimada en condiciones normales de mercado nos indica que el rendimiento de los diferentes instrumentos del portafolio es afectado por factores de riesgo de alta volatilidad.

Este resultado sería comparado con el valor de las pérdidas o ganancias reales generado por contabilidad del mismo día. En el caso de que las pérdidas reales superaran a las pérdidas estimadas, entonces el modelo estaría subestimando el riesgo, lo que obligaría a ajustar y calibrar el modelo⁶⁶.

⁶⁶ Esto se puede realizar a través de la prueba conocida como “backtesting” propuesta por Kupiec en 1995: la cual consiste en contar las veces que las pérdidas y/o ganancias exceden el VaR durante un periodo. Esta prueba es recomendada por el Comité de Basilea con el fin de verificar si el modelo de VaR es adecuado.

Por otra parte el VaR calculado representa el 6.77% del capital básico, por lo que su riesgo es significativo, considerando que el capital básico es de \$770,236,504 pesos, aunque es importante recordar que el horizonte es de un día. Sin embargo la institución debería de tratar cubrir sus posiciones, ya que tiene una posición larga en USD de \$20,134,210, esto es lo que está generando que el VaR sea tan alto, ya que la volatilidad del tipo de cambio usd/mxn es muy alta y la Tesorería o la Mesa de Dinero de la institución deberán planear estrategias de inversión o captación de fondos en dólares.

Adicional a los límites y controles de riesgo de mercado emitidos por Banco de México y por la CNBV (descritos en el capítulo II), la institución bancaria debe establecer límites internos de VaR autorizados a las Unidades de Negocios denominadas como Promoción y Tesorería y Mercado. Promoción tiene por objetivo satisfacer las necesidades de los clientes y Tesorería y Mercado el cubrir las posiciones tomadas por Promoción.

La gestión de activos y pasivos realizadas por la institución deberá cumplir los límites de riesgo de tasa de interés y de liquidez, mismos que deben ser calculados diariamente y cubrir en la manera posible las brechas entre activos y pasivos a diferentes plazos.

CONCLUSIONES

El tamaño y la eficiencia de los mercados financieros atraen la inversión fomentando el crecimiento económico. El funcionamiento de los mercados financieros afecta a la liquidez, la diversificación del riesgo y la movilización del ahorro, además proveen una mecánica eficiente para transferir capital entre agentes económicos. Si hay una mejor administración y una mayor diversificación del riesgo se trasladan inversiones hacia proyectos más rentables, pero no hay que olvidar que proyectos con rendimientos esperados más altos tienden a ser relativamente más riesgosos, por lo que solo en mercados eficientes una mejor diversificación del riesgo a través de ellos alentará la inversión de rendimientos más altos.

La crisis actual estuvo precedida por un periodo prolongado que se caracterizó por cuatro fenómenos: tasas de interés reales bajas, liquidez abundante, múltiples innovaciones financieras y una fuerte expansión del crédito, particularmente en el sector vivienda de Estados Unidos.

Del fin de la burbuja en el sector vivienda estadounidense y del aumento en la morosidad de las llamadas hipotecas *subprime*, ha derivado un aumento significativo de la aversión del riesgo por parte de los acreedores e inversionistas, principalmente en los países desarrollados. Aunado a la crisis actual en algunos países de Europa derivada de la deuda griega, causando presiones a la baja en el euro.

A pesar del contexto económico desfavorable ocasionado por la actual crisis financiera internacional, tanto las instituciones como los mercados financieros mexicanos han mostrado solidez y la banca en México se encuentra bien capitalizada. Los esfuerzos desplegados durante los últimos diez años (a raíz de la crisis de 1995) para mejorar el marco legal, la regulación financiera y los procesos de supervisión han brindando frutos. Las instituciones bancarias mantenían niveles elevados de capital previo al inicio de la crisis, incluso por encima de los parámetros internacionales y la exigencia de regulación local. Esto se vio favorecido también, por una regulación y supervisión bancaria adecuadas.

El cálculo adecuado del VaR proporciona a las instituciones financieras encontrar las estrategias que permitan patrones de riesgo y de rendimiento que se adecuen a las condiciones globales de mercado. Una vez reconocido esto es importante monitorear y controlar estos riesgos. Una adecuada administración de riesgos permite un control de la exposición a pérdidas y sus efectos sobre el capital. El VaR ha demostrado ser una herramienta útil para cuantificar el riesgo de mercado y su utilización se ha difundido con gran fuerza entre los intermediarios financieros.

Como se mostró en el primer capítulo, la principal función de un administrador de portafolios de inversión es administrar y monitorear la relación riesgo-rendimiento, para poder llevar a cabo esta función, primero deben de identificarse los factores de riesgo, en este caso la tasa de interés de los Cetes, es el principal factor.

El ejercicio planteado en este trabajo ha permitido realizar un cálculo confiable que permitirá al inversionista conocer sus posiciones semanales de riesgo en inversiones de Cetes a 28 días. Se pudo observar que entre los meses de abril y mayo de 2008, hay muy poca volatilidad semanal de la tasa de interés de los Cetes a 28 días lo que nos da como resultado una menor monto en riesgo, en comparación con la volatilidad presentada a principios de 2007. En México los instrumentos más demandados son a corto plazo y la demanda de Cetes, se ve, por lo tanto, mayormente sesgada.

Pero en el segundo ejercicio para el cálculo del VaR en una institución financiera, la volatilidad es más alta en los factores de riesgos a partir de octubre de 2008, como lo podemos ver en las gráficas del anexo 2.

En el capítulo tres se muestra el cálculo del VaR en un portafolio de inversión conformado por instrumentos de compra en venta de divisas, inversiones en valores, instrumentos de fondeo interbancario, créditos comerciales, depósitos a plazo y cuentas de cheques de una institución financiera común. Lo que se tiene que subrayar, es que el portafolio contiene diversos instrumentos cuyo valor depende de diversos factores de riesgo. La estimación del riesgo de capital mediante el VaR es uno de los factores que ha coadyuvado a su aceptación entre los intermediarios financieros y las instituciones reguladoras. Es importante destacar lo siguiente:

- La estimación del VaR está expresada en pesos, lo que permite homogeneizar y comparar los riesgos de las diferentes posiciones de una institución financiera, a través de la construcción de portafolios de referencia.
- La metodología del VaR se puede aplicar a todas las posiciones de riesgo y carteras de riesgo y a todos los niveles de una institución financiera. Recientemente los modelos de VaR también se están aplicando a aseguradoras, fondos de pensiones, etc.
- El riesgo del portafolio calculado está directamente relacionado con el comportamiento de variables de mercado, como tasas de interés, tipo de cambio y los precios de los activos financieros y de crédito. Esto permite entender la naturaleza de los riesgos, por ende, la manera de controlarlos.
- Ayuda a tomadores de decisión de las instituciones financieras a evaluar el comportamiento de las unidades de negocio y determinar la estrategia de la institución financiera bajo una base de rendimientos ajustados por riesgos, además, permite asignar el capital a las áreas de negocio en función de los rendimientos esperados y del nivel de riesgo que se debe soportar para alcanzarlo.

La mala definición e instrumentación de los modelos de valuación explican en buena proporción el sesgo de las estimaciones del VAR. Además de que impiden determinar el valor correcto de las posiciones a precios de mercado y, por ende, el valor económico del capital de las instituciones financieras. Existen riesgos de forma funcional, en donde pueden surgir errores de valuación, esto es, que existan imprecisiones en la cuantificación de los parámetros (riesgo operacional).

Actualmente, en México, las autoridades regulatorias supervisan los límites de exposición de riesgo y realizan auditorías a los modelos de valuación de riesgo al menos una vez al año, a través de la Circular Única de Bancos y Las Reglas para los Requerimientos de Capitalización por riesgo de mercado, riesgo de crédito y riesgo operacional, con actualizaciones recientes y mediante enfoques que permitan reflejar con mayor precisión y sensibilidad los riesgos enfrentados por las Instituciones Financieras. En base a esto, las instituciones motivadas por el incentivo de reducir los requerimientos de capitalización, han creado y han sido las principales del marco metodológico de la administración de riesgos, aplicando y desarrollando modelos internos de valuación y de medición de riesgos.

Los acontecimientos recientes ocurridos en los mercados financieros de Estados Unidos y Europa obligarán a los bancos y a otras instituciones financieras a revisar los parámetros y supuestos en los que se basan sus modelos de riesgo de mercado y de liquidez principalmente.

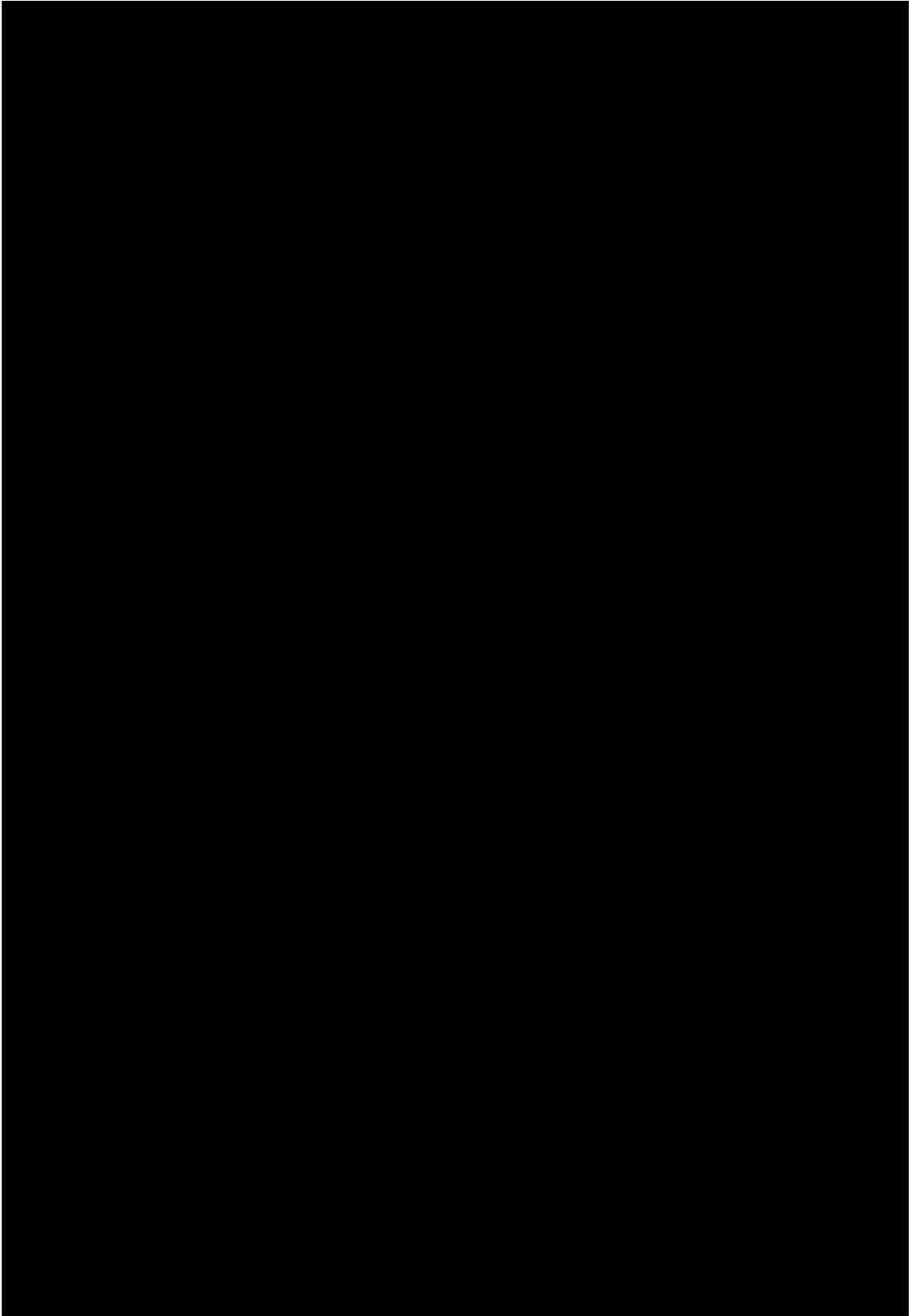
El periodo prolongado de baja volatilidad que precedió a la reciente crisis en los mercados financieros internacionales ha dado lugar a que las mediciones de VaR mostraran pérdidas reducidas en muchas de las instituciones financieras, las cuales no estaban preparadas para enfrentar un evento inesperado, por lo que las autoridades financieras internacionales sugieren que las instituciones financieras elaboren escenarios de estrés como complemento del VaR, ya que al considerar condiciones extremas se atenúa la subestimación por colas pesadas, se pueden considerar condiciones más volátiles en periodos de estabilidad además de que es posible establecer respuestas que tomen en cuenta las características específicas de cada institución y cada portafolio.

ANEXO 1

Tabla A

					Nivel de significancia al 95%	Monto a invertir (millones de pesos)
					1.65	\$1,500,000
	1	2	3	4	5	
					V _D	
FECHA:	Tasa a 28 días	Volatilidad	Precio	Comparativo Monto de Cestec a Subasta	Valor de la inversión	
04/01/2007	0.0701	0.019384832	9.945711	150,819	\$1,500,000.00	
11/01/2007	0.0702	0.017696679	9.945711	150,819	\$1,500,000.00	
18/01/2007	0.0705	0.016001498	9.945400	150,823	\$1,500,000.00	
25/01/2007	0.0706	0.014161481	9.945400	150,823	\$1,500,000.00	
01/02/2007	0.0705	0.01283355	9.945478	150,822	\$1,500,000.00	
08/02/2007	0.0705	0.011328858	9.945478	150,822	\$1,500,000.00	
15/02/2007	0.0703	0.009764858	9.945633	150,820	\$1,500,000.00	
22/02/2007	0.0703	0.008635512	9.945633	150,820	\$1,500,000.00	
01/03/2007	0.0705	0.007665999	9.945478	150,822	\$1,500,000.00	
08/03/2007	0.0705	0.006843231	9.947425	150,793	\$1,500,000.00	
15/03/2007	0.0705	0.005599832	9.945478	150,822	\$1,500,000.00	
22/03/2007	0.0704	0.004663103	9.945556	150,821	\$1,500,000.00	
29/03/2007	0.0703	0.003901959	9.945633	150,820	\$1,500,000.00	
04/04/2007	0.0702	0.003225605	9.943772	150,848	\$1,500,000.00	
12/04/2007	0.0700	0.002739921	9.945867	150,816	\$1,500,000.00	
19/04/2007	0.0700	0.002104084	9.945867	150,816	\$1,500,000.00	
26/04/2007	0.0700	0.001235634	9.945867	150,816	\$1,500,000.00	
03/05/2007	0.0725	0.002470047	9.943922	150,846	\$1,500,000.00	
10/05/2007	0.0724	0.000440909	9.944000	150,845	\$1,500,000.00	
17/05/2007	0.0723	0.000509958	9.944078	150,844	\$1,500,000.00	
24/05/2007	0.0724	0.000573038	9.944000	150,845	\$1,500,000.00	
31/05/2007	0.0722	0.000615721	9.944156	150,842	\$1,500,000.00	
07/06/2007	0.0721	0.000649811	9.944233	150,841	\$1,500,000.00	
14/06/2007	0.0720	0.000674817	9.944311	150,840	\$1,500,000.00	
21/06/2007	0.0718	0.000691401	9.944467	150,838	\$1,500,000.00	
28/06/2007	0.0719	0.00071067	9.944389	150,839	\$1,500,000.00	
05/07/2007	0.0721	0.000733844	9.944233	150,841	\$1,500,000.00	
12/07/2007	0.0718	0.000745163	9.944467	150,838	\$1,500,000.00	
19/07/2007	0.0720	0.000763271	9.944311	150,840	\$1,500,000.00	
26/07/2007	0.0723	0.000790639	9.944078	150,844	\$1,500,000.00	
02/08/2007	0.0720	0.000802701	9.944311	150,840	\$1,500,000.00	
09/08/2007	0.0726	0.000837028	9.943844	150,847	\$1,500,000.00	
16/08/2007	0.0723	0.000855392	9.944078	150,844	\$1,500,000.00	
23/08/2007	0.0724	0.000874823	9.944000	150,845	\$1,500,000.00	
30/08/2007	0.0724	0.000892031	9.944000	150,845	\$1,500,000.00	
06/09/2007	0.0722	0.000899994	9.944156	150,842	\$1,500,000.00	
13/09/2007	0.0725	0.000917764	9.943922	150,846	\$1,500,000.00	
20/09/2007	0.0723	0.000932246	9.944078	150,844	\$1,500,000.00	
27/09/2007	0.0720	0.000936365	9.944311	150,840	\$1,500,000.00	
04/10/2007	0.0719	0.000937951	9.944389	150,839	\$1,500,000.00	
11/10/2007	0.0723	0.000946317	9.944078	150,844	\$1,500,000.00	
18/10/2007	0.0720	0.000949032	9.944311	150,840	\$1,500,000.00	
25/10/2007	0.0720	0.000949583	9.944311	150,840	\$1,500,000.00	
01/11/2007	0.0745	0.001043526	9.942367	150,870	\$1,500,000.00	
08/11/2007	0.0748	0.001141122	9.942133	150,873	\$1,500,000.00	
15/11/2007	0.0751	0.001241691	9.941900	150,877	\$1,500,000.00	
22/11/2007	0.0752	0.001333866	9.941822	150,878	\$1,500,000.00	
29/11/2007	0.0748	0.001395473	9.942133	150,873	\$1,500,000.00	
06/12/2007	0.0747	0.001447213	9.942211	150,872	\$1,500,000.00	
13/12/2007	0.0746	0.001487305	9.942289	150,871	\$1,500,000.00	
20/12/2007	0.0743	0.00151023	9.942522	150,867	\$1,500,000.00	
27/12/2007	0.0747	0.001545806	9.942211	150,872	\$1,500,000.00	
03/01/2008	0.0743	0.00155792	9.942522	150,867	\$1,500,000.00	
10/01/2008	0.0742	0.001560883	9.942600	150,866	\$1,500,000.00	
17/01/2008	0.0749	0.001582801	9.942056	150,874	\$1,500,000.00	
24/01/2008	0.0748	0.00160335	9.942133	150,873	\$1,500,000.00	
31/01/2008	0.0748	0.001621628	9.942133	150,873	\$1,500,000.00	
07/02/2008	0.0747	0.001630707	9.942211	150,872	\$1,500,000.00	
14/02/2008	0.0749	0.001641155	9.942056	150,874	\$1,500,000.00	
21/02/2008	0.0750	0.001644315	9.944050	150,844	\$1,500,000.00	
28/02/2008	0.0749	0.001640293	9.942056	150,874	\$1,500,000.00	
06/03/2008	0.0746	0.001630173	9.942289	150,871	\$1,500,000.00	
13/03/2008	0.0750	0.001625468	9.941978	150,875	\$1,500,000.00	
19/03/2008	0.0749	0.001614101	9.939986	150,906	\$1,500,000.00	
27/03/2008	0.0747	0.00159034	9.942211	150,872	\$1,500,000.00	
03/04/2008	0.0751	0.001566914	9.943975	150,845	\$1,500,000.00	
10/04/2008	0.0749	0.001529719	9.942056	150,874	\$1,500,000.00	
17/04/2008	0.0747	0.001473804	9.942211	150,872	\$1,500,000.00	
24/04/2008	0.0750	0.001415946	9.941978	150,875	\$1,500,000.00	
02/05/2008	0.0750	0.001348488	9.944050	150,844	\$1,500,000.00	

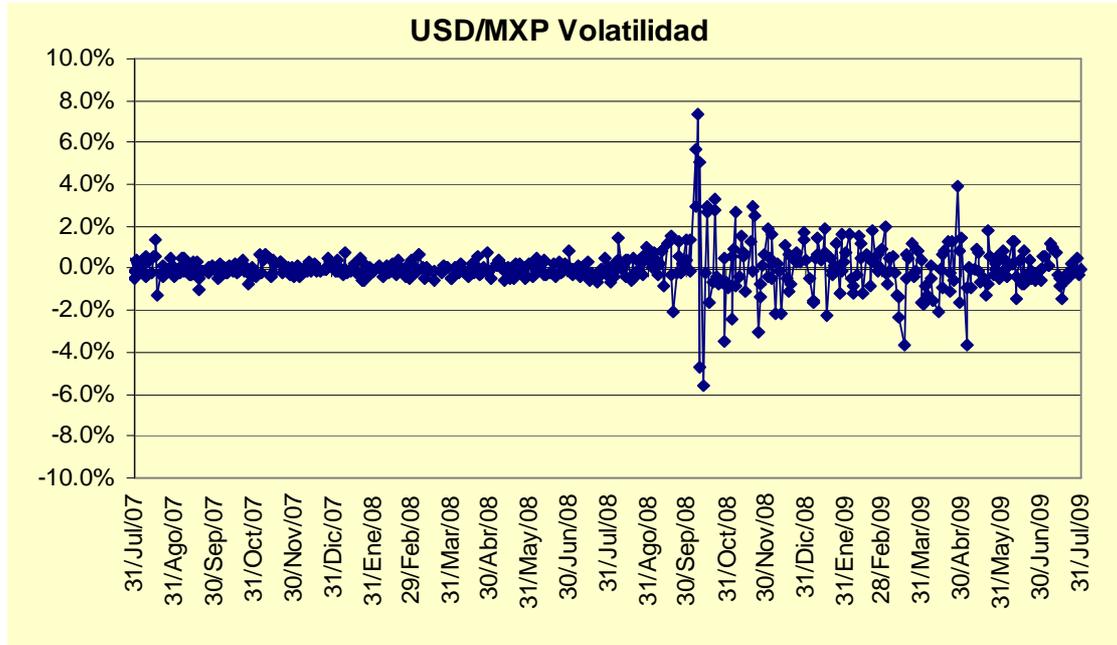
Tabla B



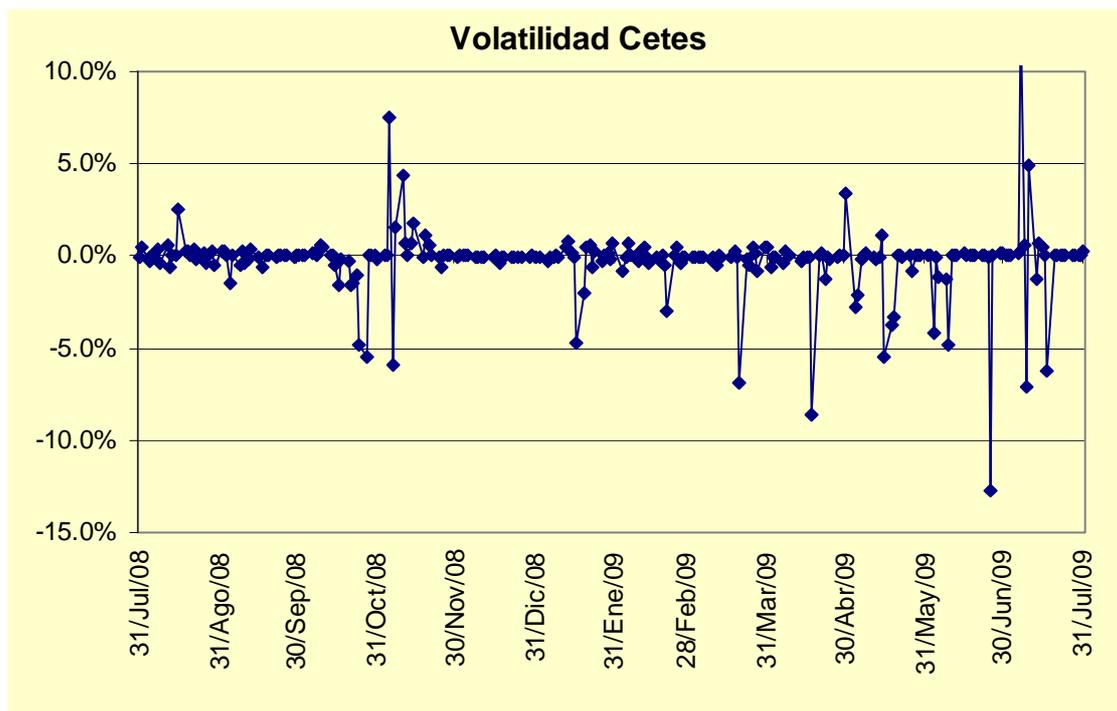
ANEXO 2

VOLATILIDAD DE LOS FACTORES DE RIESGO

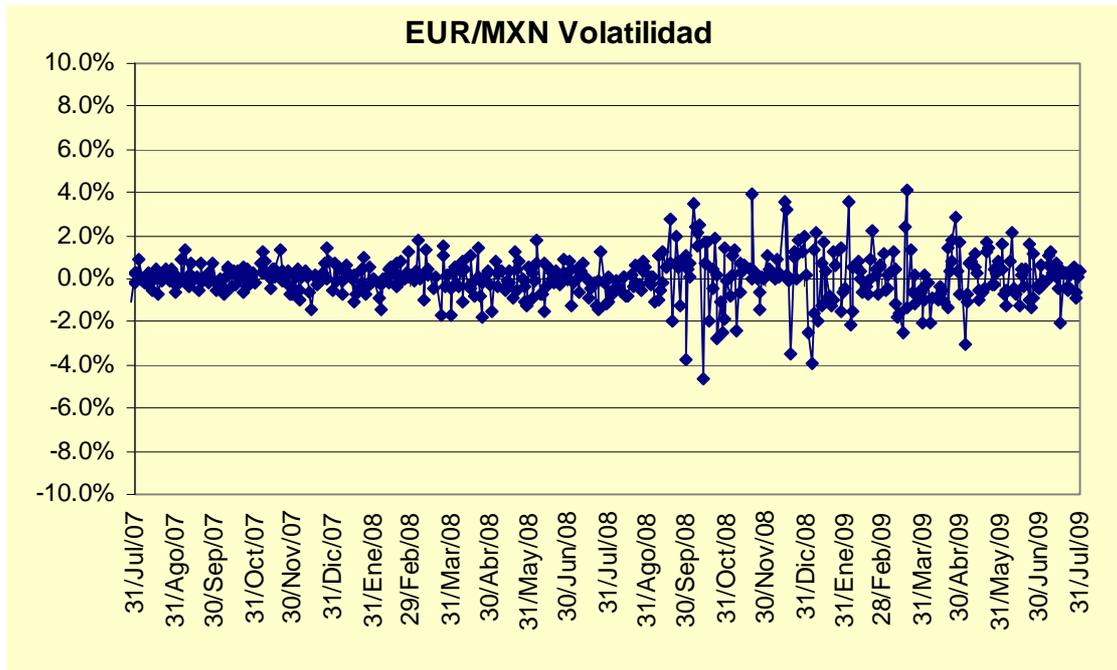
1) TIPO DE CAMBIO MXP/USD



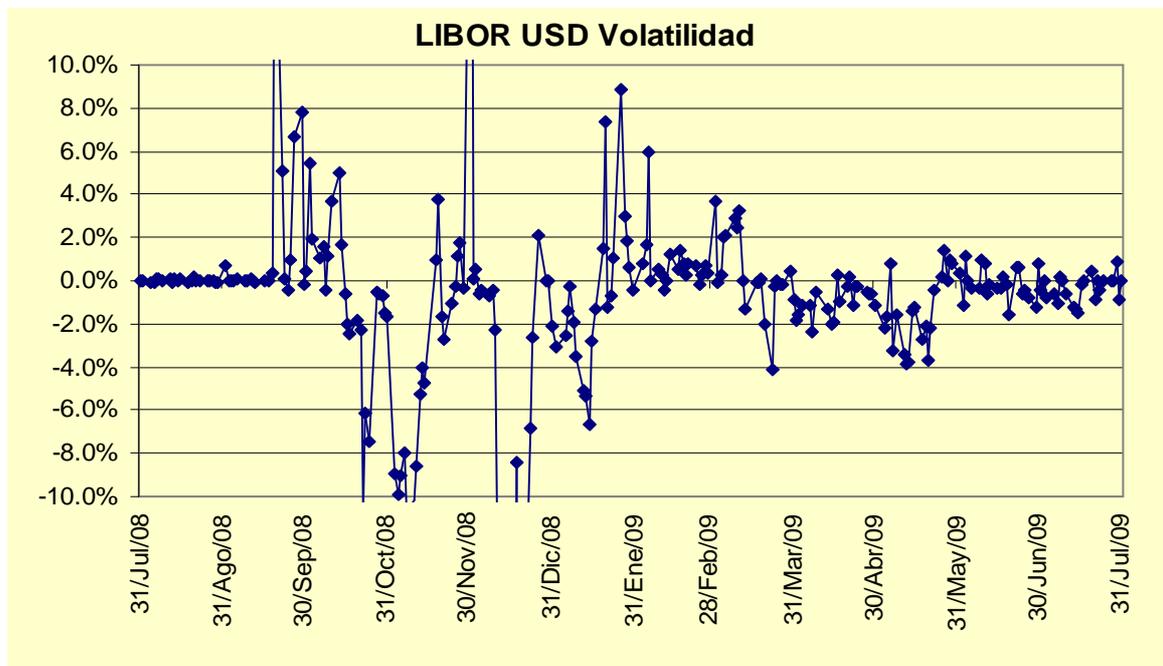
2) TASA DE INTERES CETES 28 DIAS



3) TIPO DE CAMBIO MXP/EUR



4) TASA DE INTERES LIBOR USD



BIBLIOGRAFIA

1. MARQUEZ D. JAVIER
Carteras de inversión. Fundamentos teóricos y modelos de selección óptima.
Limusa,
México, 1998
2. NICHOLSON , WALTER,
Teoría Microeconómica: principios básicos y ampliaciones,
Cengage Learning Editores, 2ª Edición, 2004
3. VARIAN HAL R.
Microeconomía intermedia. Un enfoque actual.
Antoni Bosch, 4ª Edición, 2002
4. PABLO, A. DE.
La Teoría de la Utilidad y las Magnitudes Financieras
Anales del Instituto de Actuarios Españoles, nº 18
Madrid, 2000
5. PRIETO PÉREZ, E.
Teoría de la Inversión
Ed. I.C.E., 1998
6. SUÁREZ SUÁREZ, A. S.
Decisiones Óptimas de Inversión
Ed. Pirámide, 1996
7. FERRUZ AGUDO, L. SARTO NARZAL, J.L
Performance en la Gestión de Carteras en contexto de la Teoría de la Utilidad en presencia de riesgo.
Estudios de Economía Aplicada. Vol. 20-1
Banco de México, 2002.
8. COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES, Circular No. 1480
“Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Instituciones de Crédito”
Diario Oficial de la Federación (Segunda Sección)
2 de Diciembre de 2005
9. OLIVER, MA. DOLORES
El fenómeno de la innovación financiera: la experiencia española.
Editorial Ariel, S.A.
Barcelona, 1999

10. SOLIS, LEOPOLDO.
Evolución del sistema financiero mexicano: hacia umbrales del siglo XXI.
Ed. Siglo XXI
México 1997.
11. BANXICO Circular 2019/95 M.13e
www.banxico.gob.mx
12. MEXDER
El Mercado Mexicano de Derivados. Una introducción.
www.mexder.com
13. VILLEGAS HERNANDEZ, EDUARDO
Sistema Financiero de México
Mc Graw Hill
México 2002
14. MARQUEZ DIEZ-CANEDO, JAVIER,
Un método eficiente para la simulación de curvas de tasas de interés.
Banco de México. Febrero 2003.
15. DE LARA HARO, ALFONSO
Medición y control de Riesgos financieros
Limusa, 3era. Edición
México, 2001.
16. SANCHEZ CERON, CARLOS
Valor en Riesgo y otras aproximaciones
Valuación, Análisis y Riesgo, S.C
México, 2001
17. EATON, B. CURTIS, EATON, DIANE F.
Microeconomía. 3ª Edición.
Prentice Hall, 2001.
18. JORION, PHILIPPE
Valor en Riesgo
Ed. Limusa,
México 2001
19. ANGULO V., GERMAN
Administración de riesgos
Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles (AMIB)
Bolsa Mexicana de Valores, 2001

20. REYES D. ALDO
Disposiciones en el área bancaria internacional. Acuerdo de Capital Basilea II
Moody's Investors Service
Junio, 2004
21. RHULL, JOHN
Risk management and financial institutions
Pearson Education
New Jersey, 2007
22. ELTON, EDWIN J
Modern portfolio theory and investment analysis
7ª edición. John Wiley & Sons
New York, 2007
23. FIELD, PETER
Modern risk management: A history
Riskbooks
London, 2003
24. SAUNDERS, ANTHONY
Financial institutions management: a risk management approach
5ª edición. Mac Graw Hill
New York, 2006
25. BBVABANCOMER
Análisis y estrategias de Mercado
Dirección Corporativa de Análisis y Estrategias de Mercado
Dirección General de Tesorería y Mercados
México, Noviembre 2009
26. BBVABANCOMER
Situación Banca México
Servicio de Estudios Económicos
Dirección General de Tesorería y Mercados
México, Febrero 2010
27. BANCO DE MÉXICO
Reporte sobre el Sistema Financiero
México, Julio 2010
28. COMITÉ DE SUPERVISIÓN BANCARIA DE BASILEA
Convergencia internacional de medidas y normas de capital
Banco de Pagos Internacionales, Junio 2004