



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

CÁLCULO DEL CAPITAL ECONÓMICO PARA UNA CARTERA
DE CRÉDITOS MEDIANTE UNA METODOLOGÍA TIPO MERTON

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIO

P R E S E N T A:

CARLOS DE JESÚS VIVEROS MEDINA



DIRECTOR DE TESIS: LIC. GUSTAVO ADOLFO VARELA COLMENARES

ASESORA DE TESIS: ACT. MARÍA AURORA VALDÉS MICHELL

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Datos del Jurado

**Viveros
Medina
Carlos de Jesús
5692 5173
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Actuaría**

**Licenciado
Gustavo Adolfo
Varela
Colmenares**

**Actuaría
María Aurora
Valdés
Michell**

**Actuario
Alberto Manuel
Ramírez de Jurado
Frías**

**Actuario
Oscar Pablo
Herrera
Villalobos**

**Actuario
Miguel
Santa Rosa
Sierra**

**“Cálculo del Capital Económico para una Cartera de Créditos mediante una
Metodología Tipo Merton.”
103 páginas
2006**

Agradecimientos

Aquí es donde debería agradecer a Gustavo por todo su apoyo, pero no lo haré.

En lugar de esto, agradezco a quienes realmente debo y quienes me dieron mucho más: **Gus y Ale** por todo el tiempo que me prestaron a su papá, tiempo de calidad que me dedicó a mi en lugar de estar con ellos; gracias por haber compartido conmigo lo más valioso que hay para ellos. Esto es algo que nunca olvidaré; y aunque ya lo saben desde antes, son personas muy importantes y queridas para mí. Gracias nuevamente.

También agradezco a **Jan** por la otra mitad del tiempo que aunque le correspondía a ella, lo donó de todo corazón, estoy seguro, para que Gustavo la pasara conmigo discutiendo cifras, metodologías e ideas. Y de repente uno que otro trago.

A la gente de **Algorithmics México** por toda la experiencia y conocimientos que me transmitieron en el poco más de un año que pasamos trabajando juntos.

A la gente de **Nacional Financiera S.N.C.**, quienes con sus ideas y necesidades motivaron el presente trabajo

Dedicatoria

A mi madre,

A la princesa,

Índice

Introducción	I
Problemática	I
Casos de Estudio: Desastres Financieros.....	V
Conclusiones.....	VII
Objetivo	VII
Resumen.....	VIII
1 Marco Regulatorio.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 BIS (Bank for International Settlements).....	1
1.3 Comité de Basilea	2
1.3.1 Basilea I – Julio 1988.....	3
1.3.2 Enmienda al acuerdo de Basilea I – Julio 1994	5
1.3.3 Basilea II – 2001	6
1.4 Entidades Regulatoras en México	7
1.4.1 Banxico	8
1.4.2 SHCP.....	8
1.4.3 CNBV.....	8
1.5 Índice de Capitalización.....	9
1.5.1 Capital Neto	10
1.5.2 Activos Ajustados por Riesgo de Crédito.....	10
1.5.3 Activos Ajustados por Riesgo de Mercado.....	11
2 Conceptos Básicos.....	12
2.1 Introducción	12
2.2 Riesgo Financiero.....	12
2.2.1 Tipos de Riesgo Financiero	12
2.3 Riesgo de Mercado	15
2.3.1 Medidas de Riesgo de Mercado	15
2.3.2 VaR.....	16
2.3.3 Aproximaciones para la medición del VaR.....	18
2.3.4 VaR Condicional	23
2.3.5 VaR Relativo	24
2.3.6 VaR Marginal	24
2.3.7 Bonos y Créditos – Duración	24
2.3.8 Volatilidad	24
2.4 Riesgo Operativo.....	25
2.4.1 Clasificación.....	26
2.5 Riesgo Legal.....	26
2.6 Riesgo de Crédito.....	26
2.6.1 Tipos de riesgos de crédito	28
2.6.2 Factores de riesgo (Drivers).....	29
2.6.3 Exposición crediticia.....	30
2.6.4 Calificaciones Crediticias (Ratings).....	33
2.6.5 Tasas de Recuperación	36
2.6.6 Medidas de Riesgo Crediticio	36

2.6.7	Estimación de pérdidas mediante simulación Monte Carlo	40
2.6.8	Análisis Cualitativo	42
2.6.9	Medidas de sensibilidad del riesgo crediticio	42
2.6.10	Técnicas de Reducción del Riesgo de Crédito	44
2.6.11	Aplicaciones Útiles	45
3	Metodología Propuesta.....	47
3.1	Introducción	47
3.2	Metodología Mark to Future.....	47
3.2.1	Introducción	47
3.2.2	Definición de Escenarios y Horizontes de tiempo	49
3.2.3	Definición de Instrumentos Base	53
3.2.4	Generación del cubo MtF	54
3.2.5	Generación de portafolios MtF	55
3.3	Resumen/Descripción del Proceso.....	56
3.4	Análisis Previo	57
3.5	Extracción de la Información	58
3.6	Proceso de Depuración	58
3.7	Valuación.....	58
3.7.1	Atributos usados para la parametrización de créditos	59
3.8	Aplicación de la Metodología propuesta a la Cartera	63
3.8.1	Valuación	63
3.8.2	Simulación	65
3.8.3	Métricas	65
4	Resultados y Conclusiones	67
4.1	Estructura y composición de la cartera.....	67
4.2	Valuación – MtM.....	69
4.3	Horizonte de tiempo y Escenarios	70
4.4	Simulación – MtF.....	71
4.4.1	Valuaciones	71
4.4.2	Pérdidas.....	73
4.5	Reservas	76
4.6	Capital Requerido.....	77
4.7	Capital Económico.....	77
4.8	Consideraciones Finales	78
5	Apéndices	80
5.1	Apéndice A: Probabilidad y Estadística	80
5.1.1	Distribuciones Discretas.....	80
5.1.2	Funciones de Distribución.....	81
5.2	Apéndice B: Matemáticas Financieras	84
5.2.1	Valor del Dinero en el Tiempo.....	84
5.2.2	Tasa Interna de Retorno (Yield).....	87
5.2.3	Interpolación y Extrapolación Lineal de Tasas de Interés	88
5.2.4	Tasas Forward	89
5.2.5	Convertibilidad de Tasas.....	90
6	Bibliografía	91

Introducción

Problemática

La globalización de los mercados, la complejidad cada vez mayor de los instrumentos financieros disponibles, y la volatilidad observada en las variables que nos afectan, exigen a las Instituciones Financieras (IFs en adelante) reconocer, medir y administrar con oportunidad los riesgos a los que están expuestas al realizar todas y cada una de sus operaciones; y de ser posible convertir los riesgos en oportunidades de negocio.

El sistema bancario internacional ha experimentado significativos cambios estructurales en los últimos 25 años. Muchos de los grandes bancos se han fusionado en parte debido al fuerte proceso de globalización que se vive.

Las IFs de tipo Bancario se encuentran en busca de fusiones y/o alianzas con IFs de otro tipo como pueden ser aseguradoras que les permitan ser más competitivas. El surgimiento también de algunos otros tipos de IFs, las sofoles¹ en particular, exigen a las IFs tradicionales ser más competitivas y al mismo tiempo cubrir un mayor número de nichos de mercado utilizando la menor cantidad de recursos posible; todo esto con el objetivo principal de obtener una mayor rentabilidad.

Debido a lo caro que resulta al público obtener fondos por medio de instituciones bancarias, se ha optado como primera opción de financiamiento el dinero proveniente de individuos. Un ejemplo de estos financiamientos alternos es el que se obtiene por medio de emisiones de bonos o papel comercial. El alto costo del dinero y la feroz competencia entre los bancos, que aunque cada vez son menos, son más grandes, ha sido suficiente presión para que dichas instituciones tengan que prestar cada vez a un mayor vencimiento y con tasas cada vez más bajas. Incluso se ha recurrido a operaciones con contrapartes de calidad media y/o baja, hecho que hasta hace unos pocos años no se hubiera dado.

Todos estos factores han ido relajando las exigencias de las autoridades reguladoras/supervisoras en cuanto a tipo de instrumentos permitidos se refiere, lo que hace posible la operación de instrumentos cada vez más sofisticados.

Por razones como éstas, se ha ido transformando la manera de hacer negocios; el cambio fundamental radica en que actualmente primero se opera y posteriormente se calcula el riesgo; en estos últimos años la forma de hacer

¹Sociedades Financieras de Objeto Limitado: su objetivo es financiar la adquisición de bienes (como casas habitación o automóviles) como una alternativa real a la banca tradicional; junto con los bancos son las únicas entidades consideradas Instituciones de Crédito, ya que las sociedades de ahorro y préstamo, uniones de crédito, y algunas otras son consideradas organizaciones *auxiliares* de crédito.

negocios está cambiando, esto es, primero se calcula el impacto que tendría realizar una cierta operación y posteriormente, y sólo si así se decide, se concreta dicha operación.

Actualmente existe una gran cantidad de instrumentos financieros disponibles en el mercado con los que los diversos tipos de IFs (bancos, aseguradoras, AFOREs, SIEFOREs, y administradoras de fondos de inversión entre otras) pueden operar.

Dada la complejidad y grado de riesgo que representan estas operaciones, las IFs se enfrentan a una serie de riesgos que hasta hace unos 20 años no existían y que aún hoy, a pesar de los avances metodológicos, no llegan a ser comprendidos en su totalidad, incluso por los administradores de riesgos.

Actualmente y derivado del fuerte crecimiento de los mercados financieros en el ámbito global, así como el uso masivo de instrumentos derivados, las IFs se ven cada vez más expuestas a los diversos tipos de riesgos, que incluso pueden hacer desaparecer instituciones enteras. De ahí que haya venido desarrollando la administración de riesgos.

Lo anterior se ha fortalecido por el desarrollo metodológico y los avances en materia procesamiento de datos, con lo cual, ahora es posible realizar una gran cantidad de cálculos a gran velocidad, hecho que ha influido de manera importante en las técnicas tanto de cálculo como de simulación de información empleadas en la administración de riesgos.

Esta es la razón principal por la que a partir de la segunda mitad de la década de los 90's el área encargada de la administración de riesgos ha tomado un papel fundamental en la toma de decisiones. A pesar de ser éste un período corto de tiempo, las técnicas empleadas en la administración de riesgos han estado en constante evolución, volviéndose cada día más complejas como eficientes.

A continuación se presenta una tabla con la evolución de las principales herramientas usadas de manera tradicional en la administración de riesgos.

Año	Metodología
1938	Duración de Bonos
1952	Metodología Markowitz de media-varianza
1963	CAPM de Sharpe
1966	Modelos de factores múltiples
1973	Modelo de valuación de opciones Black-Scholes, las Griegas
1988	Activos Ajustados por Riesgo para bancos
1993	Valor en Riesgo – VaR
1994	RiskMetrics (JP Morgan)
1997	CreditMetrics (JP Morgan), CreditRisk+ (Credit Suisse)
1998	Integración Riesgo de Crédito y de Mercado
1998	Risk Budgeting
2001	Mark to Future (Algorithmics)

Tabla 0-1 Evolución de las herramientas analíticas empleadas en la Administración de Riesgos

Las IFs en nuestro país ya están comenzando a generar metodologías propias y modelos de sus portafolios para poder llegar a una correcta medición de los diversos tipos de riesgo. El objetivo principal es llegar a una forma de cálculo que permita reducir el monto destinado a reservas de capital.

Particularmente, en el caso de riesgo de crédito, las instituciones comienzan el desarrollo de metodologías para el cálculo de pérdidas esperadas y no esperadas, sin que a la fecha una sola metodología sea de uso generalizado

De aquí surge la idea del presente trabajo, el cual propone una metodología que permita obtener los insumos necesarios para que posteriormente se pueda construir la Distribución de Pérdidas y Ganancias por Riesgo de Crédito (DPGC), a través del máximo aprovechamiento de las herramientas disponibles actualmente para poder así, hacer un análisis cualitativo que de otra forma, y hasta hace poco tiempo atrás, no hubiera sido posible.

El enfoque estadístico tradicional ya no se usa más en la administración de riesgos como herramienta principal, pues muchos de los supuestos de las nuevas metodologías se basan en ideas del cálculo estocástico, donde el pasado “no importa”, esto es, el valor de una cierta función en cualquier momento del tiempo, $t+1$ solamente es determinada por el valor de la función en el tiempo t , por eso se dice que este tipo de funciones no tiene memoria.

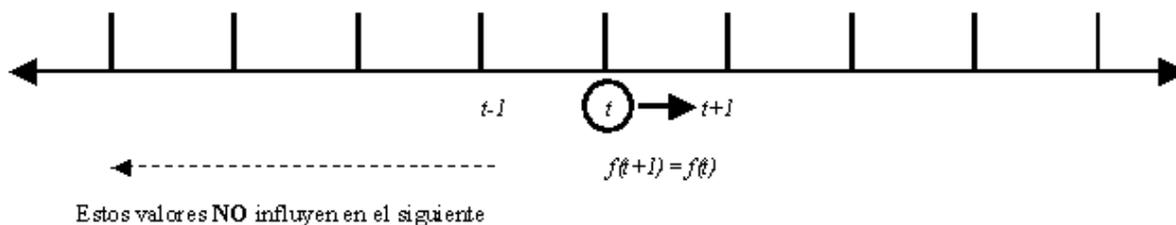


Figura 0-1 Funciones Estocásticas (sin memoria)

Esto no quiere decir que la estadística tradicional ya no se use más, pero sí de manera mucho más limitada.

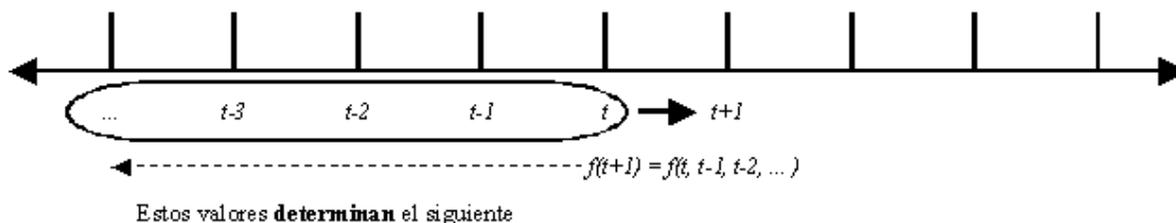


Figura 0-2 Funciones Estadísticas Tradicionales (i.e. regresión)

Estas técnicas de simulación serán de gran ayuda para la obtención de los insumos necesarios para construir la Distribución de Pérdidas y Ganancias de Crédito (DPGC).

El auge que ha tenido la Administración de Riesgos se debe también, en gran medida, al aumento en la volatilidad de los siguientes factores:

- Tasas de Interés (IR)
- Tipos de Cambio (FX)
- Instrumentos de Renta Variable
- Precios de Productos Básicos
- Aumento en la sensibilidad de las empresas a dichos factores (por ejemplo, incremento en la operación de productos derivados)
- Calificación de las contrapartes

El no contar con una adecuada Administración Integral de Riesgos, puede derivar en casos desastrosos como los que se presentan a continuación, que aunque no son los únicos, sí son los más representativos e impactantes de las últimas décadas. Por el contrario, cuando se lleva a cabo una adecuada administración de riesgos es posible mitigar pérdidas potenciales, e incluso, llegar a generar utilidades.

Casos de Estudio: Desastres Financieros

Bankhaus Herstatt (1974)

El 26 de Junio de 1974 se le retiró la licencia para operar al Bankhaus Herstatt, un pequeño banco en Colonia, con actividad en el mercado cambiario (FX), y se ordenó su liquidación. Momentos antes de anunciar el cese de operaciones, muchas contrapartes del banco habían realizado pagos irrevocables en marcos alemanes contra recibos anticipados de dólares americanos para ese mismo día.

Ese mismo día pero en América, la filial del Herstatt en Nueva York suspendió todos los pagos en dólares americanos de la cuenta de dicho banco

Caso Barings

Este es uno de los casos más conocidos y comentados en la literatura en lo que a administración de riesgos se refiere.

El ahora famoso Nicholas Leeson, un operador (trader), tenía posiciones de opciones y futuros de renta variable de mercados asiáticos, particularmente en el Nikkei² 225. Esta persona, Leeson, tenía control tanto de la operación (*front office*) como de la contabilidad (*back office*) de la institución. La ausencia de un control de riesgos, aunado a la complicada estructura organizacional, y a que nadie cuestionaba las operaciones de Leeson ocasionaron que el 26 de febrero de 1995, Barings reportara una pérdida de 1,250 MDD en operaciones de productos derivados.

El bajo control que la IF tenía sobre Leeson se derivó, entre otras cosas: a su sobresaliente desempeño en las actividades que realizaba anteriormente, a las utilidades aparentemente competitivas que había estado generando, y a que se suponía que Leeson no tomaría riesgos, ya que teóricamente hacía operaciones por cuenta de clientes o arbitrajes³.

Aunque el hecho resulta increíble, Barings fue comprado en la cantidad de 1 libra por ING!

Caso Orange County, California

Este caso es menos conocido que el anterior pero no por eso menos interesante. En diciembre de 1994, el condado de Orange (en California, EUA) sorprendió al mundo financiero y perturbó a los mercados al anunciar que su pool de inversión había sufrido pérdidas por \$1,600 MDD. Esta era la pérdida

² Índice de Mercado similar al IPC

³ Arbitraje implica la compra y venta simultánea de algún bien para obtener un beneficio inmediato debido a la disparidad en los precios

más grande registrada por un pool de inversiones de un gobierno local y llevó directo a la bancarrota al condado poco tiempo después.

Esta pérdida fue el resultado inversiones no supervisadas por parte de Bob Citron, el tesorero del condado, a quién fue confiado un portafolio de \$7,500 MDD perteneciente a escuelas, ciudades, distritos y al propio condado. Hasta ese entonces, Citron era visto como un genio financiero que podía conseguir fácilmente rendimientos que en promedio estaban un 2% arriba de los del pool estatal.

Citron podía incrementar los rendimientos invirtiendo en derivados y apalancando el portafolio al máximo. La demanda para invertir en este pool era tan grande que Citron tuvo que rechazar inversiones de agencias del exterior del condado. Esto se hacía a pesar de las constantes advertencias públicas hechas principalmente por John Moorlach, quien compitió por el puesto de tesorero en 1994, de que el portafolio era muy riesgoso. Desgraciadamente Moorlach fue ignorado y Citron fue reelegido.

Esta estrategia de inversión funcionó muy bien hasta 1994, cuando la federación propició movimientos en las tasas de interés que ocasionaron grandes pérdidas al portafolio manejado por Citron. Inicialmente esto se anunció como una pérdida en papel (la marca a mercado era mucho menor que el valor del portafolio); pero poco tiempo después el condado se declaró en quiebra y decidió liquidar el portafolio, convirtiendo la pérdida potencial (también llamada pérdida en papel) en una pérdida real; obviamente Citron nunca presentó la valuación del portafolio.

Caso México 1994

Debido a un fuerte y repentino cambio en el tipo de cambio peso-dólar (de 3.5499 pesos por dólar a la venta en Diciembre de 1994 llegó a 6.2 pesos por dólar a la venta en Enero de 1995⁴) la banca mexicana pasó de contar con 32 bancos a sólo 16. Aunque en teoría no hubo bancarrota, el simple hecho de que haya tenido que intervenir una institución reguladora (en este caso la CNBV – *Comisión Nacional Bancaria y de Valores*) se considera un evento de default.

La primera Institución intervenida por el IPAB (Instituto de Protección al Ahorro Bancario) luego de esta crisis fue Quadrum (tanto la división banco como Factoraje y Arrendadora) en 2001, justo cuando se buscaba una alianza con grupo Elektra para administrar créditos hipotecarios. Aunque el banco tenía un faltante de capital estimado entre 800 y 900 millones de pesos para enfrentar el pago de sus obligaciones y concluir así la liquidación de dicho banco, el IPAB tuvo que utilizar recursos por aproximadamente 2,800 millones de pesos. Con esta intervención el IPAB garantizaría los recursos de los depositantes de dicho banco.

⁴ Fuente: INEGI

Crisis Asia 1997

Esta crisis fue desatada principalmente por factores ambientales; y azotó a toda la región, comenzando por Tailandia y expandiéndose hasta Korea del Sur, Indonesia y finalmente al resto de Asia.

En particular en Hong Kong un solo préstamo que Peregrine Investments Holdings, uno de los bancos líderes de dicho país en ese entonces, otorgó a PT Steady Safe, una compañía de taxis, cayó en default por \$235 MDD, cantidad que representaba un cuarto del capital accionario del banco.

Casos Varios

Los productos derivados, a los que Ron Dembo (fundador y expresidente de Algorithmics Inc.) se refiere como armas de destrucción masiva, por los efectos que puede tener su uso indebido en las IFs, no son los únicos causantes de desastres financieros. A continuación se enumeran algunos ejemplos:

- El banco central de Malasia perdió 5,000 MDD cuando el Banco de Inglaterra devaluó la libra entre 1992 y 1993 (Riesgo de Tipo de Cambio)
- Crèdit Lyonnais requirió un subsidio de 10,000 MDD en 1994 por expandirse demasiado y contar con una administración deficiente (Riesgo Operativo)
- Se estima que la industria de Savings&Loan (S&L) perdió cerca de 150,000 MDD en la crisis de los '80. (Riesgo de Mercado).

Conclusiones

Una eficiente administración de riesgos permite mejorar tanto los rendimientos de la empresa, como dar estabilidad a los ingresos para de esta manera, poder hacer un mejor uso del capital mediante la base de prevenir “sorpresas” como las que se expusieron a lo largo de este capítulo. Eso por eso que el objetivo de toda IF es maximizar los rendimientos (o utilidades) considerando siempre los riesgos asumidos. En este sentido, una vez identificados, cuantificados y controlados los riesgos, la IF estará en posición de alcanzar una ventaja competitiva derivada de una mejor asignación de los recursos con los que cuenta (capital); pudiendo utilizar el capital que libere para reservas en otras líneas de negocio.

Objetivo

Tomando elementos tanto de riesgo de crédito como de mercado, aplicando la metodología MtF (*Algorithmics*) y con una de las herramientas de cálculo más poderosas y eficientes disponibles en el mercado (*RiskWatch*), se busca dar los elementos que sirvan como insumo en la construcción de la Distribución de Pérdidas y Ganancias de Crédito (DPGC).

Este proceso se puede descomponer en tres subprocesos centrales:

- Identificación del riesgo de crédito inherente en una cartera de créditos en función de algunas características importantes para su valuación como el esquema de amortización del préstamo y el tipo de tasa pactada.
- Modelación de las diferentes clases de exposición crediticia: Exposición Actual, Exposición Potencial y Exposición Total.
- Determinación de todos los posibles valores de pérdidas dadas la Exposición Crediticia, la Severidad de la Pérdida y la Probabilidad de Impago –que a su vez está dada por la Matriz de Transición–; estos valores sirven como insumo para la construcción de la Distribución de Pérdidas y Ganancias de Crédito (DPGC).

Resumen

Como primera parte y a manera de introducción al tema, se da un panorama general sobre la Administración de Riesgos: conceptos básicos e ideas fundamentales que nos sirvan para comenzar a identificar y comprender las posibles fuentes de riesgo.

Una vez que entendidas e identificadas las fuentes de riesgo, se proporciona un fundamento teórico fuerte que consiste de las herramientas matemáticas mínimas, tanto de cálculo como de estadística, necesarias para un mejor entendimiento del riesgo.

El siguiente paso es ejemplificar el proceso que se llevará a cabo para toda la cartera de préstamos usando un solo préstamo en particular de dicha cartera.

Finalmente se exponen los resultados para el total de la cartera, se dan las conclusiones y comentarios.

1 Marco Regulatorio

1.1 Introducción

En respuesta a desastres como los que se mencionan previamente, y para prevenir en medida de lo posible eventos como los aquí expuestos, se ha venido dando un aumento en el ámbito regulatorio tanto mundial –Comité de Basilea– como nacional –CNBV, Banxico, SHCP– relacionado con la valuación de instrumentos financieros y las diversas metodologías que pueden ser empleadas por las IFs para la cuantificación de riesgos y cálculo de capital.

1.2 BIS (Bank for International Settlements)

El Bank for International Settlements –BIS– es un organismo internacional que promueve la cooperación internacional monetaria y financiera y funge también como banco para los bancos centrales.

El gobierno del BIS se rige por documentos como son la convención de la Haya, la carta constitutiva, los estatutos del BIS, el protocolo de Bruselas y algunos acuerdos.

Los tres elementos más importantes en la toma de decisiones en el banco son:

- Las reuniones generales de los miembros de bancos centrales.
- La Junta Directiva.
- La administración del Banco.

El BIS ejecuta su mandato sirviendo como:

- Un foro para promover la discusión y facilitar los procesos de toma de decisiones entre bancos centrales y la comunidad financiera internacional.
- Un centro de investigación económica y monetaria.
- Una contraparte preferencial para los bancos centrales en sus transacciones financieras.
- Agente o albacea en conexión con operaciones financieras internacionales.

Su oficina central se encuentra situada en Basilea, Suiza y cuenta con dos oficinas regionales en China (Hong Kong) y México (Ciudad de México).

Se estableció el 17 de mayo de 1930, lo que la convierte en la organización financiera internacional más antigua.

Debido a que sus operaciones son únicamente con bancos centrales y organizaciones internacionales, el BIS no acepta depósitos ni provee servicios financieros a individuos o corporativos.

Hay una gran cantidad de comités alojados en el BIS, pero entre los más importantes se encuentran:

- El Comité de Mercados (1962)
- El Comité del Sistema Financiero Global (1971)
- El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (1974)

De entre estos comités, nos centraremos en el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea – *Basilea* –.

1.3 Comité de Basilea

El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (*Basilea*), con oficinas en el BIS (Bank of International Settlements) en Basilea, Suiza, es quien dicta los estándares en cuanto a acuerdos de capital se refiere. Este comité fue establecido por los dirigentes de los bancos centrales del G-10 (grupo de países) a finales de 1974, justo después de una serie de desastres financieros (principalmente el Bankhaus Herstatt en Alemania Occidental, mencionado previamente); su primer reunión se llevó a cabo en Febrero de 1975 y se reúne de manera regular tres o cuatro veces al año. El Comité provee un foro para cooperación regular en asuntos de supervisión bancaria. En años recientes se ha desarrollado como un organismo de establecimiento de estándares en todos los aspectos de supervisión bancaria.

Los miembros del Comité provienen de Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Luxemburgo, Holanda, España, Suecia, Suiza, Reino Unido y EUA.

Aunque formalmente no posee autoridad alguna, y no existe ninguna obligación legal de cumplir con sus lineamientos; las IFs ponen gran empeño en cumplir cabalmente con sus resoluciones; ya que cuanto más se apeguen éstas a las mejores prácticas y recomendaciones del comité, mejor vistas serán en el ámbito internacional; además de que gran parte de los Bancos Centrales y Entidades Reguladoras implementan como obligatorios estos lineamientos o parte de ellos en sus respectivos países.

El documento original fue solamente una primera aproximación, ya que el Acuerdo ha estado en constante evolución a través del tiempo gracias a las

sugerencias y opiniones de autoridades de todo el mundo. En el siguiente cuadro se mencionan las principales características de dicha evolución del acuerdo de Basilea.

Basilea I – 1993
Incorpora de manera explícita los diferentes tipos de riesgo de crédito de los activos en medidas de adecuación de capital.
Enmienda a Basilea – 1998
Se incorpora riesgo de mercado en capital ajustado por riesgo en forma de adición al ratio del 8% para exposición de riesgo crediticio.
Basilea II – 2001
Se incorpora (efectivo en 2006) el riesgo operativo a los requerimientos de capital y se actualizan las estimaciones de riesgo crediticio del acuerdo de 1993.

Tabla 1-1 Adiciones en la evolución del Acuerdo de Basilea

1.3.1 Basilea I – Julio 1988

Este documento es el texto original¹ del Acuerdo de Capital de Basilea publicado en Julio de 1998, y que define los puntos discutidos entre los bancos centrales del G-10 sobre estándares comunes para requerimientos mínimos de capital al sector bancario, para implementarse a finales de 1992. La mayoría de estos estándares se refieren a riesgo de crédito, el principal riesgo en que incurren los bancos.

El documento consiste de dos partes principales que cubren:

- a) la definición de capital y,
- b) la estructura de pesos de riesgo

Dos secciones breves definen la proporción estándar objetivo así como los arreglos transitorios y de implementación, y cuatro anexos cubren la definición de capital, los pesos de riesgo de contrapartes, los factores de conversión de crédito para transacciones OTB (fuera de balance u off-balance) y acuerdos transitorios.

El marco de trabajo en cuanto a pesos se refiere se mantiene lo más simple posible estableciendo sólo 5 niveles – 0%, 10%, 20%, 50%, y 100%.

¹El título de documento original es “International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards”

Este acuerdo definía dos estándares mínimos para lograr requerimientos de capital aceptables: un múltiplo de activos-capital y un ratio de capital basado en riesgo. El primero de estos estándares es una medida global de la suficiencia de capital del banco. La segunda métrica se centra en el riesgo de crédito asociado con categorías específicas de activos para transacciones dentro y fuera de balance (on y off-balance). Se calcula un ratio de solvencia conocido como el ratio de Cooke, y se define como el ratio capital-activos ajustados por riesgo, donde los pesos son asignados en base al riesgo crediticio de la contraparte.

El alcance del Acuerdo original es bastante limitado, pues no considera los efectos de portafolio ni el neteo.

Efectos de portafolio es el término usado para describir varios beneficios que resultan cuando un portafolio está bien diversificado respecto a emisores, industria, y entidades federativas; pues resulta evidente que un portafolio diversificado es menos susceptible de sufrir pérdidas masivas que un portafolio que tiene un gran número de posiciones con una sola contraparte o en una sola industria o Estado.

Múltiplo activos-capital

Una prueba simple para determinar la suficiencia global de capital de una IF es el múltiplo activos-capital. Se calcula dividiendo los activos totales del banco, incluyendo los activos fuera de balance, entre su capital total. Las transacciones fuera de balance incluyen cartas de crédito y garantías, contingencias, y reportos; todos estos incluidos a valor nominal.

$$\frac{OnBalance + OffBalance}{K}$$

Ecuación 1-1 Múltiplo activos-capital

Donde *OnBalance* son las transacciones dentro de balance, *OffBalance* las que están fuera del balance y *K* es el capital total de la institución

Ratio de Cooke

Para determinar el ratio de Cooke, se consideran operaciones dentro y fuera de balance. El porcentaje de riesgo va desde 0% para activos de Gobierno Federal, hasta 100% cuando se trata de corporativos. Para las operaciones fuera de balance se calcula primero la equivalencia crediticia y posteriormente se ajusta por contraparte. El monto ajustado por riesgo es entonces la suma de estos dos componentes: los activos ajustados por riesgo de operaciones en balance y el equivalente crediticio ajustado por riesgo en operaciones fuera de balance.

$$\sum Activos \times WA + \sum EquivalenteCrediticio \times WCE$$

Ecuación 1-2 Ratio de Cooke

donde *WA* es la ponderación de riesgo por tipo de activo y *WCE* el porcentaje de ponderación por tipo de contraparte.

Los lineamientos para los pesos de los factores de riesgo para transacciones dentro de balance (*on-balance*) según el acuerdo vigente de Basilea son los que presenta de la siguiente tabla; estos factores corresponden al factor *WA* de la ecuación

Categoría del Activo	Peso
Efectivo	0%
Bancos y entidades del sector público y miembros del OCDE ² – Gobierno Federal	20%
Hipotecarios residenciales no asegurados	50%
Otros – bonos corporativos, deuda de países en desarrollo, bancos no miembros del OCDE	100%

Tabla 1-2 Porcentajes de ponderación para transacciones On-Balance (*WA*) por tipo de activo

Por su parte, los pesos de los factores de riesgo para transacciones fuera de balance (*off-balance*) según el acuerdo vigente de Basilea por contraparte son los que contiene la siguiente tabla, de la que se obtiene el factor *WCE* de la ecuación.

Tipo de Contraparte	Peso
Soberano	0%
Bancos y entidades del sector público	20%
Corporativos y otras contrapartes	50%

Tabla 1-3: Pesos para transacciones fuera de balance (*off-the balance*) por tipo de contraparte (*WCE*)

1.3.2 Enmienda al acuerdo de Basilea I – Julio 1994

Esta breve enmienda redefine los países que pueden calificar para los pesos aplicables a obligaciones con gobiernos y bancos de países miembros de la Organización para Desarrollo y Cooperación Económica. El resultado es que los

² Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos

países que hayan reestructurado su deuda externa soberana dentro de los 5 años anteriores no podrán ser incluidos en este grupo.

1.3.3 Basilea II – 2001

Aunque el acuerdo vigente es el de 1998, en enero de 2001 el comité emitió una propuesta para un Nuevo Acuerdo de Capital (BIS II), cuya intención es promover un fuerte énfasis en las prácticas de administración de riesgos y motivar mejoras en las capacidades de valoración de riesgo usadas en los bancos.

Aunque este acuerdo está programado para entrar en vigor a principios de 2007, es reconocido desde ahora que su implementación requiere un compromiso sustancial conjunto de recursos por parte de bancos y de supervisores. El nuevo acuerdo está compuesto de tres pilares:

- Pilar I: Requerimientos mínimos de capital, que busca refinar el marco de trabajo de medición establecido en el acuerdo de capital de 1988 y proporcionar reglas explícitas que definan el capital mínimo regulatorio.
- Pilar II: La Revisión Supervisora de la suficiencia de capital de una institución y procesos de valuación interna, requieren que los supervisores hagan una valoración cualitativa de las técnicas de colocación de capital y que cumplan con los estándares que actualmente se ocupan en una institución financiera.
- Pilar III: la Disciplina de Mercado, a través de estándares efectivos y capital adecuado, promueve prácticas bancarias sanas.

Este nuevo marco de trabajo cubre tres áreas de riesgo dentro de los requerimientos mínimos de capital: riesgo de crédito, de mercado y operativo; enfocándose este trabajo en lo que respecta a riesgo de crédito.

La propuesta fue revisada por diferentes bancos y autoridades de todo el mundo, quienes enviaron sus observaciones al acuerdo durante el período de revisión y comentarios. De esta manera es como el Acuerdo se va enriqueciendo con diferentes puntos de vista y sugerencias.

Una diferencia que aunque pareciera sutil resulta muy importante entre Basilea I y II es que por ejemplo, para préstamos corporativos Basilea I establece una sola categoría del 100% mientras que el nuevo acuerdo (Basilea II) provee cuatro categorías: 20%, 50%, 100% y 150% dependiendo de la calificación externa del préstamo. Ajustes como éste y otros permiten una mejor distribución del capital, liberando parte de éste que antes era destinado como reserva; de esta forma el capital liberado de dichas reservas puede ser utilizado en otras líneas de negocio en beneficio de la propia institución.

1.4 Entidades Reguladoras en México

Las entidades reguladoras en México –CNBV, Banxico, SHCP– se han encargado de adaptar, de acuerdo a las necesidades y capacidades de nuestro país, las medidas y recomendaciones propuestas en el Comité de Basilea.

En el siguiente organigrama del Sistema Financiero Mexicano, se observa el lugar que ocupan las tres principales entidades reguladoras antes mencionadas. Conviene ubicar el lugar que ocupan éstas dentro del Sistema Financiero Mexicano, pues serán mencionadas constantemente a lo largo del presente trabajo.

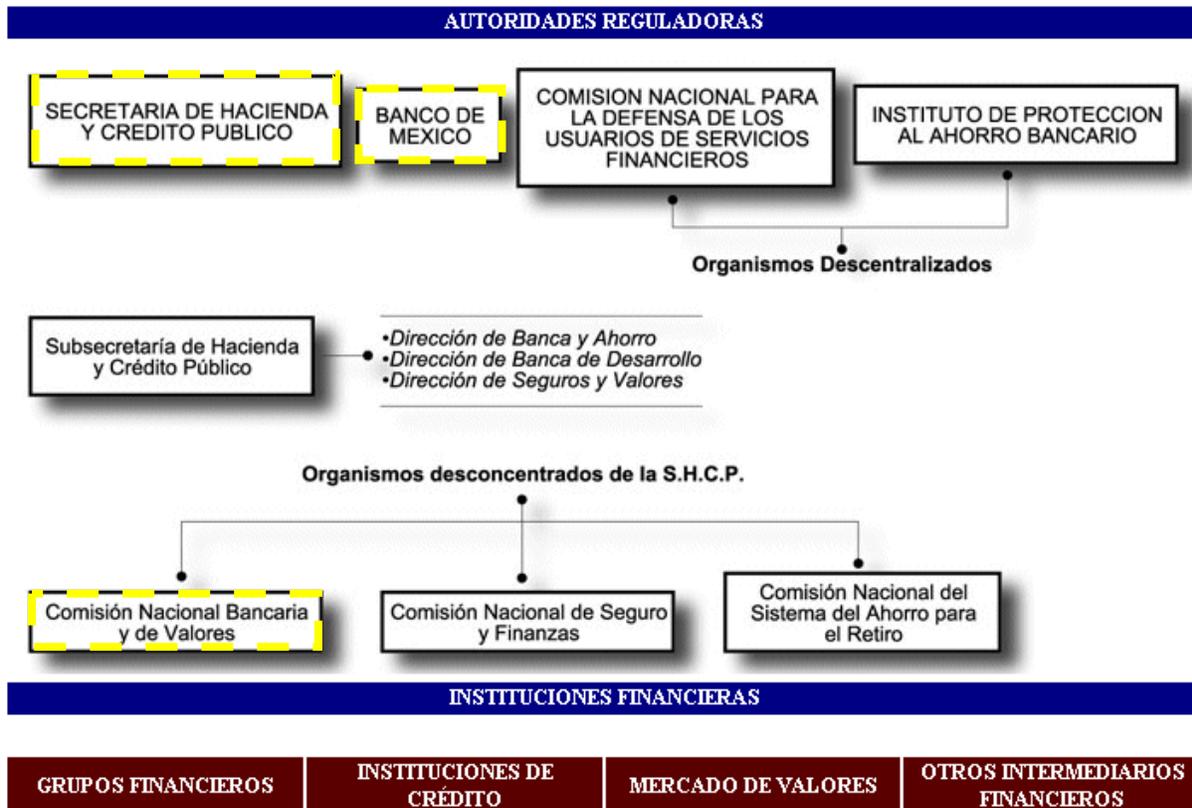


Figura 1-1 Estructura del Sistema Financiero Mexicano

Como se mencionó previamente, en México son tres los organismos reguladores: la SHCP, la CNBV y Banxico³, quienes siguiendo en la mayor medida de lo posible los lineamientos y sanas prácticas bancarias establecidas por el Comité de Basilea, son las autoridades encargadas de establecer el marco regulatorio que seguirán las IFs. A continuación se da una breve descripción de cada una de estas tres instituciones:

³ SHCP – Secretaría de Hacienda y Crédito Público CNBV – Comisión Nacional Bancaria y de Valores Banxico – Banco de México

1.4.1 Banxico

Es el banco central de México. Es un organismo autónomo fundado hacia 1925, gracias a los esfuerzos presupuestarios y de organización del Secretario de Hacienda, Alberto J. Pani, y al apoyo recibido del entonces Presidente Plutarco Elías Calles. Aunque sus funciones son muchas y muy diversas, entre sus objetivos prioritarios están la política monetaria y procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda, así como el control de la inflación, las tasas de interés y la balanza comercial, entre otros.

1.4.2 SHCP

Es la máxima autoridad reguladora del Gobierno Federal en materia económica y, también, el brazo ejecutor de la política financiera. Entre otras funciones, le corresponde otorgar o revocar las concesiones de los intermediarios bursátiles y bolsas de valores, definir sus áreas de actividad y sancionar administrativamente a quienes infrinjan leyes y reglamentos, así como dar seguimiento al presupuesto de egresos de la federación, así como encargarse de la política fiscal. Adicionalmente está encargada de proveer estadísticas económicas, financieras y fiscales de México, proyectos, programas y actividades en el ámbito hacendario, así como la normatividad vigente.

1.4.3 CNBV

Las principales funciones de la CNBV, en palabras de la propia institución, son: *...supervisar y regular, en el ámbito de su competencia, a las entidades financieras, a fin de procurar su estabilidad y correcto funcionamiento, así como mantener y fomentar el sano y equilibrado desarrollo del sistema financiero en su conjunto, en protección de los intereses del público. También tiene como finalidad supervisar y regular a las personas físicas y morales, cuando realicen actividades previstas en las leyes relativas al sistema financiero.*

La CNBV cuenta con las facultades que le otorgan las leyes relativas al sistema financiero, así como su propia Ley, las cuales se ejercen a través de los siguientes órganos: Junta de Gobierno, Presidencia, Vicepresidencias, Contraloría Interna, Direcciones Generales y demás unidades administrativas necesarias.

Para el caso de México, la CNBV, Banxico y la SHCP emitieron algunas disposiciones sobre la regulación de las IFs (tanto Bancarias como no Bancarias), siendo las principales las circulares 1423 y la 1473; mismas que posteriormente serían sustituidas por las disposiciones en materia de administración de riesgos; otras circulares relacionadas son las reglas para la determinación del nivel de capitalización, las disposiciones de calificación de cartera, las reglas para la diversificación de operaciones activas y pasivas (concepto conocido como riesgo común) y Alarmas Tempranas, todas estas a fin de administrar los diversos tipos de riesgos que enfrentan las IFs.

Las principales disposiciones vigentes son:

- Disposiciones de Carácter Prudencial en Materia de Administración Integral de Riesgos aplicables a las Instituciones de Crédito.
- Reglas Generales para la Diversificación de Riesgos en la Realización de Operaciones Activas y Pasivas aplicables a las Instituciones de Crédito.
- Reglas de Carácter General a que se refiere el Artículo 134 Bis de la Ley de Instituciones de Crédito (Alertas Tempranas).

El objetivo final de las diversas circulares es identificar oportunamente, administrar, medir y controlar los diversos tipos de riesgo que enfrentan las IFs:

- Riesgo de Crédito
- Riesgo Legal
- Riesgo de Liquidez
- Riesgo de Mercado
- Riesgo Operativo

Aunque tradicionalmente sólo se consideraba riesgo de crédito y mercado; el capital por riesgo operativo, de liquidez y legal, está en proceso de ser incluido en los requerimientos mínimos de capital, aunque no será obligatorio sino hasta 2007. Con esto se pretende seguir las recomendaciones hechas por el Comité de Basilea en el acuerdo conocido como Basilea II.

1.5 Índice de Capitalización

Las **Reglas para los Requerimientos de Capitalización de las Instituciones de Banca Múltiple** establecen que las IFs deberán mantener un capital neto en relación con los riesgos de mercado y de crédito implícitos en sus operaciones.

El nivel de capitalización es un indicador efectivo que permite prever anticipadamente los problemas de solvencia de una IF; dando a las autoridades supervisoras la oportunidad de actuar en tiempo y con ello minimizar los costos de posibles eventos desfavorables.

En México las entidades reguladoras adecuan las recomendaciones del comité de Basilea a la situación del país; es por eso que aunque el nivel mínimo de capitalización según las recomendaciones de Basilea es del 8%, la CNBV aplicará las medidas correctivas que considere pertinentes a las IFs que no mantengan éste nivel un 25% por encima del 8% recomendado; es decir el índice de capitalización de toda Institución deberá ser al menos del 10% ($8\% \times 1.25 = 10\%$).

El Índice de Capitalización se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula

$$IC = \frac{CN}{ASRC + ASRM} \times 100$$

Ecuación 1-3 Índice de Capitalización

en donde:

CN = Capital neto de la Institución.

ASRC = Activos sujetos a riesgo de crédito de la Institución.

ASRM = Activos sujetos a riesgo de mercado de la Institución.

La relación anterior sugiere que el Capital Neto por ningún motivo podrá ser inferior al que resulte de sumar los requerimientos de capital por riesgo de mercado y de crédito, por lo que siempre se deberá tener que:

$$CN \geq ASRC + ASRM$$

1.5.1 Capital Neto

Es el capital con que cuentan las IFs para hacer frente a los riesgos implícitos en sus operaciones. Para el caso específico de México, la SHCP requiere que las IFs mantengan un capital neto en relación con los riesgos de mercado y de crédito. Sus componentes son dos:

a) **Capital Básico**: Que se calcula como sigue:

$$\text{Capital Básico} = \text{Capital Contable} - \text{Deducciones de Capital}^4$$

b) **Capital Complementario**: Que considera las reservas genéricas, es decir, aquellas resultantes de contrapartes con buena calificación (que van de A-1 hasta B-3 de acuerdo a la escala de la CNBV)

1.5.2 Activos Ajustados por Riesgo de Crédito

Los requerimientos de capital neto de las IFs por su exposición a riesgo de crédito (ASRC) se determinan aplicando el 8 por ciento a la suma de sus activos y de otras operaciones, conforme a la siguiente ponderación de riesgo:

⁴ Entre las deducciones de capital destacan las inversiones en carteras permanentes, y las inversiones en IFs nacionales y extranjeras

Ajuste por Tipo de Contraparte		
Grupos	Respaldo de la emisión	Ponderación de Riesgo
I	Gobierno Federal	0%
II	Corporativos	20%
III	Otros	100%

Tabla 1-4 Ponderación de riesgo por Contraparte

1.5.3 Activos Ajustados por Riesgo de Mercado

Por su parte, los requerimientos de capital neto por riesgos de mercado (ASRM) están asociados a los diferentes factores de riesgo que afectan una posición, y se dividen en:

- Riesgo por tasa de interés:
 - Nominal moneda nacional
 - Nominal moneda extranjera
 - Real
- Riesgo por posición de divisas
- Riesgos por efectos inflacionarios
- Riesgos por tenencia accionaria

2 Conceptos Básicos

2.1 Introducción

A continuación se presentan algunos conceptos básicos e ideas referentes a la Administración de Riesgos; estos serán fundamentales para poder comenzar a identificar las fuentes de riesgo; primer paso para una eficiente administración de riesgos. Una vez identificadas las posibles fuentes de riesgo, se presentan algunas métricas para la cuantificación del mismo; finalmente se exponen los conceptos involucrados en la metodología elegida –*Mark to Future* (MtF en adelante)– para generar los insumos de la Distribución de Pérdidas y Ganancias de Crédito.

2.2 Riesgo Financiero

El riesgo es, de manera muy general, la exposición a una eventualidad económicamente desfavorable. Una versión desde el punto de vista financiero podría ser la siguiente: es el grado de incertidumbre en los rendimientos netos futuros de un cierto portafolio⁹. El grado de incertidumbre se puede medir por la volatilidad en dichos rendimientos, donde resulta evidente que a mayor volatilidad mayor riesgo. Esta volatilidad es afectada de manera directa o indirecta por un gran número de variables, a las que se les llama factores de riesgo.

Ejemplo: Un factor de riesgo puede ser un índice accionario (IPC); este influye de manera directa en el valor de un portafolio accionario, mientras que una tasa de interés preferencial como lo es la TIE, representa un factor de riesgo que afecta el valor de un portafolio de préstamos.

Entenderemos por Administración (Integral) de Riesgos el conjunto de objetivos, políticas, procedimientos y acciones que se llevan a cabo para identificar, medir, vigilar, limitar, controlar, informar y revelar los distintos riesgos a que se encuentran expuestas las IFs. Esta es la definición que da la CNBV.

2.2.1 Tipos de Riesgo Financiero

Las IFs en general están expuestas a una gran cantidad de riesgos, pero el riesgo financiero se puede dividir de acuerdo a la fuente de incertidumbre inherente o subyacente en:

1. **Riesgo de Mercado:** Riesgo de pérdidas originadas por movimientos adversos en factores de mercado (variables como tasas de interés, tipos de cambio, índices macroeconómicos, entre otros).

⁹ Un portafolio puede consistir de un solo instrumento o de un conjunto de instrumentos y/o portafolios

2. **Riesgo de Crédito:** También llamado de incumplimiento o impago, es el riesgo de pérdida que resulta de una falla de la contraparte para cumplir con sus obligaciones contractuales. Es el más importante debido a la magnitud de las pérdidas que puede sufrir la institución; y el que será estudiado a fondo en el presente trabajo.
3. **Riesgo de Liquidez:** Riesgo de no poder liquidar una posición (hacer líquida una posición implica cambiar la posesión de títulos por efectivo).
4. **Riesgo Operativo:** El riesgo de que deficiencias en los sistemas de información o control interno resulten en pérdidas no esperadas. Se puede subdividir en rubros como riesgo de fraude, de modelos, de información incorrecta y riesgo de desastre entre otros.
5. **Riesgo Legal:** Riesgo de fallas en cláusulas o términos de contratos que puedan ocasionar pérdidas a la institución.

La anterior es sólo una clasificación de muchas posibles, por lo que también conviene presentar otra que se puede hacer en nuestro país y que es la que la CNBV considera que debe hacerse:

- I. Riesgos cuantificables, que son aquellos para los cuales es posible conformar bases estadísticas que permitan medir sus pérdidas potenciales, y dentro de éstos, se encuentran los siguientes:
 - a) Riesgos discrecionales, que son aquellos resultantes de la toma de una posición de riesgo, tales como:
 1. Riesgo de crédito o crediticio, que se define como la pérdida potencial por la falta de pago de un acreditado o contraparte en las operaciones que efectúan las instituciones, incluyendo las garantías reales o personales que les otorgan, así como cualquier otro mecanismo de mitigación utilizado por las instituciones de crédito.
 2. Riesgo de liquidez, que se define como la pérdida potencial por la imposibilidad o dificultad de renovar pasivos o de contratar otros en condiciones normales para la institución, por la venta anticipada o forzosa de activos a descuentos inusuales para hacer frente a sus obligaciones, o bien, por el hecho de que una posición no pueda ser oportunamente enajenada, adquirida o cubierta mediante el establecimiento de una posición contraria equivalente.
 3. Riesgo de mercado, que se define como la pérdida potencial por cambios en los factores de riesgo que inciden sobre la valuación o sobre los resultados esperados de las operaciones activas, pasivas o

causantes de pasivo contingente, tales como tasas de interés, tipos de cambio, índices de precios, entre otros.

- b) Riesgos no discrecionales, que son aquellos resultantes de la operación del negocio, pero que no son producto de la toma de una posición de riesgo, tales como el riesgo operativo que se define como la pérdida potencial por fallas o deficiencias en los controles internos, por errores en el procesamiento y almacenamiento de las operaciones o en la transmisión de información, así como por resoluciones administrativas y judiciales adversas, fraudes o robos y comprende, entre otros, al riesgo tecnológico y al riesgo legal, en el entendido de que:
- o El riesgo tecnológico se define como la pérdida potencial por daños, interrupción, alteración o fallas derivadas del uso o dependencia en el hardware, software, sistemas, aplicaciones, redes y cualquier otro canal de distribución de información en la prestación de servicios bancarios con los clientes de la institución.
 - o El riesgo legal se define como la pérdida potencial por el incumplimiento de las disposiciones legales y administrativas aplicables, la emisión de resoluciones administrativas y judiciales desfavorables y la aplicación de sanciones, en relación con las operaciones que las instituciones llevan a cabo.
- II. Riesgos no cuantificables, que son aquellos derivados de eventos imprevistos para los cuales no se puede conformar una base estadística que permita medir las pérdidas potenciales a causa de dichos eventos.

La clasificación anterior se puede resumir con el siguiente cuadro:

Riesgos Institucionales				
Cuantificables			No cuantificables	
Discrecionales		No Discrecionales		
Crédito	Mercado	Liquidez	Tecnológico	Legal
Se derivan de eventos imprevistos				

Tabla 2-1 Clasificación de los riesgos de acuerdo a la CNBV

Aunque como se puede ver en cualquier clasificación que se haga, existen varios tipos de riesgo, pero los riesgos de Crédito y de Mercado son las dos grandes divisiones que se hacen tradicionalmente en la banca mexicana¹⁰; a continuación se presenta un cuadro comparativo con algunas de las principales características de ambos:

¹⁰ Últimamente se ha comenzado a considerar el Riesgo Operativo siguiendo los lineamientos de Basilea

Riesgo	
Mercado	Crédito
Horizonte Corto (días)	Horizonte Largo (meses a años)
Información disponible en el mercado	Información escasa
Mercados muy líquidos	Mercados fragmentados
Movimientos de mercado aleatorios y continuos	Default es un evento discreto
Distribución de pérdidas semejante a una normal, principalmente simétrica (misma probabilidad de ganancias y pérdidas) pudiendo presentar colas anchas (fat-tails).	Distribución sesgada a la izquierda (efecto conocido como fat-tails), con pérdidas esperadas positivas (mayor probabilidad de presentar pérdidas pequeñas).
Se puede cubrir con algunos instrumentos (hedge).	Generalmente se cubre con la propia contraparte
El aspecto legal no aplica	El aspecto legal es sumamente importante

Tabla 2-2 Diferencias entre riesgo de crédito y de mercado

2.3 Riesgo de Mercado

El Riesgo de Mercado surge por cambios en los precios de activos y pasivos financieros, que a su vez se derivan del cambio (o la volatilidad) en algunas variables de mercado como son:

- Tasa de interés (IR)
- Tipos de cambio (FX)
- Precios de acciones
- Índices (S&P500, IPC, DAX, etc.)
- Precios de activos físicos (conocidos como commodities): oro, plata, granos, etc.
- Volatilidad (Opciones)

2.3.1 Medidas de Riesgo de Mercado

Una vez identificadas las posibles fuentes de riesgo, el siguiente paso es cuantificar el riesgo. Aunque existe una gran cantidad de métricas usadas para la medición de los distintos tipos de riesgo, entre las más usadas se encuentran las siguientes: Valor en riesgo (VaR), Duración y Convexidad, y Volatilidad

2.3.2 VaR

El riesgo de mercado suele cuantificarse mediante sistemas basados en Valor en Riesgo (VaR por sus siglas en inglés). El VaR mide el riesgo total del portafolio tomando en cuenta tanto la diversificación de éste como su apalancamiento. La distribución de pérdidas es prácticamente simétrica (normal), lo que significa que se tiene la misma probabilidad de observar ganancias o pérdidas.

El VaR es una medida estadística ampliamente usada y relativamente fácil de explicar que se define a continuación. La importancia de éste reside en que es una respuesta a la necesidad de reducir los riesgos financieros (o hacer *hedge*, de cubrirse), ya que si se conocen estos valores se puede, entre muchas otras cosas, tener un seguimiento del riesgo que se va teniendo. Esto facilita la planeación de estrategias y el establecimiento de límites.

Posiblemente la mayor ventaja del VaR, es que resume en un solo número, fácil de entender, la exposición total de una institución al riesgo de mercado¹¹.

El valor en riesgo o VaR resume la máxima pérdida esperada (o peor pérdida) debido al movimiento adverso en ciertos parámetros de riesgo de mercado previamente identificados, dentro de un intervalo de tiempo, y a un cierto nivel de confianza (generalmente 95 ó 99)¹².

El Valor en riesgo para un solo activo se determina de la siguiente manera:

$$VaR = F * S * \sigma * \sqrt{h}$$

Ecuación 2-1 VaR

donde:

F : es el factor que determina el nivel de confianza. Para un nivel de confianza de 95%, se tiene que $F = 1.65$, mientras que para un nivel de confianza del 99%, $F = 2.33$. Este valor no es otra cosa que el valor de la función inversa de la normal.

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

σ : es la desviación estándar de los rendimientos del activo, conocida también como volatilidad.

h : se refiere al horizonte de tiempo en que se desea calcular el VaR, en general en días.

De manera un poco más general, sea P&G (pérdidas y ganancias) la variable aleatoria que cuantifica la ganancia y la pérdida de un portafolio sobre un cierto

¹¹ Jorion, Phillippe. Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk. 1997. Pag 85

¹² Das, Satyajit. Risk Management and Financial Derivatives. 1997. Pag. 556.

horizonte de tiempo T (usualmente de 1 a 10 días hábiles). Para un cierto cuantil q dado, el VaR se define como:

$$VaR = \inf \{x, P[P \& G \leq -x] < q\}$$

Ecuación 2-2

Esto nos indica que dentro del período T , este portafolio no perderá más que el VaR con probabilidad $1 - q$, donde q generalmente se toma como 1% ó 5%. Lo interesante de esto es que el VaR reportado puede compararse con la pérdida real, cuyo valor debe exceder al VaR reportado solamente unos cuantos días al año si éste ha sido correctamente calculado; el que las pérdidas excedan al VaR a menudo es indicio de que se está realizando algún cálculo de manera incorrecta.

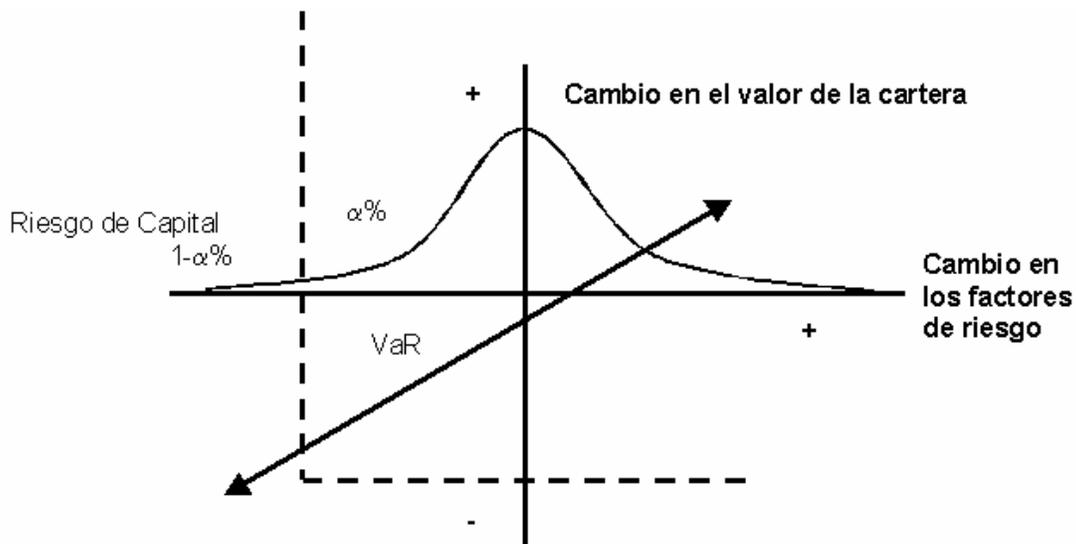


Figura 2-1 Valor en Riesgo (VaR)

Una de las principales críticas a esta medida es que el VaR no proporciona información de lo que sucede si llega a presentarse uno de los q peores escenarios.

Para calcular el VaR de un portafolio, se requiere de la varianza de éste; según la teoría desarrollada por Markowitz se define de la siguiente manera:

$$\sigma_P^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$$

Ecuación 2-3

donde:

w_1 : es el peso específico de la posición 1 del portafolio.

w_2 : es el peso específico de la posición 2 del portafolio.

ρ : es el coeficiente de correlación entre los rendimientos de los dos activos.

Así, el VaR de todo el portafolio será:

$$VaR = FS\sigma_p\sqrt{h} = FS\sqrt{w_1^2\sigma_1^2 + w_2^2\sigma_2^2 + 2w_1w_2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2}\sqrt{h}$$

Ecuación 2-4

$$VaR = \sqrt{VaR_1^2 + VaR_2^2 + 2\rho_{12}VaR_1VaR_2}$$

Ecuación 2-5

Esta métrica es conocida también como VaR diversificado porque toma en cuenta las correlaciones de los rendimientos entre los instrumentos del portafolio. El VaR diversificado es menor que la suma aritmética de los VaR individuales.

Generalizando:

$$\begin{aligned} VaR_p &= FS\sigma_p\sqrt{h} = FS\sqrt{w^*\sigma^*C^*\sigma^*w^T}\sqrt{h} \\ &= FS\sqrt{w^*\sigma^*C^*\sigma^*w^T}\sqrt{h} \\ &= \sqrt{VaR(n)^*C^*VaR(n)^T} \end{aligned}$$

Ecuación 2-6

donde:

$VaR(n)$: es un vector de VaR individuales de dimensión $n \times 1$.

C : es la matriz de correlaciones de dimensión $n \times n$.

$VaR(n)^T$: es el vector transpuesto de cada uno de los $VaR(n)$ individuales; es de dimensión $1 \times n$

2.3.3 Aproximaciones para la medición del VaR

En la sección anterior se encuentran los fundamentos para calcular el VaR de manera analítica; sin embargo, el cálculo exacto del VaR es prácticamente imposible, por lo que existen varios métodos para obtener aproximaciones a esta métrica. Estos métodos de aproximación se pueden clasificar en dos grupos: Métodos Paramétricos y Métodos no Paramétricos.

a) Métodos no Paramétricos

Estos métodos se derivan de una distribución construida usando datos históricos. Recibe el nombre de no paramétrico porque a diferencia de los métodos paramétricos, su cálculo no requiere estimar los parámetros de una distribución teórica.

Simulación Histórica: Consiste en utilizar una serie histórica de los precios de la posición de riesgo; a partir de ésta se construye una serie de tiempo ahora de precios y/o rendimientos simulados o hipotéticos, con el supuesto de que se ha conservado el portafolio durante el período de tiempo de la serie histórica. Este proceso requiere de un período de historia de entre 200 y 250 datos.

D : número de días de los que se tiene información histórica.

d : índice para los días tal que $d \in \{1, \dots, D\}$

h : horizonte de tiempo en días (para calcular el VaR en h días).

$E(d)$: Valor del escenario para el día d .

$s(d)$: precio en moneda base (o doméstica) por una unidad de moneda extranjera al tiempo d .

La fórmula para los valores de los escenarios usando la Delta Diferencial es:

$$E(d) = s(d) - s(d - h)$$

Ecuación 2-7

donde $d = h + 1, \dots, D$

La diferencia de cada uno de estos dos valores, separados por los días del horizonte de tiempo, es sumada al tipo de cambio actual para cada uno de los escenarios:

$$E = [E(h + 1), E(h + 2), \dots, E(D)]$$

Ecuación 2-8

Resumiendo el conjunto de escenarios en una tabla queda lo siguiente:

$d = h + 1$	$d = h + 2$...	$d = D$
$E(h + 1)$	$E(h + 2)$...	$E(D)$

Tabla 2-3 Escenarios

La gráfica que se presenta a continuación muestra una simulación histórica de la curva de Cetes con 200 escenarios.

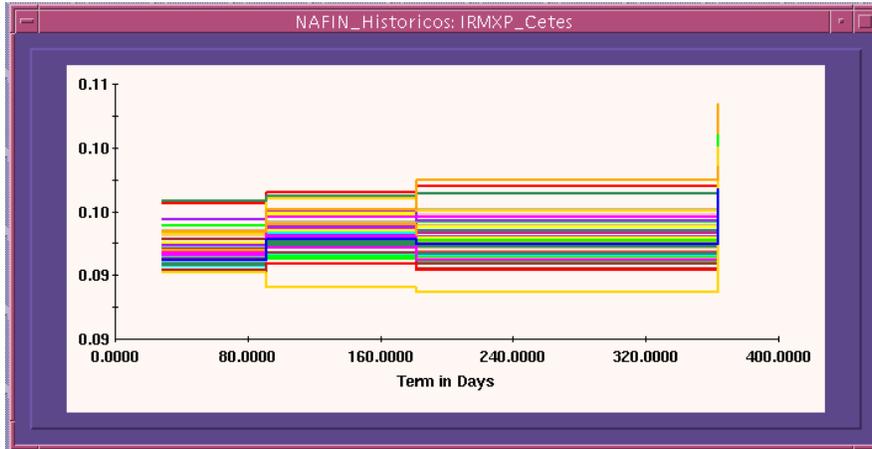


Figura 2-2 Escenarios Históricos de la curva de Cetes

Este método sólo puede capturar eventos que efectivamente ya han sucedido, dejando fuera todos aquellos eventos que aunque son posibles nunca se han observado. Para superar esta limitación se utilizan otros métodos que si puedan considerar este tipo de eventos, a saber, Métodos Monte Carlo.

Como ejemplo considérese el siguiente histograma que se obtiene para una serie de rendimientos simulados del tipo de cambio peso-dólar (MXP/USD), donde el valor teórico o Marca a Mercado es de 11.0955:

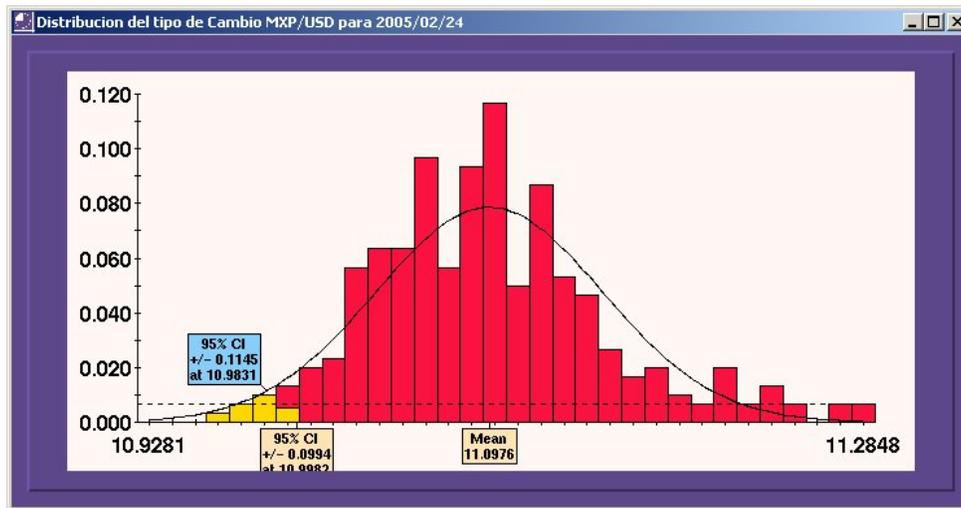


Figura 2-3 Rangos

Una vez construido el histograma sólo hace falta calcular el percentil deseado; en la gráfica se puede ver que el cuantil es .1145, por lo que el VaR del tipo de cambio MXP/USD es:

$$VaR = \mu - q - V$$

donde μ es la media, q el cuantil y V el valor a mercado del TC, por lo que:

$$VaR = 11.0976 - 0.1145 - 11.0955 = -0.1124$$

b) Métodos Paramétricos

Estos métodos tienen en común el supuesto de que los rendimientos de los activos se distribuyen de manera normal, a diferencia de los métodos no paramétricos que no hacen suposición alguna acerca de la distribución de los rendimientos. Esta suposición no es del todo cierta, por lo que los resultados obtenidos mediante estos métodos serán también una aproximación.

Simulación Monte Carlo: Consiste en crear escenarios sobre los rendimientos o precios de un activo mediante la generación de números aleatorios asumiendo una cierta distribución. Este método es conocido por ser el más eficaz para medir el riesgo de productos derivados; pero es computacionalmente muy intensivo, y dependiendo de los recursos disponibles puede llegar a consumir demasiado tiempo.

Los precios de los activos, suponiendo que se trate de mercados eficientes, se comportan de acuerdo a un proceso estocástico conocido como proceso de Wiener. Este es un proceso estocástico de movimiento geométrico browniano.

La ecuación que describe este proceso es la siguiente:

Sea P el precio de un activo, el cual se mueve de manera aleatoria, el rendimiento correspondiente $\frac{dP}{P}$ se modela mediante la ecuación estocástica:

$$\frac{dP}{P} = \mu dt + \sigma dz$$

Ecuación 2-9 Proceso de Wiener

si se sustituye $dz = \varepsilon_t \sqrt{dt}$ en la ecuación anterior, se tiene que:

$$\frac{dP}{P} = \mu dt + \sigma \varepsilon_t \sqrt{dt}$$

Ecuación 2-10

donde:

- μ : es la media de los rendimientos
- σ : la desviación estándar de los rendimientos
- σ^2 : la varianza también de los rendimientos.

$\mu \cdot dt$ representa el componente determinístico y, $\sigma \varepsilon_t \sqrt{dt}$ el componente estocástico mediante el error ε_t :

$$\mu \cdot dt = E\left(\frac{dP}{P}\right) \quad \sigma^2 \cdot dt = E\left(\left(\frac{dP}{P} - \mu \cdot dt\right)^2\right)$$

Ecuación 2-11 Media y Varianza de los rendimientos

donde $E()$ es el operador matemático esperanza, o dicho de manera simple, el promedio.

Se presenta ahora la versión discreta del modelo anterior:

$$\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \mu \Delta t + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

Ecuación 2-12 Modelo Discreto

despejando el precio del activo en el tiempo t , se obtiene:

$$P_t = P_{t-1} + P_{t-1}(\mu \Delta t + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t})$$

Ecuación 2-13

Esta ecuación como se puede ver es recursiva; para crear escenarios basta generar números aleatorios, y para determinar el nuevo valor del activo, este dependerá del valor anterior. La media y la desviación permanecen constantes.

La gráfica siguiente muestra 200 escenarios generados por el método Monte Carlo para la curva de Cetes

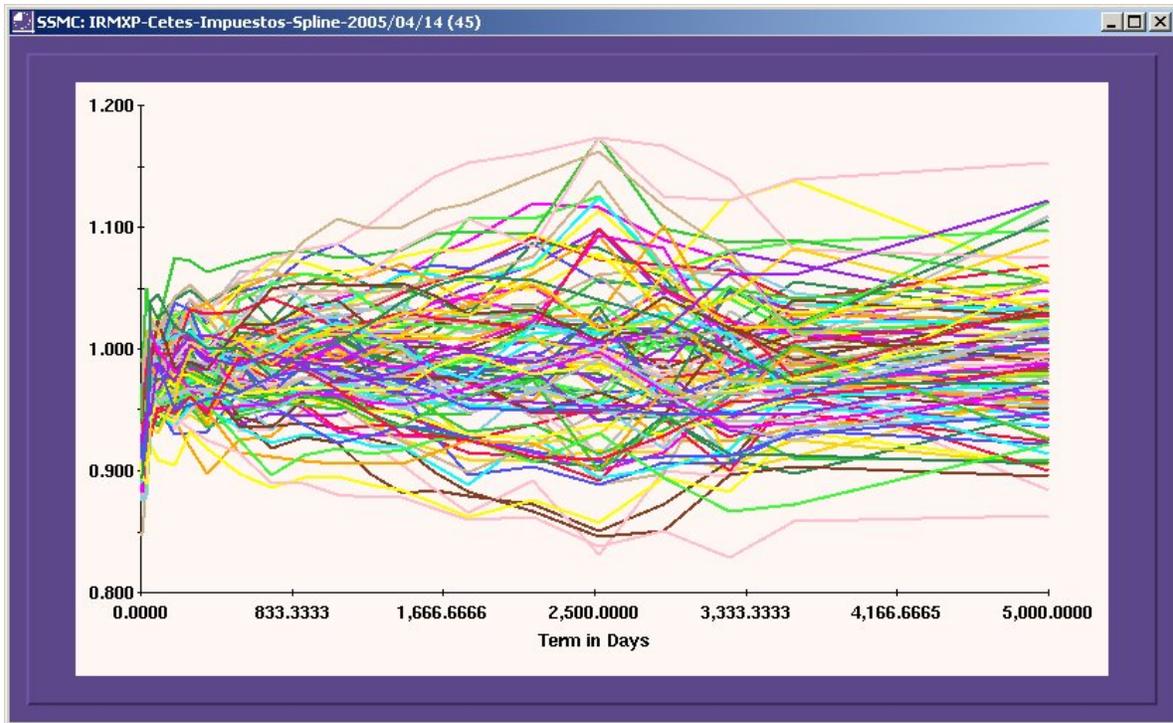


Figura 2-4 Escenarios Monte Carlo de la curva de Cetes

La técnica para calcular el VaR es idéntica a la que se presenta en el ejemplo relativo al VaR Histórico, sustituyendo los Escenarios Históricos por los de la figura anterior que son Montecarlo. Aunque el procedimiento es exactamente el mismo, el VaR del tipo de cambio bajo esta técnica es de -0.0885

2.3.4 VaR Condicional

Sea X la distribución de P&G de un portafolio con respecto a un cierto horizonte de tiempo, y sea VaR el Valor en Riesgo del portafolio al cuantil q . Entonces el VaR Condicional con respecto al cuantil q se define como:

$$CVaR = E[X | X \leq -VaR]$$

Ecuación 2-14 VaR condicional

Mientras que el VaR indica la cantidad de dinero que se perderá en por lo menos q casos, el CVaR proporciona la esperanza de la pérdida en estos escenarios, por lo que se obtiene al menos una idea del tamaño de dichas pérdidas. Al CvaR de crédito también se le conoce como Expected Shortfall, y constituye una importante herramienta en el análisis de riesgo de crédito.

Si se conoce la distribución de un portafolio, resulta bastante sencillo determinar el VaR, el CvaR, o cualquier otra medida de riesgo. Para poder obtener la distribución de P&G se deben hacer algunos supuestos sobre el comportamiento

futuro de los activos subyacentes del portafolio. En general resulta imposible calcular las P&G dada la complejidad de la composición de los portafolios.

2.3.5 VaR Relativo

El VaR relativo mide el riesgo de subdesempeño de un portafolio relativo a un cierto benchmark o parámetro predefinido, como por ejemplo el IPC (o cualquier otro índice en general). Esto quiere decir que si el rendimiento de un portafolio fue del 9% y el IPC subió 10%, el portafolio se desempeñó 1% por debajo de su benchmark o punto de referencia, o que el portafolio tuvo un subdesempeño del 1% respecto del IPC.

2.3.6 VaR Marginal

El VaR Marginal mide la cantidad de riesgo que una cierta posición aporta al portafolio, es decir, cuánto cambiaría el VaR total del portafolio si se eliminara del portafolio dicha posición.

2.3.7 Bonos y Créditos – Duración

La duración es la sensibilidad a shocks (variaciones o choques) en las tasas de interés que afectan a los precios de los bonos. Si la duración de un cierto bono es 5, se interpreta como que el valor de dicho bono cambiará en 5% cuando las tasas de interés cambien en un 1%. Una medida común de sensibilidad para bonos es precisamente la de puntos base (pb).

Un punto base es el 1% de 1%, es decir $.0001 = .01 * .01$. Es la desviación, expresada en puntos base, derivada del cambio de un punto base en las tasas de interés. En el ejemplo anterior, el cambio de puntos base en el valor del bono es de 5 pb que se tiene derivado de un cambio de 1 pb en todas las tasas de interés. Esta medida se denota generalmente PV01, y se calcula como sigue:

$$PV01(I) = V(I) \times (d + 1pb) - V(I) \times d$$

Ecuación 2-15 PV01

donde:

V = Valor del Instrumento, d = tasa de descuento

2.3.8 Volatilidad

La volatilidad es un elemento clave para cualquier proceso que lleve una distribución de valores en el futuro. Hay varias técnicas para obtener las volatilidades, pero la más común es obtenerlas de observaciones históricas de precios y algunas otras variables de mercado. Existen aproximaciones mucho más complicadas para capturar la volatilidad a lo largo del tiempo. Estas técnicas pueden usar promedios móviles, ponderar un mayor peso a las

observaciones más recientes, e incluso emplear modelos GARCH¹³ del comportamiento en el tiempo de las volatilidades observadas. También podría hacerse un boot-strapping de las volatilidades implícitas en los precios de algunas opciones.

2.4 Riesgo Operativo

Este tipo de riesgo es el más complicado de manejar, ya que incluso definirlo causa confusión y controversia; sin embargo, no se puede pasar por alto ahora que ya es considerado por Basilea II para el cálculo de capital regulatorio.

Algunos consideran como Riesgo Operativo (RO) todo aquel que no es de crédito ni de mercado; otros lo definen como todos aquellos riesgos no identificados. Una definición más sensible es la que se da en términos de los grupos de Tecnologías de la Información (TI): el Riesgo Operativo es el riesgo de que las operaciones fallen al recorrer el proceso que comienza desde que se pacta una operación y que termina al presentarse un reporte ejecutivo. El problema con esta última definición, es que el riesgo no necesariamente se origina en un proceso, sino que se puede encontrar en el ambiente.

Para unificar conceptos, se tomará la definición del Comité de Basilea (también incluye riesgo legal), que define el RO como “el riesgo de pérdidas directas o indirectas resultantes de procesos internos inadecuados o fallidos, personal y sistemas, o de eventos externos”. En esta definición el comité no considera riesgo estratégico ni de reputación con el propósito de disminuir el cargo a capital mínimo regulatorio por riesgo operativo.

Aunque el RO siempre se ha considerado, ahora se le presta mucha más atención, debido a que ya es tomado en cuenta por el Comité de Basilea (Basilea II) para efectos de capitalización. En México sin embargo, son pocas las IFs que tienen personal dedicado a su administración.

En términos de la experiencia, el RO generalmente se asocia a las siguientes áreas:

- Pagos
- Software
- Modelos
- Proyectos
- Catástrofes naturales
- Asuntos legales
- Factor humano
- Reputación

¹³ Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity – modelos Econométricos Autoregresivos

Algunas formas de prevención incluyen: redundancia en sistemas, separación de responsabilidades y controles internos adecuados.

Para administrar el riesgo operativo es necesario un fuerte tratamiento estadístico de la información, por lo que contar con una base de datos suficiente y de buena calidad es indispensable.

2.4.1 Clasificación

Algunas clasificaciones posibles del RO según diversas variables son:

Clasificación de acuerdo a:	Tipo de Riesgo	Ejemplo
Su origen	Internos. Se derivan del proceso de producción propio de la institución financiera	Fallas en sistemas
	Externos. Proviene de fuera del entorno de la empresa	Cambios en la regulación
La frecuencia con que ocurren	Rutinarios. Pueden presentarse día a día	Fallas en Control Interno
	Extremos	Fraudes
Su control	Controlables	Confirmación de las operaciones
	No Controlables	Desastres Naturales
Su impacto en el flujo de efectivo	Afectan los flujos de efectivo	Contratos deficientes
	Sólo afectan la imagen de la institución	Servicio deficiente

Tabla 2-4 Clasificación del Riesgo Operativo

2.5 Riesgo Legal

Se define como la pérdida potencial por el posible incumplimiento de las disposiciones legales y administrativas aplicables, la emisión de resoluciones administrativas y judiciales desfavorables y la aplicación de sanciones, en relación con las operaciones que las IFs lleven a cabo. En esta categoría se incluyen:

- Riesgos de falta de capacidad legal.
- Riesgo de cumplimiento de regulación, como puede ser manipulación de los mercados o uso indebido de información confidencial.

2.6 Riesgo de Crédito

El riesgo crediticio se ha convertido en uno de los temas centrales en la administración de riesgos. En especial esta última década ha visto un desarrollo sustancial en los modelos prácticos tanto para la valoración de la salud de las contrapartes como para la valuación de instrumentos con riesgo de crédito y la

medición y control de exposición crediticia. Mejores técnicas de administración de riesgo crediticio tienen el potencial de proveer enormes beneficios para las distintas líneas de negocio.

Primero conviene identificar las partes que intervienen en cualquier operación: las *Contrapartes*, que son los involucrados en el negocio, el activo (contrato) que se está negociando, y la operación misma.

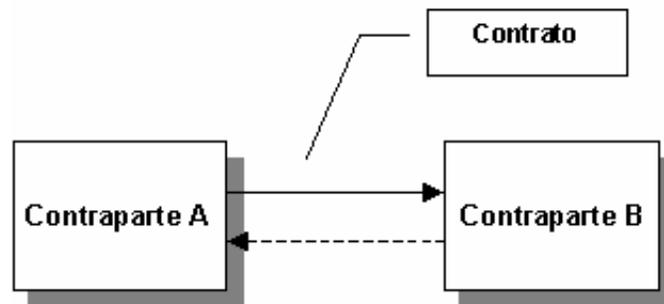


Figura 2-5 Esquema de una Operación

Tradicionalmente el riesgo de crédito se define como el incumplimiento de la contraparte del pago de una obligación financiera (*default*); en este evento el valor de los activos se deteriora y la empresa no puede –o no quiere– hacer frente a sus obligaciones (pasivos); existen dos condiciones que deben satisfacerse a fin de que ocurran las pérdidas crediticias:

- El valor del contrato debe ser positivo: Esto significa que el contrato representa un activo para la compañía, ya que las posiciones pasivas (en contra) no representan riesgo de crédito.
- Que la contraparte entre en default. La reestructuración de deuda puede, bajo ciertas circunstancias, considerarse default.

El valor de un contrato está definido como el costo de reemplazar el contrato original por uno nuevo con los mismos términos y condiciones pero con una contraparte que no tenga problemas de default.

Aunque esta definición sólo hace referencia al evento de incumplimiento, un tratamiento más actual considera también el que una contraparte pueda caer en incumplimiento en algún momento en el futuro (migración) y una tasa de recuperación.

De presentarse el incumplimiento, una compañía generalmente incurre en una pérdida que es igual a la cantidad adeudada por la contraparte, menos el monto

que puede ser recuperado a través de los procedimientos de bancarrota y negociaciones¹⁴.

Como resultado, el análisis de riesgo de crédito implica el cálculo del tamaño de la exposición, la valoración de la probabilidad de que pueda ocurrir un incumplimiento y la estimación de las pérdidas potenciales. Esto aplica tanto a instrumentos de tesorería como comerciales.

2.6.1 Tipos de riesgos de crédito

Aunque el riesgo crediticio puede ser clasificado de muchas maneras y bajo diferentes criterios; una clasificación, a riesgo de ser simplista, incluiría los siguientes:

- **Pre-Settlement Risk (Riesgo de Pre-pago)**- Es el riesgo de crédito antes de que ocurra el vencimiento de una obligación. Este riesgo está relacionado a las pérdidas ocasionadas por la terminación anticipada de contrato a consecuencia de que una contraparte cayó en estado de default. En este caso la pérdida dependerá del valor de reemplazo del contrato al momento de que ocurra el default.¹⁵
- **Settlement Risk (Riesgo de liquidación)**- Es el riesgo de crédito al momento del vencimiento de una obligación. Se refiere a las pérdidas realizadas cuando los pagos derivados del contrato ocurren en la fecha de vencimiento del contrato.
- **Riesgo de Contraparte**- Es el riesgo de crédito ocasionado por el deterioro en la calidad crediticia de una contraparte.
- **Riesgo emisor**- Es el riesgo de crédito ocasionado por el deterioro en la calidad crediticia de una emisión de deuda.

Para poder estimar las pérdidas potenciales de crédito se deben modelar tres procesos centrales:

- la exposición crediticia por contraparte al momento de ocurrir el default,
- la probabilidad de que ocurra el default, y
- el monto que se podría recuperar una vez ocurrido el default.

¹⁴ Tanto la reestructuración como la bancarrota son considerados eventos de incumplimiento

¹⁵ Por contrato podemos considerar un instrumento de deuda (préstamo o crédito), un producto derivado o cualquier otro producto en el que exista promesa alguna de pago.

2.6.2 Factores de riesgo (Drivers)

El primer paso antes de calcular las pérdidas es el de obtener el M2M de las posiciones del portafolio. En este proceso intervienen dos tipos de factores de riesgo o drivers que determinan la evolución de la cartera a lo largo del tiempo: factores de mercado y de crédito.

Factores de Riesgo de Mercado (Market Drivers)

Este tipo de factores son tasas de interés (IR), tipos de cambio (FX), e índices macroeconómicos (IPC, inflación, etc.); y determinan la marca a mercado (valuación a mercado o *MtM* por sus siglas en inglés) de los instrumentos financieros.

Factores de Mercado			
Factor	Tipo	Fuente	Fecha de Inicio de la serie
Cetes	Tasa Interés	Banxico	Noviembre 1996
Libor	Tasa Interés	Banxico	Noviembre 1996
PRLV	Tasa Interés	Banxico	Noviembre 1996
TIIE	Tasa Interés	Banxico	Noviembre 1996
MXP/USD	Tipo de Cambio	Banxico	Enero 1980
UDI	Tipo de Cambio	Banxico	Abril 1995

Tabla 2-5 Factores de Mercado

Factores de Riesgo de Crédito (Credit Drivers)

Estos factores determinan la evolución de las contrapartes involucradas a través del tiempo y son:

- Calidad crediticia (*rating*) de la contraparte,
- Probabilidades de transición (migración) entre estados crediticios,
- Nivel de señoreaje (*seniority*) de la obligación,
- Tasa de recuperación

- Severidad de la pérdida.

Factores de Crédito			
Factor	Tipo	Fuente	Fecha de Inicio de la serie
Cetes	macroeconómico	Banxico	Febrero 1985
Inflación	macroeconómico	Banxico	Enero 1980
Tipo de Cambio Real	macroeconómico	Banxico	Enero 1980
Nivel de Empleo	macroeconómico	Banxico	Diciembre 1986
Producción Industrial	macroeconómico	Banxico	Enero 1980
Producción Industrial	sectorial	Banxico	Enero 1980
Ventas al menudeo	regional	INEGI	Enero 1994
Ventas al mayoreo	regional	INEGI	Enero 1994
Salarios	macroeconómico	Banxico	Julio 1996
Electricidad	tipo de mercado	Banxico	Octubre 1996
Costo Vivienda Interés Social	regional	Banxico	Noviembre 1996

Tabla 2-6 Factores de Crédito

Una vez que se tiene la valuación M2M se calcula la exposición crediticia. En general cuando se trate de préstamos la valuación coincide con la exposición pues éstos son modelados como bonos.

2.6.3 Exposición crediticia

Sea V_{ij} el valor del instrumento I en el tiempo t_i y bajo el escenario s_j . Esta función se puede aplicar tanto a instrumentos como a subportafolios (portafolios que son posiciones de otro portafolio).

$$EC_{ij}(I) = \begin{cases} V_{ij}(I) & \text{si : } nV_{ij}(I) > 0 \\ 0 & \text{si : } nV_{ij}(I) \leq 0 \end{cases}$$

Ecuación 2-16 Exposición Crediticia por Posición

donde n es el número de posiciones del instrumento I en un portafolio P . Este número pudiera ser negativo dependiendo si las posiciones son cortas o largas.

Si la posición se trata de un portafolio P , se tiene entonces:

$$EC_{ij}(P) = \sum_k n_k EC_{ij}(I_k)$$

Ecuación 2-17 Exposición Crediticia de Portafolio

donde I_k son los instrumentos individuales contenidos en el portafolio P y para cada k , n_k es el número de posiciones (que como ya se dijo pudieran ser negativas) de I_k en P .

La *Exposición Crediticia* de la Contraparte en caso de Default es el costo de reemplazar o cubrir (hacer hedge) el contrato en el momento en el que ocurra el evento de default. Como el default constituye un evento incierto que puede ocurrir en cualquier momento del tiempo durante el período de vida del contrato se debería considerar no sólo la exposición crediticia actual del contrato sino también los cambios potenciales en la exposición durante toda la vida del contrato. Este punto se vuelve particularmente importante cuando se trata de un portafolio con derivados, ya que su valor puede cambiar de manera importante a lo largo del tiempo de acuerdo a las condiciones del mercado. Es por esta razón que conviene introducir tres medidas importantes de exposición crediticia: *Exposición Actual*, *Exposición Total* y *Exposición Potencial*.

a) Exposición Actual

Se define la **Exposición Actual** del contrato c en el tiempo τ como el máximo entre el valor actual (o Marca a Mercado) del activo, préstamo o contrato c en el momento τ ($V(c,\tau)$) y cero:

$$AE(c, \tau) = \max\{0, V(c, \tau)\}$$

Ecuación 2-18

Así definida, $AE(c,\tau)$ es el monto máximo que se perdería (exposición) si la contraparte de dicho contrato incumple y tal contrato es reemplazado por uno similar en el tiempo t . Esta definición efectivamente tiene sentido pues las posiciones en contra no representan riesgo de crédito para la propia IF.

Aunque los derivados con valor negativo tampoco cuentan, si la posición es negativa pero al mismo tiempo corta, la multiplicación del número de contratos (negativo) por el valor del instrumento sería positiva, caso en el que sí se consideraría dicha posición en el cálculo de la exposición.

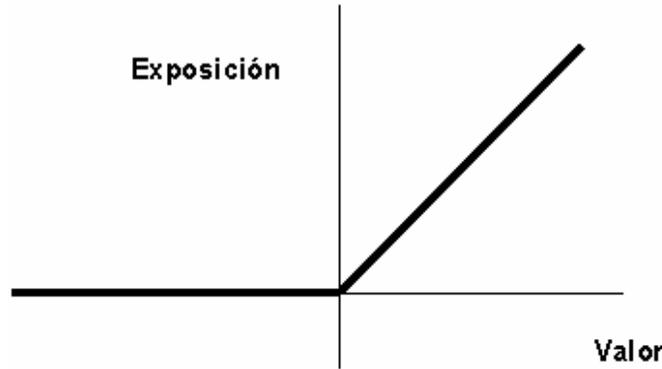


Figura 2-6 Relación Exposición - Valor

Aquí se ve inmediatamente que la exposición actual en el tiempo $\tau = 0$ es simplemente la marca a mercado; una segunda observación es que la exposición va disminuyendo con el tiempo debido a las amortizaciones. Si t es un punto del tiempo en el futuro, entonces $AE(c, \tau)$ se define con respecto a un estado del mercado (escenario) en el tiempo t .

b) Exposición Total

La **Exposición Total** del contrato c en el tiempo t es la suma de la Exposición Actual y la Exposición Potencial:

$$TE(c, t) = AE(c, t) + PE(c, t)$$

Ecuación 2-19 Total Exposure

Esto quiere decir que la exposición total es el monto máximo que se perdería en la operación si la contraparte entra en default en cualquier punto del tiempo t al vencimiento, bajo un cierto escenario de mercado.

c) Exposición Potencial

La **Exposición Potencial** del contrato c en el tiempo t es el monto máximo que se perdería si el default ocurriera en algún momento τ del tiempo entre t y la fecha de vencimiento del contrato T , esto es $\tau \in (t, T)$.

$$PE(c, \tau) = \max\{0, \max_{t < \tau \leq T} \{PV_t[V(c, \tau)] - V(c, t)\}\}$$

Ecuación 2-20 Potential Exposure

donde $PV_t [^*]$ es la función que trae * a valor presente (al tiempo t). Como se trata de un tiempo τ en el futuro ($t < \tau$), implícitamente se tiene que es necesario el uso de escenarios (time steps) para calcular PE.

2.6.4 Calificaciones Crediticias (Ratings)

Aunque las emisiones de bonos prometen un flujo fijo de ingresos al que los adquiere, éste no es libre de riesgo, a menos que se trate de papel gubernamental¹⁶; cosa que para nada es cierta en bonos bancarios o corporativos. En esta situación, los flujos de los tenedores de los títulos dependen del estatus financiero de la firma. Por esto existen compañías que se dedican a calificar, justo la calidad de las emisiones que hacen las empresas.

Antes de definir el concepto de *rating* conviene decir lo que no es, ya que la idea intuitiva puede suscitar confusión, sobre todo en personas ajenas al medio financiero.

Una calificación crediticia (*rating*) **no es**, en general, **una recomendación para invertir** y es muy importante resaltar este hecho. Un rating es, en palabras de Moody's –compañía líder calificadora– “una opinión sobre la habilidad futura y obligación legal de un emisor de hacer pagos oportunos de capital e interés de un título, papel o garantía específica de renta fija”.

Existen varias compañías que se dedican a publicar calificaciones crediticias, entre las que destacan Fitch, Standard & Poor's, y Moody's. Los Ratings califican el nivel crediticio de emisiones de deuda usando códigos de letras. Las calificaciones son números ordinales, no valores absolutos del nivel de riesgo, a diferencia de las probabilidades de default, cuyos valores cuantifican la verosimilitud de default dentro de un cierto horizonte de tiempo dado.

Hay dos tipos de calificaciones, la de la contraparte y la de la emisión.

Calificaciones de las emisiones

El siguiente esquema ilustra el proceso que se sigue por parte de S&P para poder llegar a obtener una calificación:

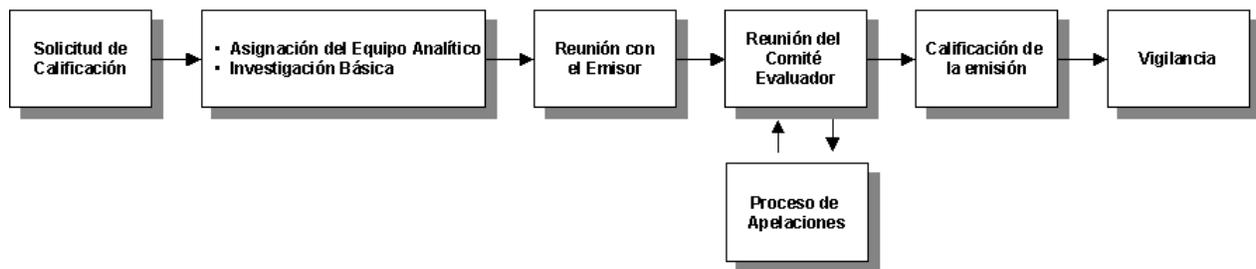


Figura 2-7 Proceso de asignación de Ratings (S&P)

¹⁶ Las emisiones Guber (gubernamentales) son consideradas libres de riesgo

A su vez, cada compañía puede usar diversas técnicas de calificación. La calidad crediticia es representada por una escala alfa-numérica y pueden tenerse calificaciones tanto públicas como internas de las contrapartes con las que opera una institución.

Cada uno de los niveles de las escalas de calificación pretende reflejar la probabilidad de incumplimiento de la contraparte, considerándose como grado de inversión los de mayor calidad crediticia (hasta BBB); siendo generalmente estos los permitidos por entidades reguladoras. Un ejemplo de una escala de calificación según Standard & Poor's se presenta en la siguiente tabla:

Tipo	Grado	Descripción
Grado de Inversión	AAA	Máxima calidad crediticia. La capacidad de hacer pagos tanto de interés como de principal es extremadamente fuerte.
	AA	Capacidad de hacer pagos tanto de interés como de principal fuerte, Sólo marginalmente más débil que el grado AAA
	A	También una fuerte capacidad de hacer pagos de interés y capital, pero con alguna susceptibilidad a cambios adversos en condiciones económicas.
	BBB	Capacidad adecuada para hacer pagos de interés y principal, sin embargo, ésta puede ser debilitada por cambios adversos. Esta es la menos segura de las calificaciones catalogadas como <i>grado de inversión</i>
Tipo	Grado	Descripción
Especulativos	BB	Incertidumbre o exposición a cambios adversos en condiciones podría resultar en una capacidad inadecuada para realizar pagos puntuales de interés y capital
	B	Actualmente capaz de cumplir con las obligaciones, pero con mayor vulnerabilidad a default que el BB
	CCC	Presenta una vulnerabilidad actualmente identificada a default, y depende de condiciones económicas y financieras favorables para no caer en incumplimiento.
	CC	Deuda subordinada a deuda más antigua con calidad CCC
	C	Deuda subordinada a deuda con señoreaje de grado CCC-. También si se ha llamado a bancarota pero la deuda sigue activa.
Otros	C1	Bonos en los que no se están pagando intereses.
	D	El pago de la emisión ha entrado en default

Tabla 2-7 Ejemplo de Calificaciones de Standard & Poor's para deuda largo plazo

Las calificaciones que van de AA a CCC pueden llevar un + o – indicando el nivel relativo de la deuda en cada categoría.

Calificaciones de las contrapartes

La calidad crediticia de la contraparte se mide a través de sistemas y metodologías de calificación de calidad crediticia. En el caso particular de México, la metodología que se debe seguir es la que establece la CNBV a través de las disposiciones generales para calificación de cartera crediticia para

instituciones financieras; es importante destacar este hecho ya que la CNBV exige que al menos el 80% de la cartera de un banco esté calificada.

Matriz de Transición / Probabilidades Default:

Una matriz de transición representa las probabilidades de movimiento de un nivel de calificación a todos los demás niveles, para el período seleccionado que generalmente es de un año¹⁷, y con relación a la agencia calificadoradora, pudiendo ser ésta la misma institución. La última columna de la matriz representa el vector de probabilidades de default.

Estas probabilidades son determinadas por factores económicos (condiciones del mercado, factores de las empresas, depreciación del valor de los activos, etc.), pero también llegan a ser afectadas por factores de crisis (desastres naturales, fraudes, cambios bruscos en los mercados, etc.) y su comportamiento se puede simular mediante procesos estocásticos que no es otra cosa que dar una aproximación a la solución de un sistema de ecuaciones diferenciales estocásticas (i.e. que presentan algún componente aleatorio).

A continuación se presenta un ejemplo de una Matriz de Transición observada¹⁸ para un período de tres meses construida por una entidad reguladora. La información contenida en esta matriz se puede interpretar como sigue:

Una Contraparte con Calificación A1 tiene una probabilidad de 0.81390 de permanecer en esta misma calificación A1 al final del período; esta misma contraparte en A1 tiene una probabilidad de 0.09525 de bajar de calificación a A2, y así sucesivamente.

	A1	A2	B	C1	C2	D	E	Σ
A1	0.81390	0.09525	0.07324	0.01431	0.00042	0.00260	0.00027	1.00000
A2	0.10564	0.70971	0.16395	0.01709	0.00294	0.00003	0.00063	1.00000
B	0.03608	0.16895	0.72689	0.05233	0.00942	0.00257	0.00376	1.00000
C1	0.00962	0.01150	0.12369	0.62182	0.18047	0.03706	0.01584	1.00000
C2	0.00241	0.00373	0.10977	0.17369	0.44453	0.18898	0.07689	1.00000
D	-	0.00011	0.01098	0.05727	0.07607	0.62971	0.22586	1.00000
E	0	0	0	0	0	0	1.00000	1.00000

Figura 2-8 Matriz de Transición Observada para un año

De la matriz anterior inmediatamente se pueden observar varias cosas:

- A menor calificación, mayor probabilidad de default (en este ejemplo la columna E)
- La diagonal, que representa la probabilidad de que la contraparte se mantenga en la misma calificación, muestra los porcentajes mayores, lo

¹⁷ Es común que en México, por disposiciones de la CNBV se usen períodos trimestrales

¹⁸ La matriz se construyó mediante la observación, durante un período trimestral, de un portafolio muestra.

que indica que en general, las contrapartes permanecerán en su mismo nivel al final del período.

- La suma de los renglones es igual a 1, ya que como se mencionó anteriormente, son probabilidades
- Una vez que una contraparte ha caído en default, permanece en ese estado por el resto del período, por lo que aparecen únicamente ceros en el renglón perteneciente al estado E, que significa default.

2.6.5 Tasas de Recuperación

Son determinadas con base en:

- la contraparte: se puede asumir en todas la misma tasa de recuperación,
- la categoría del adeudo (Señoreaje) – entre más cerca esté la posición del vencimiento se considera una mayor recuperación,
- el mercado y la legislación entre otros.

La Tasa de Recuperación está relacionada con el monto que puede ser recuperado una vez ocurrido el evento de impago (default).

2.6.6 Medidas de Riesgo Crediticio

La administración de riesgo de crédito comienza con el tratamiento de la verosimilitud del evento de default (qué tan probable es que una contraparte incurra en incumplimiento) y el riesgo de pérdida resultante de dicho default. Existe una gran cantidad de modelos de riesgo de crédito, atacando diferentes problemas con diferentes técnicas cada uno. Algunos sirven para definir los factores de riesgo (drivers) de transacciones individuales: exposición, tasas de recuperación y probabilidades de migración; mientras que otros (modelos de portafolio) usan esta información como entrada para modelar el riesgo de crédito de portafolios, en general, de bonos o préstamos; siendo los principales CreditMetrics, KMV CPV, CreditRisk+ y Mark to Future.

Para cuantificar y posteriormente poder afrontar el riesgo de impago, se calculan dos estadísticos de las pérdidas crediticias: las Pérdidas Esperadas (PE), y las Pérdidas No Esperadas (PNE); la diferencia de estas dos medidas nos da lo que se le conoce como capital económico.

Pérdidas Esperadas

Las pérdidas esperadas se corresponden con las pérdidas medias a lo largo de todo un ciclo económico. Para el cálculo de las pérdidas medias, se agrupan las contrapartes por calidad crediticia, con el objeto de crear grupos homogéneos y

que las probabilidades de quiebra calculadas sean representativas de la calidad crediticia de las contrapartes.

Una vez que se tienen estos tres elementos: Exposición, Probabilidad de Default y Severidad de la Pérdida, se puede calcular el vector de pérdidas como se ilustra en el diagrama conceptual:

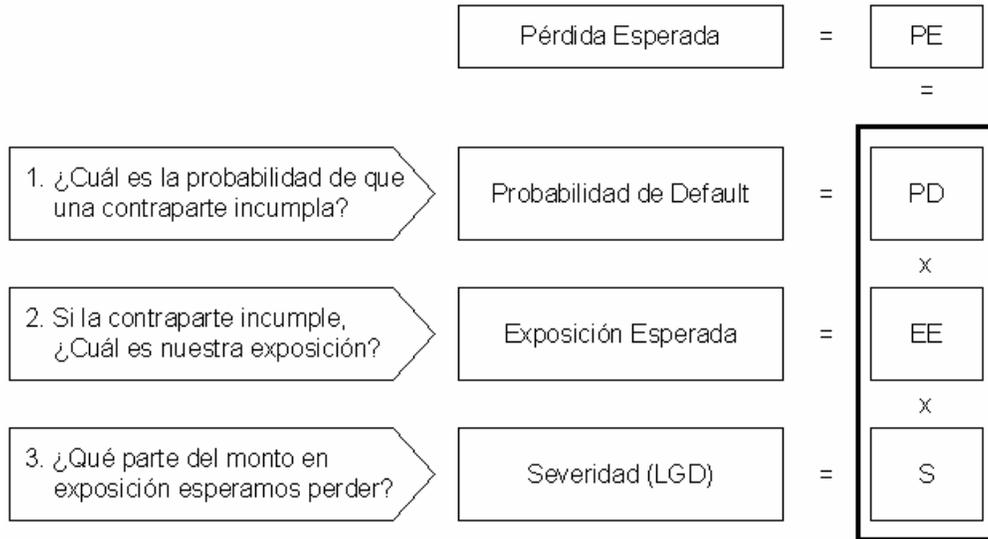


Figura 2-9 Cuantificando la Pérdida Esperada

Cada uno de los tres elementos presenta una cierta distribución.

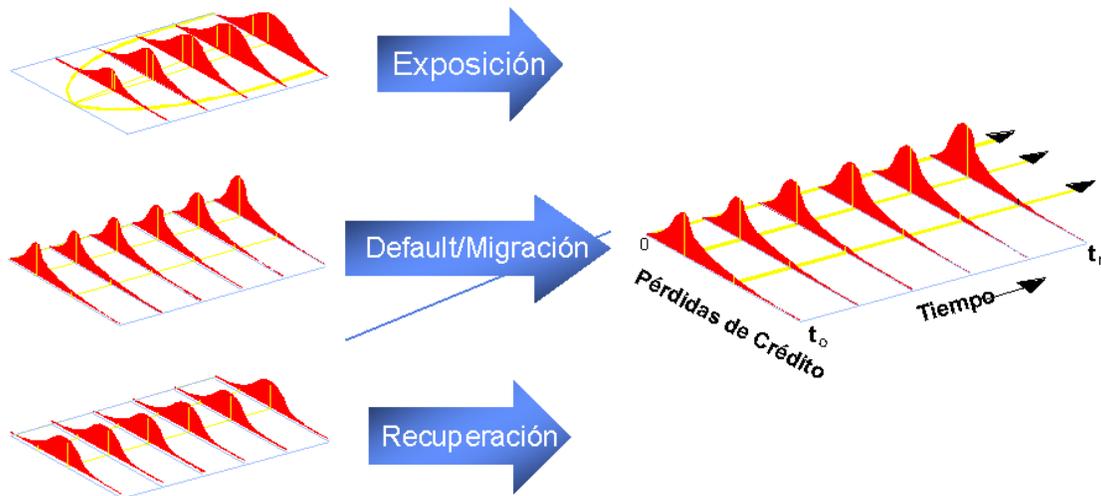


Figura 2-10 Eventos de Crédito

Mientras que la exposición crediticia es el monto máximo que se perdería si la contraparte incumple, las pérdidas crediticias toman en consideración el monto que podría ser recuperado una vez que ha ocurrido el default mediante procesos

como el de bancarrota, o mitigación por colaterales. La fórmula general para el cálculo de pérdidas es la siguiente:

$$Perdidas = Exposicion \times Severidad \times Pr(Default)$$

Ecuación 2-21 Pérdidas

Aunque normalmente se considera la Severidad de la pérdida, para efectos prácticos se usa la tasa de recuperación, donde se tiene la siguiente relación:

Sea $R(\tau)$ la severidad de la pérdida y $\gamma(\tau)$ los valores del vector de tasas de recuperación, entonces se tiene la siguiente relación:

$$R(\tau) = [1 - \gamma(P)]$$

Ecuación 2-22 Severidad de la Pérdida

En el presente trabajo se usará la siguiente fórmula pues es con la que la herramienta calcula el vector de pérdidas. Sea $E(\tau, \omega)$ la exposición, en el tiempo τ y bajo el escenario ω , de los factores de riesgo subyacentes para un portafolio P de operaciones con una contraparte dada CP . Entonces $E(\tau, \omega) \equiv E(\tau, \omega | \text{default en } \tau)$ nos da las pérdidas condicionales si el default ocurre en el tiempo τ . Si se asume que la contraparte es independiente del mercado, se puede definir la función de pérdidas de la siguiente manera:

$$L(\omega, t, T) = \int_t^T PV_t[E(\tau, \omega)]R(\tau)df(\tau)$$

Ecuación 2-23 Función de Pérdidas

donde $L(\omega, t, T)$ denota el valor presente (al tiempo t) de las pérdidas incurridas en el período $[t, T]$, $R(\tau)$ es la tasa de pérdidas dado que el evento de default ocurra en el tiempo τ , mientras que f representa la *fdp* (función de distribución de probabilidad) de default acumulada sobre el tiempo para la contraparte, y $PV_t[E]$ denota el valor presente (al tiempo t) de E .

La función anterior nos da entonces las pérdidas sobre un escenario de mercado dado ω . En la práctica esta integral se resuelve por medio de aproximaciones discretas.

Básicamente, dado un conjunto de escenarios $S = \{s_j, j = 1, \dots, N_S\}$ sobre los factores de riesgo de mercado, y un número discreto y finito de tiempos de simulación $t_i, i = 1, \dots, N_T$, la función de pérdidas puede ser aproximada bajo cada escenario mediante la siguiente función:

$$L(s_j, t, T) = \sum_{t \leq t_i \leq T} PV_t[E(t_i, s_j)] \times R(t_i) \times \Pr\{Def(CP) \in (t_{i-1}, t_i]\}$$

Ecuación 2-24 Solución de la integral: Aproximación Discreta

donde $\Pr\{Def(CP) \in (t_{i-1}, t_i]\} = f(t_i) - f(t_{i-1})$ denota la probabilidad de que la contraparte CP incurra en default en el período $(t_{i-1}, t_i]$.

AE es la Exposición, $1-R$ es la Severidad de la Pérdida y PD es la entrada correspondiente del vector de probabilidades de default obtenido de la última columna de la matriz de transición (R representa la tasa de recuperación, que indica el porcentaje del valor del contrato que se recuperaría si el default ocurriera en el instante del tiempo τ).

Pérdidas No Esperadas

Las desviaciones que se presentan entre la media de las pérdidas crediticias y la pérdida actual se denominan pérdidas no esperadas.

Una institución financiera afronta cada tipo de pérdida de una manera diferente. Las pérdidas esperadas se afrontan creando reservas que se calculan pensando que, a lo largo de todo un ciclo económico, estas reservas habrán cubierto las pérdidas de la cartera.

Las pérdidas no esperadas se afrontan asignando capital, ya que si la desviación sobre la pérdida esperada es muy grande, pudiera ser que estas pérdidas consumieran el capital del banco, y que se produjera una quiebra con las consecuencias negativas para los ahorradores, accionistas y empleados del banco.

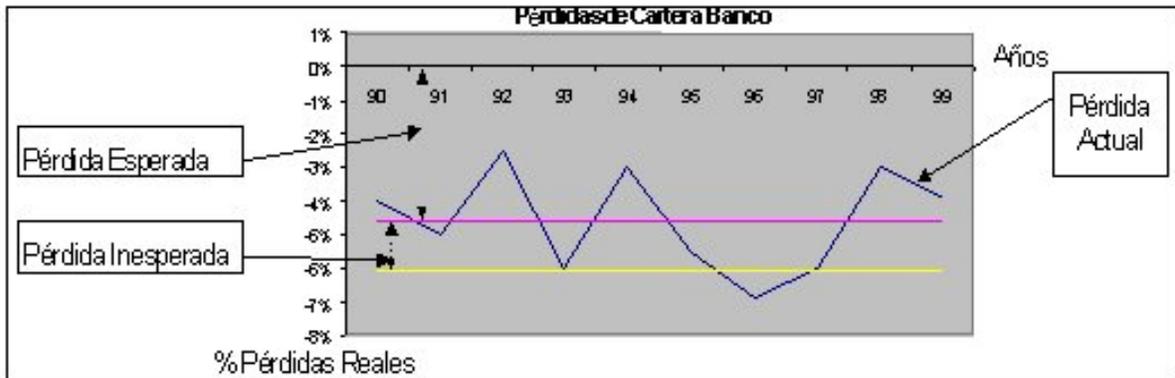


Figura 2-11 PE y PNE de la Cartera

La correcta medición del riesgo crediticio, la creación de reservas y la asignación de capital son procesos fundamentales para cualquier IF lo cual se debe principalmente a:

- La necesidad de financiar empresas de un riesgo mayor. Por lo tanto, los cálculos de tasas de default precisos son fundamentales para conocer correctamente el riesgo asumido.
- El otorgamiento de préstamos a plazos mayores hace críticas las mediciones de las probabilidades de default acumuladas y las exposiciones crediticias potenciales.
- Los préstamos en moneda extranjera representan una exposición potencial mayor.

Otra definición de las PNE sugiere que éstas son equivalentes a la desviación estándar de los cambios en el valor de los activos con riesgo crediticio durante el horizonte de inversión, es decir, corresponden a la volatilidad de las pérdidas potenciales alrededor del valor esperado. Aunque esto nos sugiere que estimar las PNE es parecido a estimar el VaR, los conceptos son diferentes, pues mientras que las PNE son una desviación estándar de las pérdidas, el VaR de crédito sería la pérdida potencial que podría observarse a un cierto nivel de confianza (generalmente 95% o 99%) durante un período de tiempo predeterminado. Los factores para las PNE son los mismos que para las PE: Calidad Crediticia de la Contraparte, Exposición Esperada, y Severidad.

Adicionalmente, tiene otros dos factores:

- Concentración y correlación del portafolio –como dice el principio básico de diversificación– tener exposiciones concentradas ya sea en un número pequeño de contrapartes o en sólo cierto tipo de contrapartes, es como tener todos los huevos en la misma canasta. Eso conlleva a tener montos de pérdidas potencialmente grandes cuando las cosas comienzan a salir mal, traducándose en Pérdidas Máximas (peor escenario) más grandes.
- Calificación de deuda objetivo – Una institución con calificación mayor debe ser capaz de prever un “peor escenario” que una con calificación menor.

Como no es económicamente conveniente (o incluso factible) constituir reservas preventivas contra riesgos de crédito ilimitados, si lo que realmente se busca es garantizar la solvencia de una institución sería necesario contar además de las reservas preventivas, con el capital económico equivalente a la diferencia entre las PNE y las PE.

2.6.7 Estimación de pérdidas mediante simulación Monte Carlo

La implementación del método de simulación Monte Carlo no es trivial, y requiere de un cómputo intensivo, pero a cambio incorpora de manera realista el impacto de todas las fuentes de riesgo, las correlaciones entre posiciones y contrapartes, así como neteo y litigación si es que existiera.

De manera general, se generan un gran número de escenarios conjuntos basados en:

- i)* factores de riesgo de mercado que afectan el valor del portafolio
- ii)* eventos crediticios (como el default)
- iii)* tasas de recuperación para cada contrato en caso de default.

Cada escenario es un posible camino en el tiempo de decenas, incluso cientos, de factores de riesgo cubriendo tanto eventos de mercado como de crédito. Generalmente se simula a lo largo de la vida de las transacciones del portafolio. Bajo cada escenario y punto en el tiempo, el portafolio se reevalúa y se aplican tasas de recuperación donde ocurra default. Finalmente, los resultados de la simulación son agregados y se calculan una serie de medidas estadísticas de las distribuciones de las exposiciones a lo largo del tiempo y de la distribución de pérdidas.

El primer problema que se enfrenta para esta metodología es que una simulación simplista no es práctica en términos de cómputo. Por otro lado, se requiere un número prohibitivo de escenarios pues los eventos crediticios, en especial los default, ocurren con probabilidades muy bajas.

La dificultad antes mencionada puede ser atacada haciendo algunos supuestos simplificadores. El primero es realizar una descomposición del problema. Se definió la Exposición Crediticia como el costo de reemplazar un contrato al momento de default. Por esta razón las exposiciones dependen solamente de las condiciones del mercado en este instante del tiempo, y no de la calificación o rating de la contraparte.

Considerando un conjunto de n escenarios, ω_j , (en nuestro ejemplo serán cuatro) cada uno con probabilidad p_j , y se asume que el evento de default puede ocurrir en m puntos del tiempo (se considera un tiempo discreto), t_i . En nuestra figura $\lambda(i,j)$ es la pérdida condicional si el default ocurre en el tiempo t_i y en el escenario ω_j , es decir: $\lambda(i,j) = L(P, t_i)$, asumiendo que ocurrió el escenario ω_j .

Los valores así calculados, constituyen las entradas de la tabla de exposiciones ajustadas por las tasas de recuperación. Dado el supuesto de independencia, la probabilidad de que ocurra la pérdida $\lambda(i,j)$ es simplemente $p_j \times D_i$, el producto de la probabilidad de que ocurra el escenario de mercado ω_j y la probabilidad de default en el tiempo t_i . La distribución completa de pérdidas se obtiene simplemente ordenando estas pérdidas de manera ascendente.

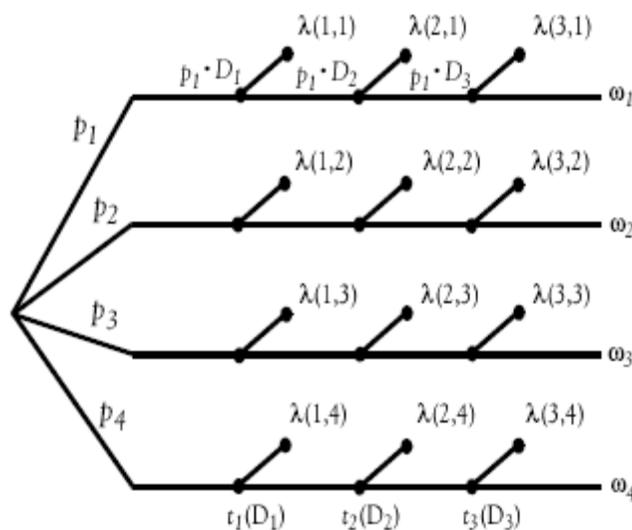


Figura 2-12 Distribución de Pérdidas

La figura anterior supone tres instantes en el tiempo, t_1 , t_2 y t_3 , y cuatro escenarios de mercado, ω_1 , ω_2 , ω_3 y ω_4 , lo que resulta en 13 posibles valores de pérdidas. El último valor corresponde al caso de que no se presente ningún default, (lo que significa pérdidas de cero) antes del último punto del tiempo.

2.6.8 Análisis Cualitativo

La parte más importante es el análisis que será realizado, ya que por muy precisos que sean los datos y la metodología usados, no sirven de mucho si el análisis no es el adecuado, ya que como dice una de las reglas de la Administración de Riesgos, el riesgo es administrado por personas, y no por modelos. Aquí es donde entra la experiencia y apoyo de un experto en la Administración de Riesgos. El resumen de este análisis es el que se presenta a los administradores seniors (o Comité de Riesgos) de las instituciones financieras; y es este hecho el que puede marcar la diferencia entre el éxito y la quiebra de una IF.

2.6.9 Medidas de sensibilidad del riesgo crediticio

Al realizar el análisis de sensibilidad se debe considerar que lo que se está intentando medir es la reacción del riesgo crediticio a las variables de manera individual, y no de manera integrada.

Uno de los objetivos del análisis de sensibilidad es responder a la pregunta de qué pasaría si se dieran determinados escenarios o sucesos, lo que se conoce como escenarios extremos o de shock. El problema de los escenarios es determinar, la probabilidad de que dicho escenario se presente, pues esta probabilidad es el elemento que podría dar significado a la medida de sensibilidad. La determinación de dicha probabilidad es una de las metas de la industria financiera en estos momentos y no está resuelta completamente.

En la práctica las probabilidades de los escenarios se suelen asignar de manera puramente cualitativa, es por ello que se presuponen escenarios que en principio parecen repetitivos, como por ejemplo, el alza en la tasa de default, o el aumento del riesgo país de México mediante la deterioración del rating país de México ya que mediante las matrices de transición se puede determinar la probabilidad de que el evento suceda.

La funcionalidad de la herramienta usada **no** permite realizar de manera directa un análisis de sensibilidad de las variables de crédito que afectan a la exposición crediticia de manera automatizada. Por esta razón para realizar este tipo de análisis se tienen que buscar caminos alternos, como es cambiando los datos de entrada de las matrices de transición o tasas de recuperación y comparar ambos conjuntos de resultados.

Esto sería equivalente a realizar una prueba de estrés, donde en lugar de aplicar un shock a los factores de riesgo, se puede disminuir la calificación de ciertas contrapartes, aumentar las probabilidades de default, o alterar las tasas de recuperación afectando la severidad de la pérdida.

Las variables de mercado que afectan a la exposición crediticia si se pueden estresar; las medidas de sensibilidad de Riesgo de Mercado tienen como finalidad analizar el cambio en el valor de mercado de los instrumentos a cambios fijos en los factores de riesgo de mercado que afectan la exposición crediticia. De esta manera se complementan las medidas estadísticas utilizadas para calcular la exposición crediticia, a través de la simulación del valor de mercado bajo diferentes escenarios. El análisis de sensibilidad simplemente representa el cambio del valor de mercado para un escenario predefinido.

Para dicho objetivo se utilizan las medidas de sensibilidad consideradas estándar para riesgo de mercado como son:

- PVBP y Yield Curve Risk: Estas medidas tienen como objeto medir los cambios en la exposición crediticia ante cambios en las curvas de interés.
- Medidas de Sensibilidad para Riesgo Moneda: Tiene como objeto medir los cambios en la exposición crediticia ante cambios en los tipos de cambio para productos derivados de moneda (FX forwards y swaps de divisas). Normalmente se utiliza un 1% de cambio en la tasa.
- Griegas, adaptadas al riesgo crediticio: Se conoce comúnmente como Griegas a las medidas de sensibilidad utilizadas para cuantificar el riesgo en opciones. Las Griegas expresan la sensibilidad del precio de una opción ante cambios en diferentes factores. Por estar directamente relacionados con el valor de las opciones, son también medidas de sensibilidad respecto a la exposición crediticia y riesgo crediticio.

- **Shortfall:** Aunque el VaR es la medida estadística más usada en la práctica, ésta tiene algunas limitaciones, siendo una de ellas la siguiente: una medida de VaR al 95% de \$100, nos indica que sólo el 5% del tiempo (o 5 de cada 100 días), se presentarán pérdidas mayores a \$100; sin embargo esto no proporciona ni siquiera una idea de qué tan grandes pudieran llegar a ser estas pérdidas si se presentaran. Es aquí donde el shortfall juega un papel importante, ya que a diferencia del VaR, es una medida subaditiva¹⁹ que describe el tamaño promedio de las pérdidas cuando éstas excedan el nivel del VaR; en particular proporciona información acerca de la cola de la distribución de P&G, permitiendo comparar en general las colas de dos distribuciones. La definición matemática es la siguiente:

$$\text{Shortfall} = E[-\Delta V / -\Delta V > VaR]$$

Ecuación 2-25 Shortfall

donde $-\Delta V$ son las pérdidas del portafolio.

Actualmente, no se cuenta con medidas estándares en la industria para riesgo crediticio; por este motivo, las medidas de sensibilidad propuestas, están basadas en escenarios de sucesos crediticios.

2.6.10 Técnicas de Reducción del Riesgo de Crédito

Existen diferentes métodos para reducir el riesgo de crédito (por ejemplo, para minimizar pérdidas económicas esperadas). Entre las técnicas más comunes se encuentran:

Acuerdos de neteo:

Usualmente, las partes que entran en transacciones de derivados deben firmar un contrato marco, que especifica los acuerdos de neteo en caso de incumplimiento. Generalmente, los acuerdos no permiten que una parte detenga el pago sobre su obligación a la vez que demanda el pago de la contraparte. En otras palabras el valor positivo de un instrumento para una contraparte es neteado con el valor negativo de un instrumento. Como resultado la exposición neta se reduce.

Colaterales:

Otra forma de mitigar el riesgo de crédito es requerir que la contraparte tenga otro colateral. El monto del colateral es importante porque si es insuficiente puede resultar en una inadecuada protección. Por otra parte un excesivo importe del colateral puede incrementar el costo de la transacción a la contraparte. El

¹⁹ Una medida subaditiva es en la que la suma de los componentes es menor o igual que la suma del total, en este caso hablando de posiciones y portafolio respectivamente.

monto puede ser también cambiado como el valor de la transacción durante el periodo.

Límites:

Una de las variables más importantes por la cual cobra relevancia el Riesgo de Crédito es el uso de sistemas de límites de consumo. Hay muchas formas de definir los límites, entre las cuales se encuentran los siguientes ejemplos:

- Establecer límites para cada contraparte en forma individual.
- Fijar un mismo límite para todas las contrapartes con la misma calificación.
- De acuerdo a las características de la transacción.
- Límites de portafolios o mesas.
- Límites con base en variables regulatorias.

Cuando se está por alcanzar el límite se emite una alarma preventiva y generalmente se notifica a la contraparte que está en estatus de alerta, ya sea que se tramite una ampliación de la línea de crédito o no. Una vez que el límite ha sido tocado o superado no se realiza ninguna transacción más con la contraparte. A pesar de esto, muchas veces los límites son definidos por los traders (operadores de la mesa) los cuales exponen a la institución a un mayor riesgo; de acuerdo con esto se deben usar otras técnicas en adición para mitigar el riesgo de crédito.

Recuponamiento:

El recuponamiento es el proceso en el que periódicamente cambia el cupón de un bono o la tasa de un swap con el objeto de reducir el valor de la transacción por un importe aceptable.

Derivados de Crédito:

Recientemente el uso de los riesgos de crédito en derivados ha crecido sustancialmente. El incremento en su popularidad se debe a un número de factores incluyendo un incremento en la volatilidad de los spreads de crédito durante el periodo, y un incremento en la reducción de calificaciones.

2.6.11 Aplicaciones Útiles

El contar con un marco de trabajo o metodología para cuantificar riesgo de crédito basado en Capital Económico o PNE nos sirve, entre otras cosas para:

- Adecuación de Capital – La primer pregunta que surge es si una institución cuenta con los recursos suficientes para cubrir pérdidas crediticias resultado de sus operaciones. El comparar el monto actual de capital contra el monto de PNE provee un análisis adecuado de capital
- Aprobación de Crédito y Monitoreo de Líneas – Una metodología capaz de atribuir PNE a una sola contraparte o línea de negocio facilita la

administración de límites. A diferencia de un sistema de administración de límites basado en exposiciones, un marco de trabajo de PNE se enfoca en el riesgo de una contraparte dada.

- Análisis de Oportunidades de Negocio – En operaciones que generen riesgo de crédito, construir una cuantificación de riesgo crediticio proveniente de la transacción puede decidir si la operación es financieramente atractiva.
- Administración de Reservas – Un método cuantitativo de medir riesgo de crédito puede auxiliar a definir el monto apropiado de reservas prudenciales para cubrir pérdidas de crédito. A menudo las reservas se establecen a un nivel superior al de las PE, pero muy por debajo del nivel de PNE, dependiendo de la política corporativa.
- Administración de Portafolio – Un modelo de crédito de portafolio versátil ayuda en la administración de exposición de contrapartes resaltando oportunidades de diversificación y previniendo concentraciones excesivas de exposición en una sola contraparte, industria, o región.

3 Metodología Propuesta

3.1 Introducción

El paso más importante es la valuación de la cartera simulada de préstamos, ya que a partir de estos valores se simularán muchos otros que conformarán una distribución. Para éste primer paso se usó la tecnología Mark to Future (MtF en adelante) de Algorithmics.

3.2 Metodología Mark to Future

3.2.1 Introducción

Mark-to-Future, es el marco de trabajo propuesto por Algorithmics como resultado de más de diez años de implementaciones y desarrollos en más de 100 bancos y casi 20 países. Esta metodología se propone como el nuevo paradigma para la medición de riesgo/beneficio a lo largo de las IFs en general.

En cualquier punto del tiempo, los niveles de un conjunto de factores de riesgo determinan por completo la valuación a Mercado o MtM, de un portafolio. Si se simulan escenarios, o posibles estados, sobre los niveles de estos factores de riesgo, queda determinada la distribución de posibles valores MtM.

Si ahora se realizan escenarios sobre la evolución en el tiempo de los factores de riesgo, lo que se estará determinando es la distribución de posibles valores Marca a Futuro (Valores MtF) en el tiempo.

Debido a que los escenarios capturan el efecto de la incertidumbre futura conforme evoluciona el tiempo, y a que la metodología MtF tiene precisamente a estos escenarios como parte clave de sus insumos de información, el marco de trabajo permite el cálculo de valores MtF que por lo tanto capturan también la incertidumbre futura a lo largo tanto de escenarios como de períodos de tiempo.

La tecnología MtF se construye a partir de los siguientes bloques:

- **Horizonte de Tiempo:** Período de tiempo a lo largo del cual nos interesa considerar la exposición al riesgo.
- **Escenarios:** Variables que afectan la valuación de los activos.
- **Medidas de Riesgo:** Métricas usadas para medir la exposición al riesgo.
- **Benchmarks:** Puntos de comparación contra los que se puede medir el desempeño de la cartera.

Adicionalmente esta metodología presenta dos características importantes:

- MtF es un marco de trabajo robusto e innovador que integra fuentes dispares de riesgo. Incorporando de manera explícita el paso del tiempo,

la evolución de los escenarios a través del tiempo, y la dinámica de portafolio en el tiempo, MtF provee una plataforma flexible y unificadora para considerar la incertidumbre futura.

- MtF es una arquitectura de riesgo extensible que puede ser implementada tanto en una sola organización como a lo largo de muchas organizaciones. MtF permite descomponer la etapa de simulación computacionalmente intensiva de la etapa post-proceso de análisis riesgo/beneficio. También permite diferentes vistas de lo que podría pasar en el futuro así como diferentes formas de valorar instrumentos y posiciones, ahora (MtM o marca a mercado) y en el futuro (MtF).

Como se ha venido diciendo, se debe tener una visión a futuro del riesgo; y es precisamente con este concepto que Ron S. Dembo (presidente y fundador de Algorithmics Inc.) intenta de cierta manera predecir el futuro, o al menos dar un panorama del futuro lo más apegado a la realidad que se pueda. Esto a través del desarrollo de una metodología para la medición práctica del riesgo aplicable principalmente en instituciones bancarias: Mark-to-Future. Esta metodología revoluciona completamente la manera de cuantificar los riesgos; y apunta a convertirse en el nuevo paradigma de la administración de riesgos.

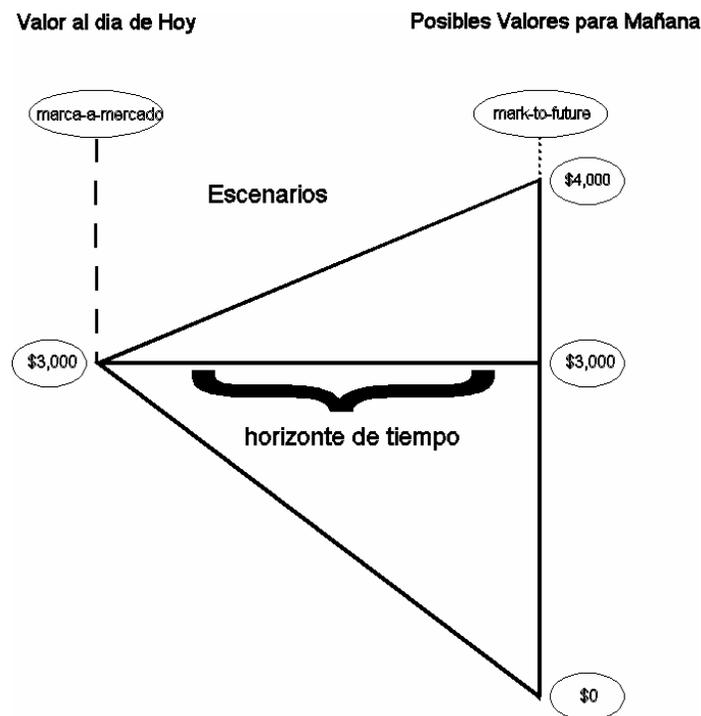


Figura 3-1 MtF: Diagrama

En el centro de la metodología MtF está la generación de cubos MtF con tres dimensiones, que se construyen en varios pasos.

Primero se elige un conjunto (set) de escenarios. Un escenario es una descripción completa de la evolución de factores de riesgo en el tiempo. En el segundo paso se genera una tabla MtF para un instrumento dado. Cada celda de la tabla MtF contiene el valor o métricas MtF calculados para ese instrumento bajo un cierto escenario en un punto del tiempo dado. Un cubo MtF consiste entonces de una serie de tablas MtF, una para cada instrumento en cuestión.

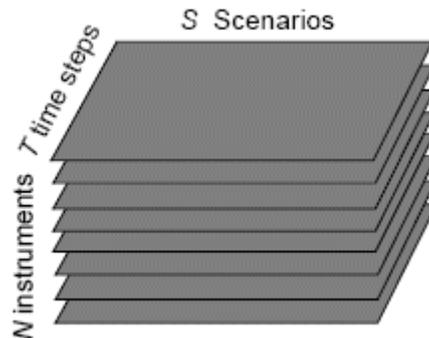


Figura 3-2 Cubo MtF

Como un cubo MtF contiene toda la información necesaria acerca de la valuación de instrumentos individuales, una tabla MtF de portafolio puede ser creada simplemente como una combinación de aquellos instrumentos base.

La metodología MtF para valuación de riesgo/beneficio se compone de los siguientes puntos; donde cada uno se puede entender como un componente independiente del proceso global:

- Definición los escenarios y puntos en el tiempo.
- Definición los instrumentos base.
- Simulación de instrumentos bajo escenarios y puntos del tiempo para generar un cubo MtF.
- Mapeo del cubo MtF en portafolios para producir una tabla MtF de portafolio.
- Agregar la información a lo largo de las dimensiones de la tabla MtF de portafolio para producir medidas de riesgo/beneficio.
- Las tablas MtF de portafolio sirven como insumo a otras aplicaciones más avanzadas.

3.2.2 Definición de Escenarios y Horizontes de tiempo

En la metodología MtF los escenarios representan la evolución conjunta de factores de riesgo a través del tiempo y son quienes determinan de manera decisiva la incertidumbre futura. La elección explícita de escenarios es la entrada clave para cualquier análisis. Los escenarios determinan de manera directa la distribución futura de la valuación MtF del portafolio, la dinámica de las estrategias de portafolio, la liquidez del mercado y la salud crediticia tanto de contrapartes como de emisoras.

La calidad de todo análisis de administración de riesgos depende de la capacidad de generar escenarios relevantes que representen adecuadamente lo que podría suceder en el futuro. En la metodología MtF para cualquier punto en tiempo, la distribución de los factores de riesgo subyacentes, tales como tasas de interés, índices accionarios, precios de activos, tipos de cambio o variables macroeconómicas, está determinada por el conjunto de escenarios elegidos de manera explícita. Por tal razón, cualquier distribución deseada puede incorporarse directamente en el análisis de manera que no sea restringida por una estadística específica o por una sola técnica de generación de escenarios.

Las distribuciones futuras de los portafolios están determinadas finalmente por las distribuciones futuras de los factores de riesgo subyacentes. La integración transparente de varios tipos de riesgo aparentemente diferentes tales como mercado, crédito y liquidez, se puede lograr a través de la incorporación explícita de escenarios que incluyen los factores subyacentes para cada uno de estos tipos de riesgos.

Las metodologías tradicionales de riesgo/beneficio se basan en simplificaciones, a menudo paramétricas, de la descripción de la evolución de factores de riesgo que son necesarios para lograr maleabilidad matemática. Se hacen suposiciones simplificadoras a pesar que los administradores de riesgos reconocen las limitaciones de dichas técnicas. Los análisis basados en escenarios superan dichas limitaciones, pero al mismo tiempo crean la necesidad de escenarios que sean relevantes. Por esto en la última década se ha realizado una investigación exhaustiva en las técnicas para generar escenarios realistas y computacionalmente eficientes para administración de riesgos.

Un escenario es el descriptor básico de la evolución del mundo sobre el tiempo. Proporciona una realización conjunta de todos los factores de riesgo económicos y financieros en un conjunto discreto de puntos en el tiempo futuro. El período de análisis será $[0, T]$ donde hoy se denota como $t = 0$ y el horizonte de tiempo es $t = T$. Una tabla MtF se construye valuando un instrumento a lo largo de cada uno de los $j = 1, 2, \dots, S$ escenarios sobre los $t = 1, \dots, T$ cortes en el tiempo. El valor MtF, m_{ijt} , del instrumento i bajo el escenario j en el tiempo t es una función $f()$ de los niveles de los factores de riesgo especificados $m_{ijt} = f(u_{1jt}, u_{2jt}, u_{3jt}, \dots, u_{Kjt})$ donde u_{kjt} , ($k = 1, \dots, K$) es el nivel del factor de riesgo k bajo el escenario j en el tiempo t . Por tanto, los niveles de los factores de riesgo sobre el tiempo definen completamente los valores de instrumentos y portafolios a lo largo del tiempo.

El estado actual del mundo es el punto de partida de cada escenario. Hoy, el mercado y la información económica pueden determinar, por ejemplo:

- La Marca a Mercado de todos los instrumentos de un portafolio.
- Los flujos de efectivo por pagar, por recibir y reinvertidos.

- Los spreads otorgados/solicitados (bid-ask).
- La calidad crediticia de contrapartes, emisores y cuentas en el portafolio.

Generar escenarios sobre los precios de todos y cada uno de los precios de los activos, los ratings y la composición del portafolio, aunque en principio parecería directo, resultaría impráctico por muchas razones.

Para generar escenarios, se necesita de las correlaciones entre todos los instrumentos, y cada vez que se agrega un nuevo instrumento, es necesario calcular su correlación con todos los demás. Mas aún, es demasiado restrictivo pues las características de los instrumentos cambian con el tiempo y no es claro como se debería de construir su evolución conjunta de datos históricos. Por el contrario, el generar escenarios sobre factores de riesgo sistémicos, brinda una estimación de modelos más robusta y el empleo de simulación histórica resulta directo, como lo es el obtener el valor MtF de un nuevo instrumento que sea completamente consistente con los precios de instrumentos ya existentes. Al usar esta aproximación no es necesario definir de manera explícita las correlaciones entre todos los instrumentos, ya que la co-dependencia está dada implícitamente por los escenarios.

Aquí cabe resaltar que la elección de los escenarios no tiene ninguna relación con el hecho de hacer proyecciones, ya que una proyección es una predicción de que ocurrirá un cierto escenario. Sin embargo no es posible predecir de manera precisa niveles financieros específicos. El objetivo al seleccionar los escenarios es extender el rango de posibles eventos futuros y no necesariamente predecir que alguno de estos ocurrirá. Si el conjunto de escenarios seleccionado es lo suficientemente amplio, alguno de éstos ocurrirá, aunque al inicio del período no se sabe cuál será.

Se asume también que se tiene la verosimilitud de dichos escenarios. La verosimilitud o probabilidad p_j , ($j = 1, 2, \dots, S$) de un escenario dado j , no es necesaria para calcular valores MtF. Las probabilidades se necesitan sólo en una etapa posterior cuando se calculan métricas de riesgo/beneficio. Además la elección de escenarios no depende necesariamente de la probabilidad asignada a éstos. Esta separación de las probabilidades de los escenarios permite que los valores MtF sean calculados sólo una vez y usados subsecuentemente como entrada de muchos otros análisis de riesgo.

Los escenarios deben considerar un amplio rango de posibles resultados y deben también extenderse sobre un horizonte de tiempo, o varios horizontes, de longitud apropiada. La longitud de los horizontes varía de acuerdo al problema. Mientras que el horizonte adecuado para un análisis de riesgo de mercado puede ser de uno a diez días (incluso más dependiendo de la liquidez de la

posición), estimar exposiciones por contraparte puede requerir múltiples horizontes de tiempo hasta de diez años o más.

Al usar metodologías basadas en escenarios se tienen varias ventajas:

1. **Descripción precisa del futuro.** Un gran número de técnicas pueden ser usadas para generar escenarios a partir de datos históricos, modelos avanzados o visiones subjetivas del mundo. Un marco de trabajo de Administración de Riesgos basado en escenarios supera la limitante de metodologías analíticas estándar que pueden requerir de simplificaciones onerosas de la descripción de las distribuciones de factores de riesgo para poder ser manejados matemáticamente.
2. **Transparencia y comunicación.** Usar escenarios para describir estados futuros del mundo hace el proceso de Administración de Riesgos transparente, descriptivo y manejable. Es necesario contar con un profundo entendimiento de los escenarios para una buena administración riesgo/beneficio. Para poder interpretar una métrica de riesgo, es importante entender la naturaleza de los escenarios para calcular dicha medida. Los administradores de riesgos entienden los escenarios y su experiencia e intuición son claves para definirlos. Los escenarios permiten que personas con diferentes tipos de experiencia y perspectivas se involucren en discusiones sobre riesgos.
3. **Integración de Riesgos.** Las entidades reguladoras exhortan para un marco de trabajo integrado para medir riesgo de crédito, mercado y liquidez. Estas fuentes de riesgo dispares se ligan de manera natural a través de escenarios en la metodología MtF. Esta integración se da a nivel de escenario. Los escenarios sobre cambios simultáneos en todos los factores sistémicos que afectan los estados de mercado, crédito y liquidez, proveen de manera natural valores MtF consistentes y correlacionados de los cuales se pueden calcular medidas de riesgo que relacionan o integra dichas fuentes de riesgo.
4. **Eficiencia Computacional.** Los análisis de riesgo basados en escenarios son computacionalmente intensivos, sin embargo los escenarios pueden usarse de manera eficiente en la metodología MtF, que explota algunas propiedades matemáticas simples pero poderosas:
 1. Linealidad Condicional. Condicional a un escenario, el valor de un portafolio es una función lineal del valor de los instrumentos y del número de posiciones de cada instrumento. Esto facilita la rápida valuación de un gran número de portafolios de manera simultánea si así fuese necesario.

2. Independencia crediticia condicional. Condicionales a un escenario dado sobre todos los factores sistémicos, los eventos crediticios son independientes. Esta propiedad puede ser explotada para integrar riesgo de crédito y mercado y para calcular capital crediticio del portafolio.
3. Independencia condicional de riesgos específicos. Condicional a un escenario sobre todos los factores sistémicos, los precios de acciones son independientes. Esto puede usarse efectivamente, por ejemplo, para valorar el riesgo de portafolios accionarios y determinar riesgo específico. La independencia condicional es una propiedad general de modelos multifactoriales usados comúnmente para valorar bonos corporativos y otros papeles.

3.2.3 Definición de Instrumentos Base

Un portafolio consiste de posiciones de varios instrumentos. El cubo MtF es un arreglo de tablas MtF, cada una correspondiente a un instrumento base individual. Un instrumento base puede representar un producto financiero real o un instrumento abstracto. En este paso se determinan los instrumentos que estarán contenidos en el cubo MtF.

El cubo MtF consiste de un conjunto de N tablas MtF, una para cada instrumento generado simulando un instrumento base dado sobre S escenarios y T puntos en el tiempo. Los instrumentos base pueden representar productos financieros reales como acciones o bonos, instrumentos sintéticos como una serie de bonos cupón cero o, en algunos casos, índices abstractos como lo son las entradas de un modelo multifactorial.

La elección de los instrumentos base a simular en el pre-cubo de la metodología MtF depende mucho de la aplicación en general y puede involucrar una valoración para decidir entre magnitud del espacio requerido (dimensiones del cubo) y precisión para valorar. No obstante, las dimensiones del cubo MtF pueden a menudo reducirse significativamente con poco o ningún sacrificio en la precisión mediante una correcta elección de instrumentos base.

En la mayoría de las aplicaciones, los instrumentos base consisten de una mezcla de productos que realmente se operan y sintéticos que pueden ser mapeados en un gran número de instrumentos OTC (over the counter).

Como ya se dijo anteriormente el valor MtF, m_{ijt} , del instrumento base i ($i=1, \dots, N$) bajo el escenario j en el tiempo t es una función, $f()$ de los niveles de los factores de riesgo especificados que pueden ser representados como $m_{ijt} = f(u_{1jt}, u_{2jt}, u_{3jt}, \dots, u_{Kjt})$ donde u_{kjt} , ($k = 1, \dots, K$) es el nivel del factor de riesgo k bajo el escenario j en el tiempo t .

Cuando el instrumento base representa un sintético o un índice abstracto, es a menudo función de un solo factor de riesgo k , $m_{ijt} = f(u_{kjt})$. En estos casos, el instrumento base puede mapearse uno a uno con un factor de riesgo.

El beneficio clave derivado del uso de instrumentos base es la habilidad de pre-calcular la mayor parte de los resultados de las operaciones requeridas para calcular valores MtF de portafolio. El valor MtF de un portafolio con un solo instrumento está determinado por una función post-proceso $g()$, aplicada a los valores MtF pre-calculados de los instrumentos base. En general, cuando el instrumento financiero se define el mismo como un instrumento base en el cubo MtF, el valor MtF del portafolio es simplemente el valor MtF del instrumento base ($g()$ es simplemente la función identidad). En el caso que el producto financiero no sea un instrumento definido en el cubo MtF, el valor MtF del portafolio se calcula como una función $g()$, de los valores MtF de uno o más instrumentos base.

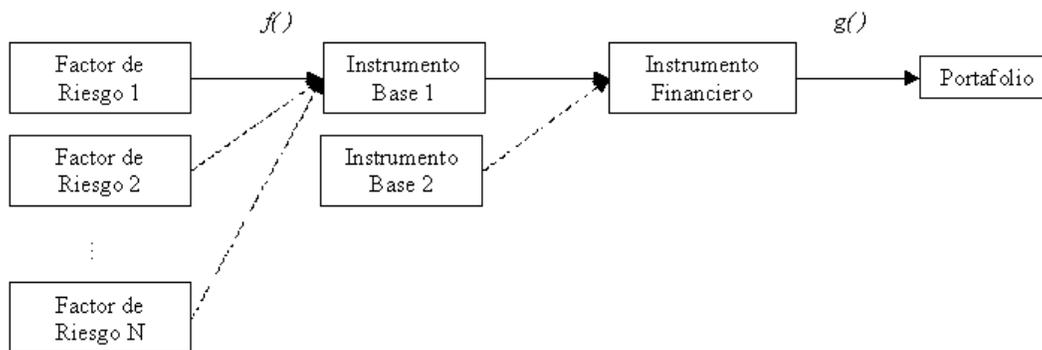


Figura 3-3 Secuencia de mapeo de factores de riesgo a portafolio

Como lo ilustra la figura anterior, una *secuencia de mapeo* define la relación funcional entre factores de riesgo, instrumentos base, productos financieros y portafolios.

Para seleccionar apropiadamente los instrumentos base que estarán contenidos en el cubo MtF, se debe definir una secuencia de mapeo para cada producto financiero.

3.2.4 Generación del cubo MtF

El cubo MtF consiste de un conjunto de N tablas MtF asociadas cada una a un instrumento base dado. Las celdas de una tabla MtF contienen los valores MtF simulados del instrumento base sobre S escenarios y T puntos en el tiempo. Aquí es donde se establece la relación entre los factores de riesgo (variables) escenarios y funciones de valuación para la simulación de valores MtF.

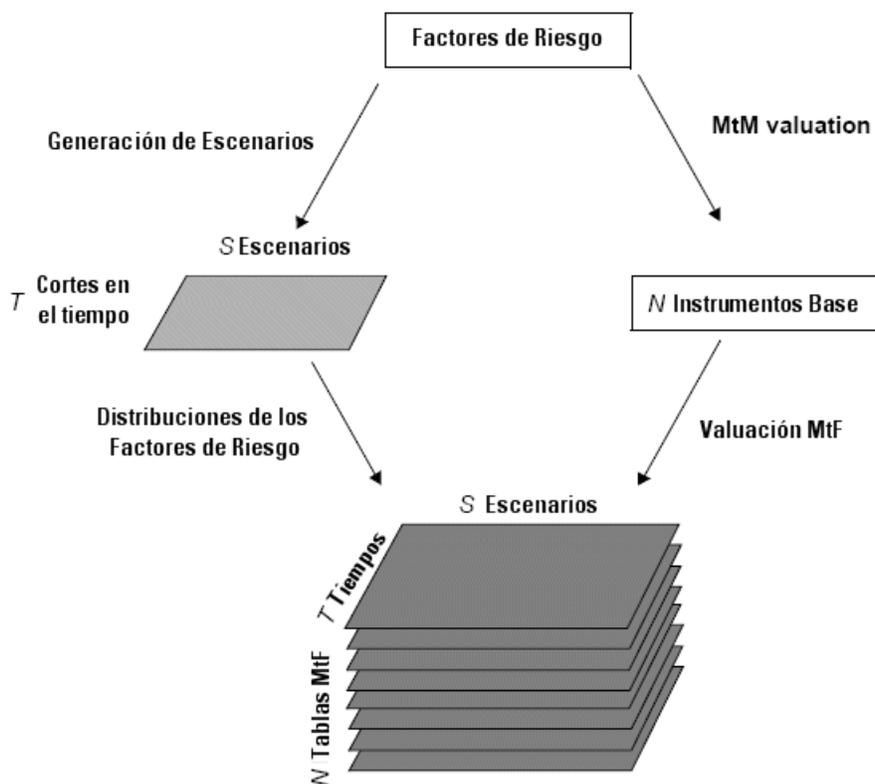


Figura 3-4 Generación del Cubo MtF base

Una vez que se han definido los escenarios y los cortes de tiempo, el contenido de las celdas de la tabla MtF se genera mediante un modelo de valuación especificado en el instrumento base. Un modelo de valuación contiene funciones de valuación de ciertos parámetros, éstas pueden producir tanto el valor teórico como algunas otras métricas como deltas MtF o duraciones MtF. La simulación de instrumentos base sobre los escenarios definidos y sobre los cortes de tiempo producen medidas MtF para los atributos especificados que a su vez son funciones de los niveles de los factores de riesgo.

La tabla MtF asociada con el instrumento base i , M_i , es de dimensión $S \times T$, donde S es el número de escenarios y T el número de cortes en el tiempo. Las celdas de M_i se llenan simulando los valores del instrumento base i sobre cada uno de los $j = 1, \dots, S$ escenarios y $t = 1, \dots, T$ tiempos. El cubo MtF, M , consiste de N tablas MtF asociadas con cada uno de los $i = 1, \dots, N$ instrumentos base.

3.2.5 Generación de portafolios MtF

Aquí, el cubo MtF es mapeado en múltiples portafolios o regímenes de portafolio sobre el tiempo. El resultado de este mapeo es la creación de una tabla MtF de portafolio que contiene todos los valores MtF de un portafolio que ha sido simulado a lo largo de escenarios y de puntos en el tiempo. El mapeo incorpora los títulos en los instrumentos, que pueden ser dinámicos a lo largo de los escenarios y a través del tiempo. Por esta razón, una tabla MtF de portafolio

captura los valores MtF de un régimen de portafolio tal como una estrategia de refinanciamiento de la misma manera que si se tratara de un portafolio estático. El mapeo es completamente independiente de la generación del cubo MtF, y ocurre estrictamente en la etapa de post-proceso.

Una tabla MtF, M^R asociada con un régimen de portafolio R tiene dimensión $S \times T$, donde S es el número de escenarios y T el número de puntos en el tiempo. Cada celda de la tabla contiene el valor MtF, m_{jt}^R del régimen R , bajo el escenario j y en el tiempo t . Un valor en la tabla MtF es una función $g(\)$ de los valores en las tablas MtF de instrumentos contenidos en el cubo MtF. Si el cubo MtF contiene instrumentos reales, los valores en la tabla MtF son una combinación lineal de los valores en las tablas MtF, ponderadas por las posiciones en cada escenario y punto del tiempo. En este caso, el valor del portafolio MtF en el escenario j y tiempo t es:

$$m_{jt}^R = \sum_{i=1}^N x_{ijt}^R \cdot m_{ijt}$$

donde x_{ijt}^R son las posiciones del instrumento i bajo el régimen de portafolio R para el escenario j y el tiempo t .

El mapeo se puede representar como sigue:

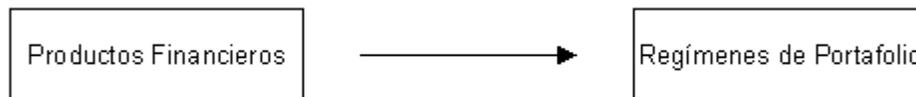


Figura 3-5 Secuencia de Mapeo de Portafolios

En este capítulo se describe la metodología que se siguió a fin de poder dar los insumos necesarios para la construcción de la distribución de pérdidas y ganancias de crédito (DPGC). Se calculan también algunas métricas como las Pérdidas Esperadas (PE) y Pérdidas no Esperadas (PNE).

3.3 Resumen/Descripción del Proceso

A continuación se resume brevemente cada paso en el proceso realizado, el esquema siguiente representa dicho proceso.

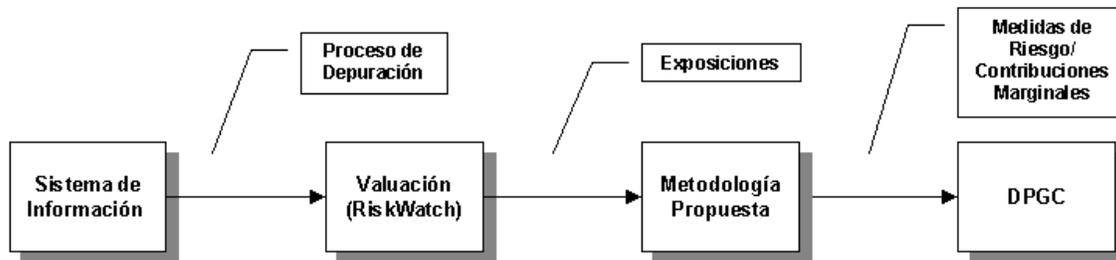


Figura 3-6 Esquema – Metodología Propuesta

Los datos provienen de un cierto sistema de información institucional conocido generalmente como dataware house, que no es otra cosa que una base de datos interna con información homogeneizada y validada. Estos datos necesitarán ser depurados y posteriormente mapeados o transformados de acuerdo a las especificaciones financieras (FESpecs) en un formato especial requerido por la herramienta. Una vez modelados los instrumentos se calcularán las exposiciones MtM de éstos, y aplicando la metodología MtF se simularán las exposiciones a lo largo del tiempo; finalmente a partir de las simulaciones (o valores Mtf) se construirá una Distribución de Pérdidas y Ganancias de Crédito (DPGC).

3.4 Análisis Previo

La base de datos contiene una gran cantidad de información acerca de cada operación y es claro que para valorar un crédito no se requiere de todos los campos con los que se cuenta, y la mayoría de las veces bastará con una pequeña parte del gran universo de atributos. Para simplificar el proceso de valuación se parte de la información de créditos “tipo” de la cartera de un intermediario financiero para determinar el subconjunto mínimo de atributos que serán útiles para la valuación de los créditos.

Se tienen 3 tipos de modalidades o esquemas de amortización. Cada modalidad puede ser a tasa fija o variable, lo que implica 6 tipos de préstamos diferentes.

Esquema	Descripción	Tasa	Instrumento
1	Principal e Intereses al Vencimiento	Fija	Fixed Rate Bond
		Variable	Floating Rate Note
2	Principal al Vencimiento, Intereses Periódicos	Fija	Fixed Rate Bond
		Variable	Floating Rate Note
3	Capital e Intereses periódicos	Fija	Fixed Amortizing Bond
		Variable	Floating Amortizing Bond

Tabla 3-1 Esquemas de Amortización

3.5 Extracción de la Información

Debido a que la cartera presenta varios tipos de créditos, cada uno con diferentes características, como la tasa, el esquema de amortización del crédito, el monto operado y la moneda entre otros, se requiere de distintos atributos para modelar cada tipo de crédito; y aunque algunos comparten características entre ellos, otros presentan características que no existen o no aplican para otro tipo de créditos.

Con base en lo anterior se diseñaron diferentes consultas (*queries*) en función de estas variables que parametrizan la valuación. Dichas consultas serán ejecutadas en la base de datos del sistema de información. En particular se crearon dos consultas para cada tipo de amortización, una para créditos a tasa fija y la otra para créditos con tasa variable.

Además de los campos mínimos necesarios se conservarán algunos otros campos informativos que aunque no influyen en la valuación del crédito, serán de gran ayuda para otro tipo de operaciones como la agregación de la información en vistas o como simples descriptores.

3.6 Proceso de Depuración

Una vez que los datos son consistentes, el paso siguiente es filtrar la información y tomar sólo aquellos campos que sean necesarios de acuerdo a las Especificaciones Técnicas para ser modelados en la herramienta; y aunque no todos los campos obtenidos son necesarios para todos los tipos de créditos, muchos de ellos servirán para realizar diferentes agregaciones²⁰ de la información.

3.7 Valuación

El proceso de valuación consiste en obtener la marca a mercado de un instrumento a través del valor presente de cada uno de los flujos en el tiempo generados por este instrumento. Este proceso tiene implícitos dos pasos:

- Generación de flujos de efectivo esperados emanados de un instrumento financiero a lo largo de su vida.
- Descuento a valor presente de los flujos de efectivo generados.

El descuento de los flujos de efectivo estará siempre en función de una curva primaria de descuento (Interbancaria).

²⁰ Una agregación es la manera en que se agrupa la información para poder visualizarla; se puede tener la misma información vista por tipo de operación, tipo de contraparte, monto operado, entre otros.

Este paso es muy importante pues determina el valor de los activos de toda una institución; se usa como herramienta **RiskWatch** tanto para la valuación mediante el cálculo del valor presente de los flujos de efectivo de los instrumentos, como para el cálculo de exposiciones; las cuales quedarán determinadas para el resto del proceso.

En caso de que existan contrapartes que se encuentren en estado de default, estas ya NO serán incluidas en el proceso pues ya no hay exposición, toda vez que la pérdida ya ha sido realizada.

El monto en pérdida será el valor de la exposición calculado por RiskWatch multiplicado por uno menos la tasa de recuperación.

Para poder realizar la valuación, se utilizaron los cuatro modelos, que realmente son 8 FESpecs, definidos en el apartado de análisis previo.

3.7.1 Atributos usados para la parametrización de créditos

A continuación se da una breve descripción de cada uno de los atributos necesarios para la correcta valuación de los créditos dentro de la herramienta. Dichos atributos son tomados de las especificaciones financieras de producto, conocidas como FESpecs²¹ y son la guía que permite parametrizar los instrumentos en un lenguaje que el sistema reconozca,

²¹ Financial Entity Specifications: Guía diseñada por un Ingeniero Financiero para la correcta modelación de objetos financieros

RiskWatch FE Product Specification		
Product Type: Fixed Rate Bond		
Modalidad 1		
RiskWatch Attribute	Regla	Source File
Name	[TIPOAMORT] & " " & [PRESTAMO]	qry_Amort1 F
Issue Date	[Fech_Oper]	qry_Amort1 F
Maturity Date	[Fech_Vto]	qry_Amort1 F
Notional	[Cap_vig]+[Cap_vdo]+[IntsVig]+[IntsVdo]	qry_Amort1 F
Currency	Currency	qry_Amort1 F
Coupon Rate	[TASA_TOTAL] & " % " & [CompPer] & " actual/360"	qry_Amort1 F
Term	!f([semanal]!TIPOAMORT)=1,"Maturity",[semanal]!FRECINTE	qry_Amort1 F
Discount Curve	":IR" & [Currency] & "-Interbank"	qry_Amort1 F
State Procedure	@cash flow generator	qry_Amort1 F
Business Day Rule	Regular Following 0-day (MexCal)	qry_Amort1 F
Coupon Generation Method	Backward	qry_Amort1 F
*Theoretical Model	:Bond_Model	qry_Amort1 F
Credit Loss Engine Product Type	Bonds	qry_Amort1 F
Product Type	Creditos	qry_Amort1 F
Credit Spread Curve	":Credit_Spreads_ " & [Currency]	qry_Amort1 F
Entidad	Entidad	qry_Amort1 F
Cartera	Cartera	qry_Amort1 F
Tipo_contra	Tipo_contra	qry_Amort1 F
Legal Entity	": " & [CP_limpio]	qry_Amort1 F
Piso	Piso	qry_Amort1 F
Tipo Amortizacion	[TIPOAMORT]	qry_Amort1 F
DESTASA	DESTASA	qry_Amort1 F

Figura 3-7 Especificaciones de Producto (FESpecs)

Name: Es un número que identifica a cada préstamo, e incluye la modalidad y el número de préstamo (para dar unicidad).

Issue Date: Es la fecha de emisión o de operación del préstamo; al igual que el resto de las fechas que se manejen en la herramienta se debe seguir el formato estándar yyyy/mm/dd.

Maturity Date: Es la fecha de vencimiento del préstamo.

Notional: Este atributo refleja el valor nominal del préstamo. Como cualquier instrumento financiero, el valor nominal de los préstamos a una fecha específica debe considerar las amortizaciones de capital que ya se hayan realizado previas a la fecha mencionada. El valor nominal refleja la deuda de sólo de principal (o capital) que se tiene al momento de valuación por lo que no incorpora datos de intereses.

Currency: Aunque en la cartera se manejan préstamos en moneda nacional (MXP) y en dólares (USD), principalmente, también hay préstamos en JPY, EUR y UDIs (udizados), los cuales son modelados dentro de la herramienta en pesos relacionándose dichos préstamos al crecimiento de la Unidad de Inversión y utilizando una curva de tasas reales para descontar los flujos y traerlos a valor presente.

Coupon Rate: Indica la tasa cupón para los préstamos, especificándose tanto la composición de la tasa como la base de cálculo de días para la determinación de las fechas de pago de los intereses. Por ejemplo, el formato del atributo para un préstamo al 17% fijo simple se especifica como: 17.00% SMP actual/360. En los préstamos a tasa fija, la base de cálculo de días es el número de días que realmente están en el mes (actual) y el año de 360 días²².

Spread: Spread sumado a la tasa cupón.

Term: Es el periodo de pago de intereses (periodo cupón). Refleja la frecuencia con la que se pagan intereses en el préstamo. Este campo tendrá como valor Maturity cuando se trate de préstamos en modalidad 1 ya que pagan intereses hasta el vencimiento. Para la determinación del atributo Term en las modalidades 2 y 3 se realiza un mapeo de los campos considerando la frecuencia de pago de intereses definiéndose con ello el plazo cupón.

Discount Curve: Nombre de la curva con la que se traerán a valor presente los flujos de efectivo generados por cada instrumento.

Amortization Date: Este atributo sólo tiene sentido para los préstamos de modalidad 3 (préstamos amortizables ya sea fijos o variables), y representa la fecha del primer pago de capital.

- Amortization Date = fproxpagocap (modalidad 3)

Amortization Frequency: Indica la frecuencia de pagos de capital medidos en unidades de la frecuencia de pagos de intereses. En las modalidades 1 y 2, se define como 1 (valor por default) y en la modalidad 3 se define con la división de la frecuencia de pago de capital entre la frecuencia de pago de intereses:

- Amortization frequency = 1 (para modalidades 1 y 2)
- Amortization frequency = frecpagocap / frecpagoint para el resto

Principal Payment: Representa el monto del pago de las amortizaciones de capital para pagos iguales contruidos dentro de la herramienta aplicable para la modalidad 3.

Underlying Curve Index: Cuando aplica es el nombre de un instrumento virtual que contiene información de una curva histórica para obtener la tasa del ultimo cupón (cupón actual) así como la curva con la que se capitalizarán los cupones restantes mediante el uso de tasas forward.

²² En el mercado mexicano el año comercial se considera de 360 días; la base de cálculo de días utilizada es actual/360

Last Reset Rate: Última tasa pactada (cupón actual), de no existir se toma la tasa de la fecha correspondiente de la Historical Rate asociada en el Curve Index.

State Procedure: Nombre de la función que genera los flujos de efectivo. Estos son construidos a partir de varios atributos como son Issue Date, Maturity Date, Term, etc.

Business Day Rule: Regla que se aplica en caso de que un cierto evento como pago de interés, de capital o vencimiento se realice en un día inhábil de acuerdo al calendario especificado.

Coupon Generation Method: Manera de construir los flujos: forward – inicia a partir de la fecha de emisión (issue date) al final, backward: comienza a partir de la fecha de vencimiento (maturity date) hacia atrás.

Theoretical Model: Modelo teórico que se usará para la valuación del crédito

Fixed Coupon Date: Es el día fijo de cada mes determinado para el pago de intereses y de capital dentro de cada préstamo.

Credit Spread Curve: Curva que contiene los spreads crediticios – a mayor calificación menor spread – es una forma de “castigar” a las contrapartes con bajo rating.

Entidad: Campo que almacena la entidad federativa en la que será destinado el crédito, se usa sólo para fines de agregación.

Cartera: Guarda información sobre el portafolio del que será parte el crédito

Tipo_contra: Tipo de contraparte con la que fue operada el préstamo. Sirve para efectos de jerarquía y agregación.,

Legal Entity: Con este atributo cada préstamo otorgado hace referencia a la contraparte con la que se operó el préstamo.

Piso: Indica préstamo de primer o segundo piso, se puede usar para agregar la información.

Tipo Amortizacion: Esquema de Amortización del préstamo

DESTASA: Este campo es meramente informativo, contiene una breve descripción de la tasa del préstamo y se puede usar para agregar los créditos por tipo de tasa

3.8 Aplicación de la Metodología propuesta a la Cartera

La cartera con la que se trabajó es de tipo bancario, el portafolio consiste únicamente de préstamos.

Para este tipo de portafolios la administración del riesgo de crédito se vuelve crítica, ya que se deben tomar decisiones importantes como la de entrar en un contrato específico o no, y de hacerlo, cuál debería ser la compensación apropiada de realizar operaciones que representen riesgo de crédito para la institución. Por ello resulta importante estar listo para cuantificar las pérdidas potenciales asociadas con el riesgo de impago.

Se aplicarán los tres procesos centrales definidos en la parte teórica; primero se explica a detalle la metodología para un crédito en particular y posteriormente se muestran las métricas obtenidas para todo el portafolio.

3.8.1 Valuación

Se realiza la valuación de un crédito amortizable en la herramienta de acuerdo a las especificaciones financieras. Para valorar este tipo de créditos, se deben definir las fechas de operación y vencimiento, la frecuencia de pago de capital, la moneda, la tasa para calcular los intereses indicando si es simple o compuesta, así como el monto nacional sobre el que se calculan los intereses. Lo anterior, se ve reflejado en la figura que se presenta a continuación



Name	3_14995974
Type	Fixed Amortizing Bond
Issue Date	2000/12/21 (-1,530)
Maturity Date	2007/10/22 (966)
Amortization date	2005/04/22 (53)
Amortization frequency	
Notional	92,581.6400 MXP
Currency	MXP
Discount Curve	IRMXP-Interbank
Coupon Rate	17.5000 % MON actual/360
Term	6 Months
THEO/Value	110,062.0988 MXP
Legal Entity	Contraparte
Credit Spread Curve	Credit Spreads MXP
Cartera	OD
Tipo Contra	Desarrollo

Figura 3-8 Valuación de un Crédito

Se puede observar que el valor de mercado del préstamo es 110,062 MXP. Este valor lo determinan los campos que se muestran en la figura

El Flujo de Efectivo de Principal correspondiente al crédito es el siguiente:

Principal cashflow for (3_14995974)

Payment Date	Payment Amount
2005/04/22 (53)	14,491.0000 MXP
2005/10/24 (238)	14,491.0000 MXP
2006/04/24 (420)	14,491.0000 MXP
2006/10/23 (602)	14,491.0000 MXP
2007/04/23 (784)	14,491.0000 MXP
2007/10/22 (966)	20,126.6400 MXP

Figura 3-9 Pagos de Principal

Como se puede observar todos los pagos son iguales, con excepción del último que es ajustado por la herramienta para que el crédito quede amortizado por completo en la fecha de vencimiento.

Por su parte el Flujo de Efectivo correspondiente a los Intereses queda como sigue:

Interest cashflow for (3_14995974)

Payment Date	Payment Amount
2005/04/22 (53)	8,402.0446 MXP
2005/10/24 (238)	7,086.9455 MXP
2006/04/24 (420)	5,771.8465 MXP
2006/10/23 (602)	4,456.7474 MXP
2007/04/23 (784)	3,141.6483 MXP
2007/10/22 (966)	1,826.5493 MXP

Figura 3-10 Pagos de Interés

La suma de ambos flujos de efectivo se muestra en el siguiente Flujo de Efectivo:

Cash Flow for (3_14995974)

Payment Date	Payment Amount
2005/04/22 (53)	22,893.0446 MXP
2005/10/24 (238)	21,577.9455 MXP
2006/04/24 (420)	20,262.8465 MXP
2006/10/23 (602)	18,947.7474 MXP
2007/04/23 (784)	17,632.6483 MXP
2007/10/22 (966)	21,953.1893 MXP

Figura 3-11 Flujo de Efectivo

3.8.2 Simulación

El siguiente paso es, a través de los escenarios sobre los factores de riesgos implícitos como son la tasa cupón, la tasa de descuento, el tipo de cambio, etc., volver a valuar cada crédito en posición para todos los escenarios y bajo los cortes en el tiempo definidos.

Lo anterior, nos proporciona una distribución de valores de mercado, que es el punto de partida para poder generar la distribución de pérdidas crediticias. La siguiente imagen es el histograma de una serie de valores simulados para el préstamo:

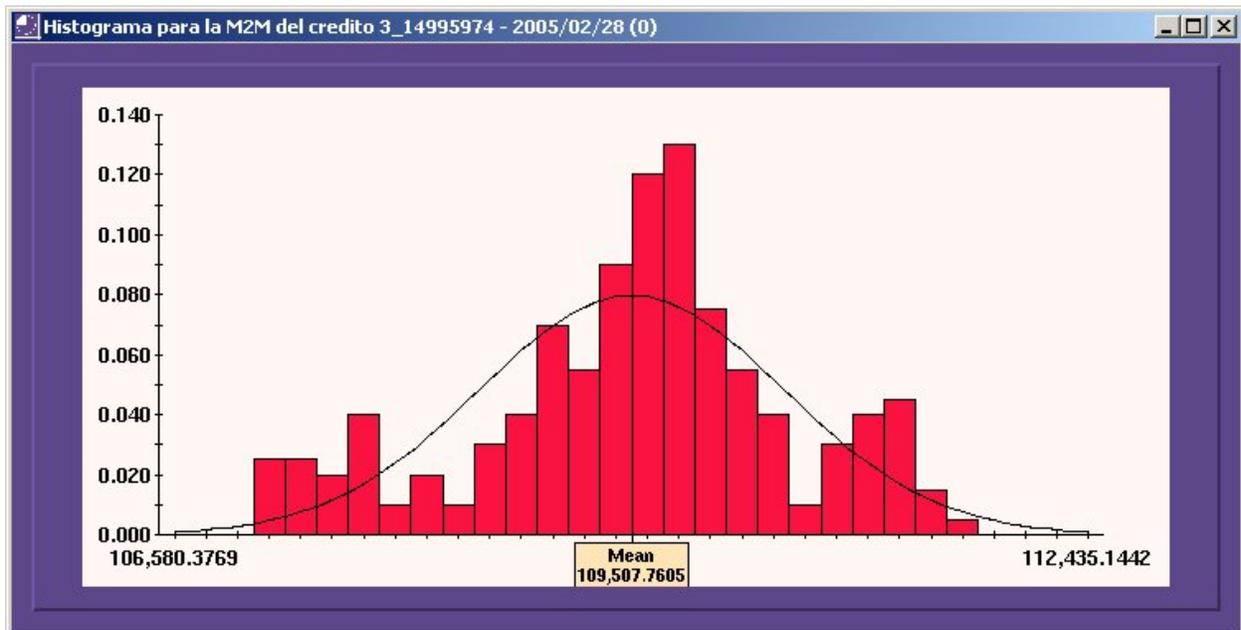


Figura 3-12 Histograma

El histograma muestra las frecuencias por rangos de las simulaciones bajo los diferentes escenarios del valor base del crédito. Como se puede ver en la gráfica el histograma presenta la mayor acumulación justo en la media que en este caso es de 109,508 MXP.

3.8.3 Métricas

Una vez calculado el valor de mercado y simulados los valores MtF, la herramienta construye el vector de pérdidas, esto es, la exposición crediticia multiplicada por la probabilidad de incumplimiento y por la severidad de la pérdida (la parte que no se recuperará).

Precisamente a partir de estos datos, se puede construir la distribución de pérdidas crediticias, que es la base para calcular las pérdidas esperadas y no esperadas, así como el capital económico.

Las métricas que se calcularán a partir de las simulaciones realizadas son las siguientes:

Theo/Value: Marca a mercado de la posición, que por tratarse de créditos es precisamente la exposición crediticia.

THEO/Value@nRT(α): Es el percentil $(1+\alpha)/2$ a de la cola derecha de la distribución de valores simulados, donde α es el intervalo de confianza (de dos lados).

THEO/Credit Exposure - as [modeled@TE\(\)](#): Máxima exposición a lo largo del tiempo y bajo todos los escenarios, traída a valor presente.

THEO/Credit Exposure - as [modeled@TE\(\)@MN\(\)](#): Media, bajo todos los escenarios del TE.

THEO/Credit Exposure - as [modeled@PE\(\)](#): Diferencia entre la Exposición y TE.

THEO/Credit Exposure - as [modeled@PE\(\)@MN\(\)](#): Media, bajo todos los escenarios del PE.

THEO/Credit Exposure - as [modeled@loss\(\)](#): Vector de Pérdidas del período

THEO/Credit Exposure - as [modeled@loss\(\)@MN\(\)](#): Pérdida esperada.

El cuadro consolidado con las métricas antes descritas es el siguiente:

Crédito: 3_14995974		
Métrica	Interpretación	Valor
THEO/Value	Marca a Mercado	111,812.3858 MXP
THEO/Credit Exposure - as modeled@PE()@MN()	Exposición Potencial Esperada	1.1075 MXP
THEO/Credit Exposure - as modeled@loss()@MN()	Pérdida Esperada	79.6134 MXP
THEO/Credit Exposure - as modeled@TE()@MN()	Exposición Maxima Esperada	110,345.9735 MXP
THEO/Value@nRT(0.99)	Apetito de Riesgo	112,540.1526 MXP

Figura 3-13 Métricas para un préstamo

4 Resultados y Conclusiones

Siguiendo el proceso diseñado anteriormente y ejemplificado para un préstamo, se aplica ahora a todo el portafolio.

4.1 Estructura y composición de la cartera

La estructura del portafolio supone una IF (en particular un banco, pero se puede aplicar a cualquier otra IF, aseguradora, casa de bolsa, etc. gracias al empleo de la metodología MtF) integrada por tres unidades de negocio, cada una representada por un sub portafolio. La jerarquía del portafolio es la siguiente:

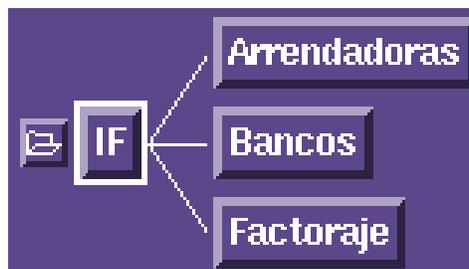


Figura 4-1 Estructura de la IF

A continuación se presenta un cuadro con información sobre la composición de la cartera.

Portafolio	Prestamos	Saldo
-Arrendadoras	57	1,165.1
-Bancos	5,388	8,798.8
-Factoraje	4,416	4,633.0
Cartera Total	9,861	14,597.0

Tabla 4-1 Cifras Operativas

La cifra oficial de las IFs es la contable, que considera los créditos vigentes, el capital vigente y los intereses devengados al cierre del período.

El portafolio se distribuye de la siguiente forma:

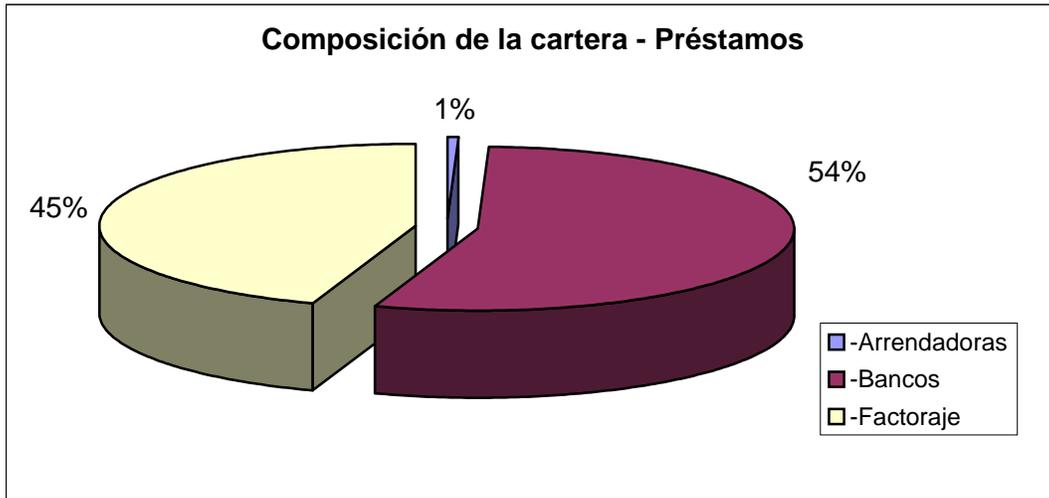


Figura 4-2 Composición de la Cartera por Número de Créditos

Poco más de la mitad de los créditos corresponden a empresas de factoraje, el 45% a los bancos y sólo el 1% de los préstamos a las arrendadoras.

En cuanto a saldo se refiere, la distribución de los montos se grafica a continuación.

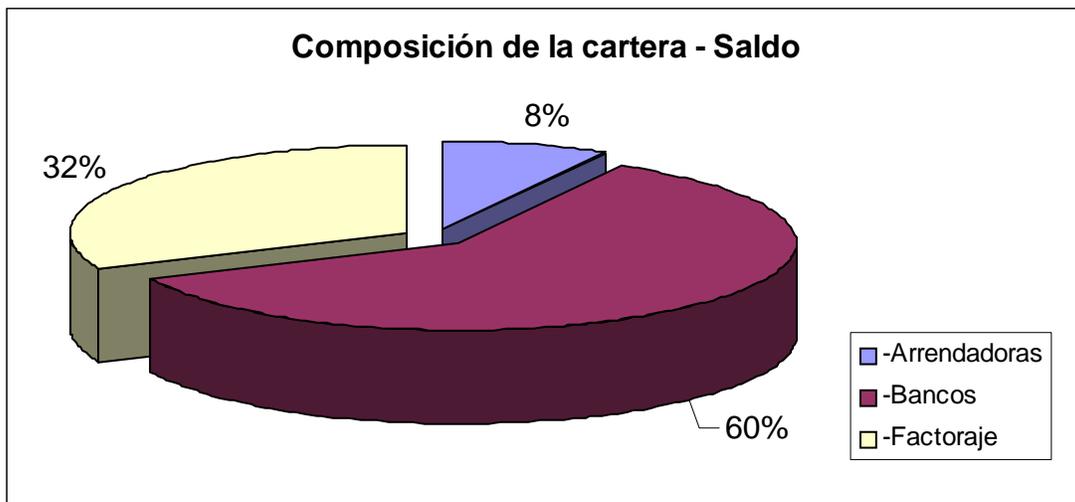


Figura 4-3 Composición de la Cartera por Saldos

Se puede observar que aunque las empresas de factoraje representan poco más de la mitad de los préstamos de la cartera, sólo significan el 34% del monto, mientras que los bancos concentran el 60% del saldo. Los créditos correspondientes a las arrendadoras, representan el 8% del saldo.

4.2 Valuación – MtM

Para obtener la valuación de un portafolio, simplemente se agrega de manera recursiva la valuación de cada uno de sus componentes, ya sean instrumentos u otros portafolios.

Primero se tiene la tabla de M2M del portafolio como punto de referencia.

Portafolio	Contabilidad Saldo	Valuación	M2M Pérdida	%
-Arrendadoras	1,165	1,143	34.3	3.0%
-Bancos	8,799	9,050	77.5	0.9%
-Factoraje	4,633	4,632	5.8	0.1%
Cartera Total	14,597	14,825	117.6	0.8%

Tabla 4-2 M2M del portafolio

Como se aprecia en el cuadro, la valuación teórica no corresponde con la cifra contable. Esto pasa generalmente dado que la valuación teórica considera el valor presente de todos los intereses generados por el crédito. En particular para los créditos que revisan tasa, se aplican curvas forward; de aquí que para realizar diversos análisis de la información, en particular de riesgos, no se utilice el saldo.

4.3 Horizonte de tiempo y Escenarios

Una vez obtenida la valuación o marca a mercado, se define el horizonte de tiempo de análisis; debido a que el análisis que aquí se presenta es desde el punto de vista de Riesgo de Crédito, el horizonte de tiempo se define de 360 días naturales o un año comercial, con cortes cada treinta, sesenta, noventa, ciento ochenta y trescientos sesenta días.

Para cada uno de estos seis cortes en el tiempo T , se generaron $S = 250$ escenarios equiprobables de tipo Monte Carlo de los factores de riesgo (tipos de cambio, tasas líder, índices de mercado, etc)

$$250 \times 6 = 1,500 \text{ simulaciones}$$

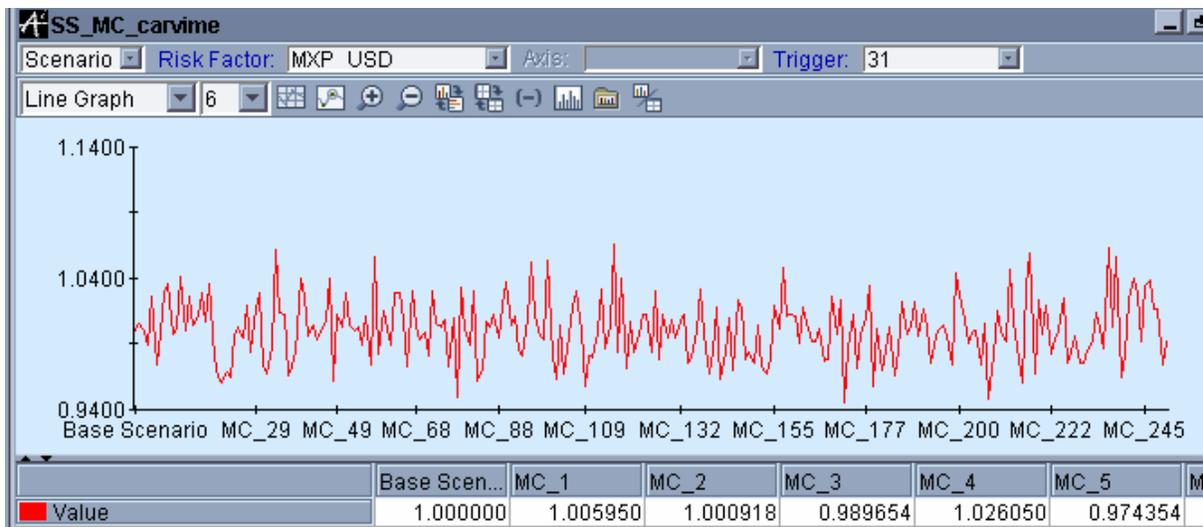


Figura 4-4 250 Escenarios Monte Carlo para el Tipo de Cambio MXP/USD para T= 30

Estos escenarios se distribuyen normal con parámetros obtenidos a partir de las series históricas de cada factor de riesgo. Estos parámetros acotan los números aleatorios asegurando que no se generarán valores dispares.

Como se puede ver en la gráfica, el factor por el que se multiplica el valor original de la variable (en este caso MXP/USD), no excede 1.09, lo que quiere decir que si el tipo de cambio observado es de 10.89 MXP/USD, en ningún escenario dicho valor estará por encima de $10.89 \times 1.09 = 11.8701$ pesos por cada dólar.

4.4 Simulación – MtF

Con los escenarios previamente generados, se está en condiciones de simular tanto el valor de la cartera, como sus pérdidas.

4.4.1 Valuaciones

A continuación se representa gráficamente la evolución simulada de la cartera o MtF del portafolio en la ventana de tiempo definida previamente (horizonte).

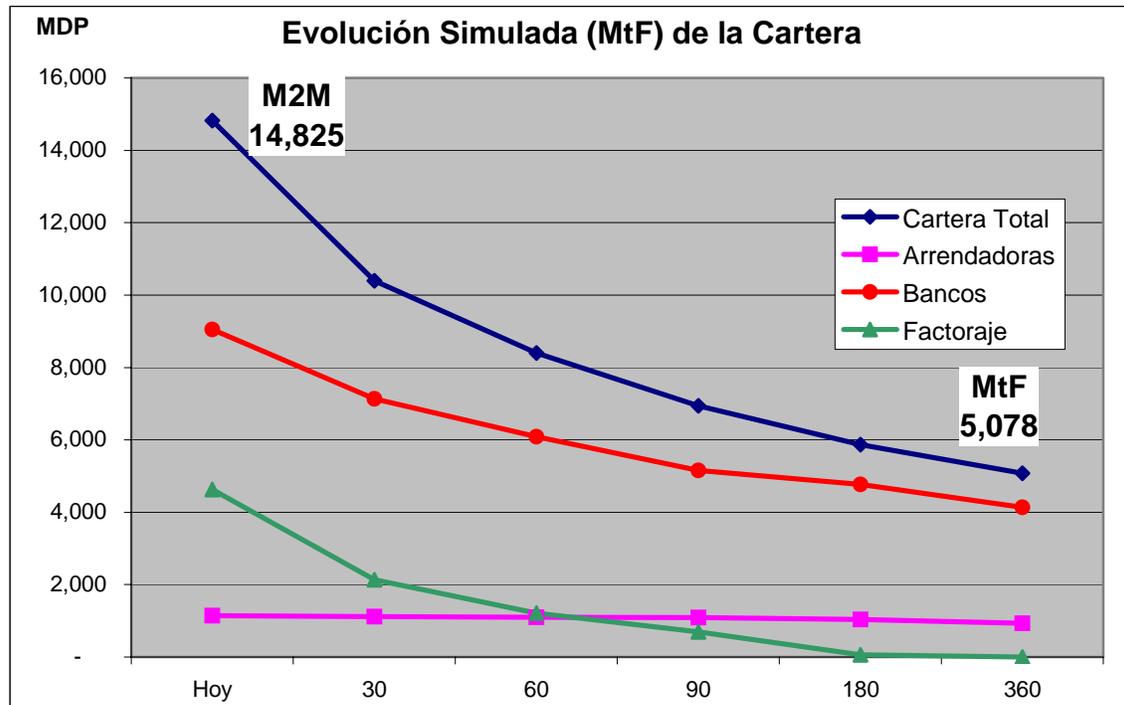


Figura 4-5 Evolución de la Cartera

Como se puede observar, la cartera parte de una valuación a mercado de 14,825 MDP y va madurando hasta ubicarse en un nivel de 5,078 MDP; es decir, el 65.2% del portafolio madura o vence, quedando sólo el 34.8%.

Esta disminución en el valor del portafolio se explica puesto que no se considera la reinversión o compra/venta de cartera (estrategia conocida como DTS²³) hasta el vencimiento del portafolio; también se dice que el portafolio es estático.

²³ Dynamic Trading Strategies; se refiere a estrategias de compra/venta en la vida de un portafolio, en la que la cartera no sólo madura, sino que tiene cambios en su posición.

El histograma de distribución de las valuaciones para un solo punto del tiempo es el siguiente:

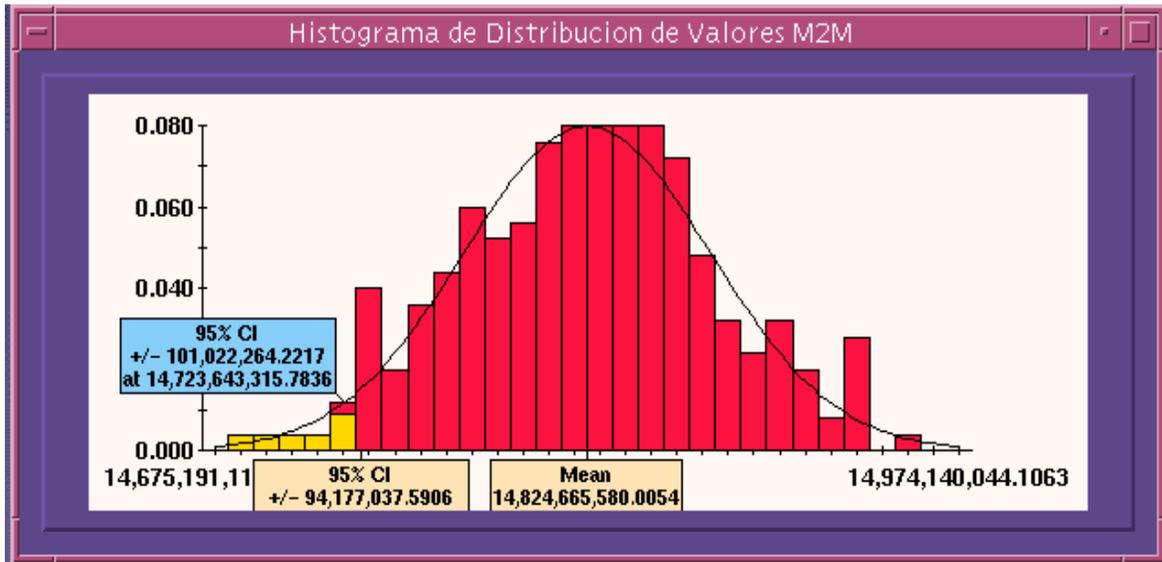


Figura 4-6 Distribución de la Cartera

Aquí se puede ubicar la media, que corresponde a los 14,825 MDP y el intervalo de confianza al 95% a 14,723 MDP

Si se consideran todos los cortes en el tiempo, se tendría algo como la figura que sigue:

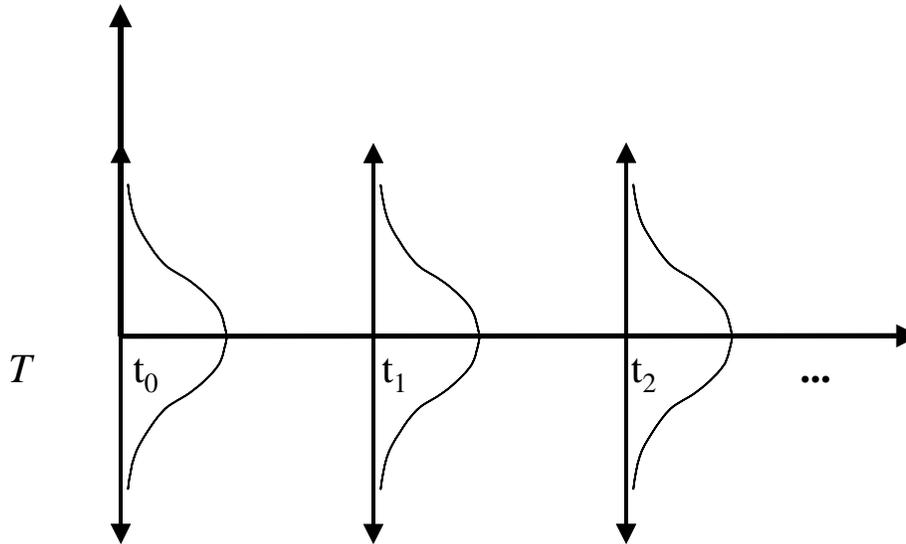


Figura 4-7 Distribuciones en el tiempo

4.4.2 Pérdidas

El comportamiento de las pérdidas es muy similar al que presenta la valuación, pues como se vio anteriormente, los componentes de la pérdida son la severidad, que se considera constante de 30%, la exposición y la probabilidad de incumplimiento.

La gráfica se muestra a continuación.

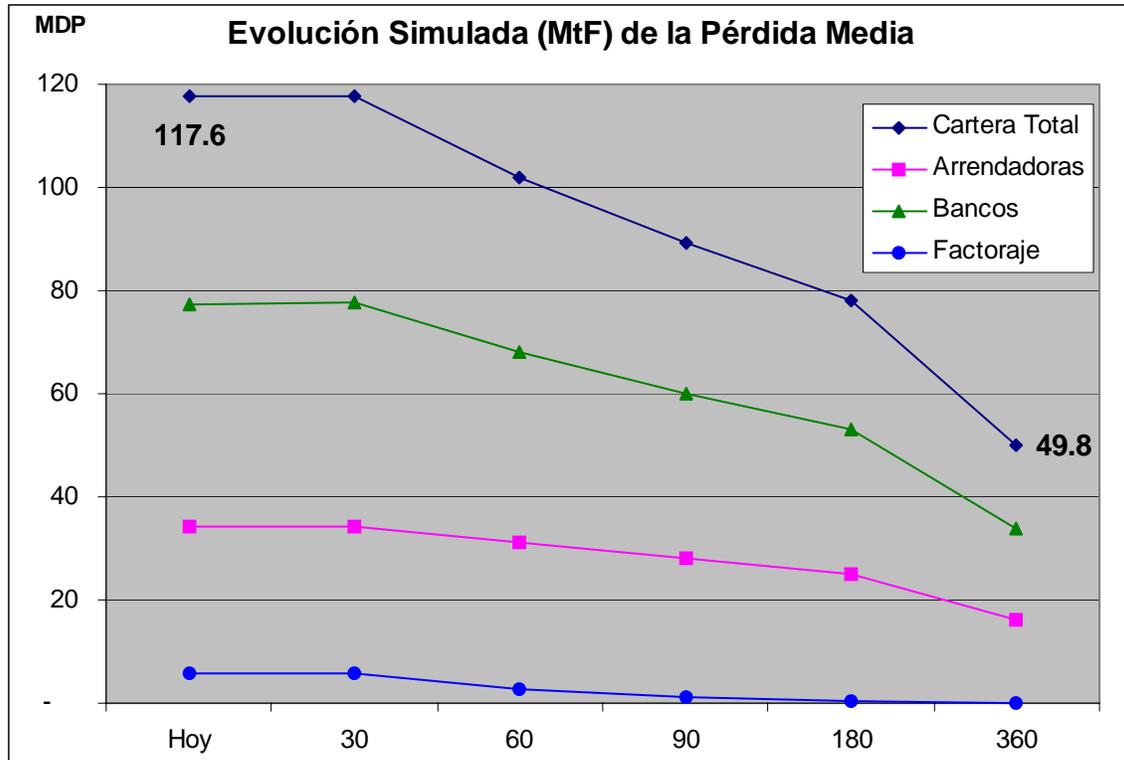


Figura 4-8 Evolución de la Pérdida Media de la Cartera

El nivel inicial de pérdidas es de 117.6 MDP, éstas van disminuyendo hasta ubicarse en 49.8 MDP; es decir, se reducen en 57.6%.

Como la disminución del saldo al final del año es ligeramente mayor que la que registran las pérdidas (65.2%), se puede saber que aunque son efectivamente menores en monto a las del día de hoy, en realidad serán mayores si son vistas como una proporción de la cartera.

El siguiente histograma muestra la manera en que se distribuyen las pérdidas para todo el portafolio al día de hoy. Al igual que sucedió en la valuación, esta distribución es solamente un punto en el tiempo, pues se genera una para cada corte t en T .

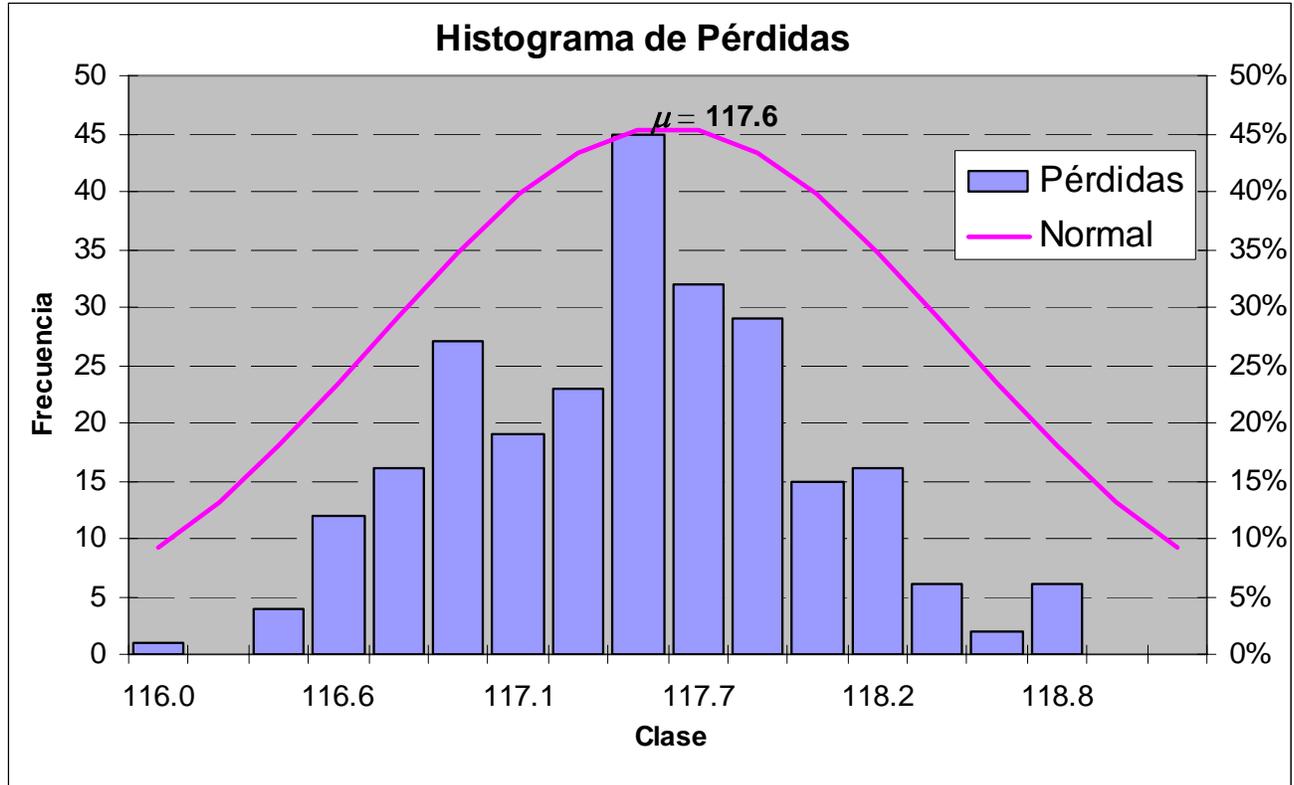


Figura 4-9 Distribución de Pérdidas

Ahora se representa gráficamente la evolución de las pérdidas, vistas como una proporción del valor de la cartera.

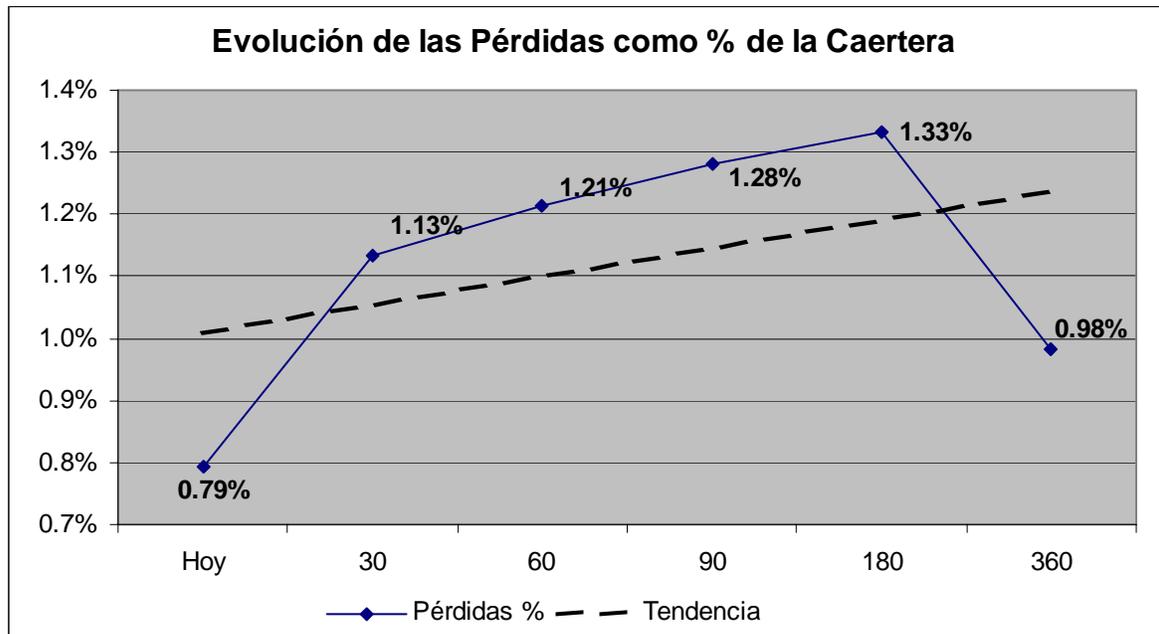


Figura 4-10 Evolución de la Cartera

Aquí se confirma el hecho de que a pesar que las pérdidas disminuyan en monto, terminan siendo más altas como porcentaje del portafolio, pues al día de hoy sólo representan el 0.79% de la cartera, y al final del año significan el 0.98%.

4.5 Reservas

De acuerdo a las *disposiciones de carácter prudencial en materia de calificación de cartera aplicables a las instituciones de crédito*, se deben de constituir reservas preventivas por riesgo en la operación de la cartera crediticia, las cuales aplican un factor al saldo que esta en función de la calificación.

Estas cifras son comparables con las pérdidas económicas que se han calculado con la metodología aquí desarrollada.

Portafolio	M2M	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
	Valuación	Saldo	Reserva	Pérdida Esperada	Reserva preventiva C-B	B / C
Arrendadoras	1,143	1,165	6.1	34.3	28.2	18%
Bancos	9,050	8,799	47.3	77.5	30.2	61%
Factoraje	4,632	4,633	25.0	5.8	-19.3	434%
Cartera Total	14,825	14,597	78.4	117.6	39.1	67%

Tabla 4-3 Reservas Regulatorias y Pérdida Económica

En total las reservas que se generan en la IF son inferiores en 39.1 MDP a las económicamente necesarias, o lo que es lo mismo, dichas reservas cubren solamente en 67% (E) la pérdida esperada de la institución,

Lo que se puede observar es que, en general, la reserva regulatoria (B) es menor a la pérdida esperada (C). En principio esto es un punto importante al que se debe poner atención, ya que existe un gran riesgo cuando el cálculo económico se encuentra por encima de las reservas.

Por su parte, la reserva para las empresas de factoraje, significa el 434% de la pérdida esperada económica; es decir, se está sobre reservando.

Esto es un problema de capital, pues mientras en unas líneas de negocio falta capital, en otras se desperdicia.

Se debe tener en mente que estos son los requerimientos mínimos y se tienen que acatar, por lo que no necesariamente la IF es la que está mal.

Cuando las reservas regulatorias son mayores que la pérdida económica, se dice que no hay riesgo; lo cual no es necesariamente bueno pues puede suceder que se esté reservando demasiado capital.

4.6 Capital Requerido

El capital requerido se calcula con base a lo que establecen las reglas para determinar el índice de capitalización. Este valor es comparable con las pérdidas no esperadas.

Portafolio	M2M	A	B	C	D
	Valuación	Saldo	Capital requerido	Pérdida no esperada	% B/C
Arrendadoras	1,143	1,165	19	94	20%
Bancos	9,050	8,799	141	554	25%
Factoraje	4,632	4,633	74	281	26%
Cartera Total	14,825	14,597	234	996	23%

Tabla 4-4 Capital Requerido

Considerando los datos del cuadro anterior, el capital requerido para este portafolio es de 234 MDP, cifra que representa tan sólo el 23% de la pérdida no esperada, la cual ese ubica en 996 MDP.

Lo anterior significa que ante un evento de pérdidas no esperadas, el capital regulatorio no sería suficiente para cubrirlas, y la IF se vería seriamente vulnerada.

4.7 Capital Económico

El capital económico representa el capital necesario para poder solventar la peor pérdida o VaR si ésta se llegara a realizar.

Portafolio	M2M	A	B	C	D
	Valuación	Saldo	Reserva	Var a un año *	Capital Económico C-B
Arrendadoras	1,143	1,165	6.1	100	94
Bancos	9,050	8,799	47.3	574	527
Factoraje	4,632	4,633	25.0	288	263
Cartera Total	14,825	14,597	78.4	959.9	881.5

95% de confianza

Tabla 4-5 Capital Económico

Para el portafolio muestra, el capital económico representa 6% del saldo. Como se puede ver, los niveles de pérdidas no esperadas son mucho mayores que la pérdida media. Se debe tener precaución con este hecho, ya que aunque la probabilidad de que ocurran éstas pérdidas es muy pequeña, es estrictamente mayor a cero.

4.8 Consideraciones Finales

- Las ideas presentadas para la construcción de las distribuciones tanto de valuación de cartera como de pérdidas, son más importante que las cifras. Se debe tener siempre en cuenta el cálculo regulatorio, pues como se vio en los resultados, en ocasiones las reservas regulatorias pueden estar sobradas o muy por debajo de lo necesario, pero finalmente es algo que se debe cumplir.
- Aquí se ve la importancia de desarrollar modelos internos que permitan una distribución de capital mucho más óptima, pero éste es un proceso largo y que debe estar certificado por las entidades reguladoras.
- En la medida que las IFs estén preparadas para Basilea II, serán mucho más competitivas.
- Aunque se pudo considerar algo más tradicional, como generar únicamente la distribución de los valores simulados y de ahí obtener un cierto percentil, por ejemplo al 95%, se optó por usar la metodología MtF y aprovechar la funcionalidad de la herramienta de cálculo, que ya arroja la distribución de las pérdidas; insumo necesario para el cálculo del capital económico.
- Los datos que se obtienen relativos a pérdidas, siguen una distribución normal, lo que quiere decir que tienen la misma probabilidad de observar pérdidas o ganancias. Esto en general es cierto y sería suficiente si el tema central fuera riesgo de mercado; pero para riesgo crediticio, la práctica ha mostrado que las pérdidas presentan una distribución de colas anchas, donde la probabilidad de observar pérdidas pequeñas es muy grande y va disminuyendo conforme aumenta el monto de la pérdida.
 - Dependiendo de las necesidades de la IF, se pueden usar directamente las distribuciones de pérdidas obtenidas, o emplear alguna técnica de ajustes de distribución, por ejemplo, a una beta.
 - También se puede aplicar la teoría del valor extremo para que, a partir de las pérdidas observadas y usando la distribución GVT, se infieran observaciones que nunca han ocurrido, como pérdidas extraordinarias o catastróficas.
 - Presentar algún ajuste en particular no sería práctico, ya que el objetivo es proporcionar los insumos para determinar el capital económico, además de que las necesidades de cada IF son diferentes y no resultaría útil en la mayoría de los casos.

- Conforme avanza el tiempo t en T , los datos se vuelven más imprecisos; la razón de esto es que los factores de riesgo simulados para períodos de tiempo muy largos, presentan una mayor volatilidad, por lo que las métricas calculadas a partir de estos datos no deben tomarse como definitivas para tomar alguna decisión, simplemente son indicativos y se deben ir recalculando para todos los cortes del tiempo periódicamente.
- Todos los cálculos hechos en la herramienta son económicos, es decir, usan matrices de transición de proveedores; si dicha matriz está construida a partir de datos de otra región geográfica, es posible que los datos calculados no coincidan con los observados.
- La pérdida se puede reducir más disminuyendo la severidad usada del 70%, pero el enfoque aquí presentado es muy conservador.

5 Apéndices

5.1 Apéndice A: Probabilidad y Estadística

Sea (Ω, A, P) un espacio de medida de probabilidad, donde Ω es un espacio mensurable (que admite una medida), A una (σ) -álgebra y P una medida de probabilidad (normal).

Una función $X : \Omega \rightarrow R$ es una *variable aleatoria* (con valores reales) si para cada subconjunto $A_r = \{ \omega : X(\omega) \leq r \}$ donde $r \in R$ se tiene que $A_r \in A$.

Una variable aleatoria (v.a. en adelante) es una función (mensurable) que va de un espacio de probabilidad a un espacio mensurable. Dicho espacio mensurable es el espacio de todos los posibles valores que puede tomar la variable, y usualmente se toma como los reales con el álgebra sigma de Borel²⁴.

Esta variable cuantifica los resultados de un experimento aleatorio por lo que cambiará de una ejecución a otra del experimento.

X será discreta si puede tomar un numero finito (o infinito numerable) de valores; en el caso de que X pueda tomar un numero infinito no numerable de valores será continua.

5.1.1 Distribuciones Discretas

Sea X una v.a. discreta, y supóngase que los valores que ésta puede tomar están dados por x_1, x_2, \dots , ordenados de alguna cierta manera. Supóngase también que dichos valores se asumen con probabilidades:

$$P(X = x_k) = f(x_k) \quad k = 1, 2, \dots$$

Ecuación 5-1

Resulta conveniente introducir el concepto de *función de probabilidad*, a la que también se le llama *distribución de probabilidad*, dada por:

$$P(X = x) = f(x)$$

Ecuación 5-2

Para $x = x_k$, esto se reduce a Ecuación 5-1 mientras que para otros valores de x , $f(x) = 0$

²⁴ El álgebra sigma de Borel es el álgebra sigma más pequeña sobre los reales que contiene los intervalos.

De manera general decimos que $f(x)$ es de probabilidad si:

1. Para toda $x \in \Omega$, $f(x) \geq 0$
2. $\sum_x f(x) = 1$

5.1.2 Funciones de Distribución

La función de distribución acumulativa, o función de distribución simplemente, de una v.a. X está definida por:

$$F(X) = P(X \leq x)$$

Ecuación 5-3

donde $x \in (-\infty, \infty)$.

Sus propiedades son:

1. $F(x) \leq F(y)$ si $x \leq y$ (no decreciente)
2. $\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0$; $\lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = 1$
3. $\lim_{h \rightarrow 0^+} F(x+h) = F(x)$, para toda x ($F(x)$ es continua por la derecha)

Funciones de Distribución para v.a. discretas

La función de distribución para una v.a. discreta X se puede obtener directamente de su función de probabilidad, notando que para toda $x \in (-\infty, \infty)$.

$$F(X) = P(X \leq x) = \sum_{u \leq x} f(u)$$

Ecuación 5-4

Observemos que si X toma un número finito de valores, entonces la función de distribución se define como sigue:

$$F(X) = \begin{cases} 0 & -\infty < x < x_1 \\ f(x) & x_1 \leq x < x_2 \\ f(x_1) + f(x_2) & x_2 \leq x < x_3 \\ \vdots & \vdots \\ f(x_1) + \dots + f(x_n) & x_n \leq x < \infty \end{cases}$$

Ecuación 5-5

Funciones de Distribución para v.a. continuas

Una v.a. es absolutamente continua (o continua) si su función de distribución se puede representar como

$$F(X) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(u) du \quad (-\infty < x < \infty)$$

Ecuación 5-6

donde $f(x)$ tiene las siguientes propiedades:

1. Para toda $x \in \Omega$, $f(x) \geq 0$
2. $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$

De aquí se sigue inmediatamente que si X es una v.a. continua, entonces la probabilidad de que X tome cualquier valor en particular es cero, mientras que el *intervalo de probabilidad* de que X tome valores entre dos diferentes valores, a y b está dada por

$$P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx$$

Ecuación 5-7

Funciones de Distribución frecuentemente usadas

Aunque hay muchas distribuciones de utilidad en el medio financiero, de entre las más usadas tenemos las siguientes.

Una variable aleatoria (VA) se distribuye *normal* si su función de densidad es

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad -\infty < x < \infty$$

Una variable aleatoria (VA) se distribuye *beta* si su función de densidad es

$$f(X) = \begin{cases} \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)} & 0 < x < 1 \\ 0 & \text{e.o.c.} \end{cases}$$

donde $B(\alpha, \beta)$ es la función beta:

$$B(m, n) = \int_0^1 u^{m-1} (1-u)^{n-1} du \quad m > 0, n > 0$$

o en términos de la función gamma:

$$B(m, n) = \frac{\Gamma(m)\Gamma(n)}{\Gamma(m+n)}$$

La función gamma se define de la siguiente forma:

$$\Gamma(n) = \int_0^{\infty} t^{n-1} e^{-t} dt \quad n > 0$$

5.2 Apéndice B: Matemáticas Financieras

5.2.1 Valor del Dinero en el Tiempo

El valor del dinero en el tiempo es uno de los principios básicos cuando se realiza algún tipo de análisis de cualquier instrumento financiero. El dinero tendrá valor en el tiempo mientras existan oportunidades de invertirlo a alguna tasa de interés.

Valor Futuro

El valor futuro de una inversión es igual al capital o principal inicial más un premio por haber dejado ese monto invertido a una cierta tasa de interés.

Ejemplo: Supóngase que se invierten \$1,000.00 a una tasa de 15.50% al año, por un año. Al finalizar el plazo, el monto retirado se compone del capital (\$1,000.00) más los intereses devengados (15.50% de \$1,000.00). La persona que metió \$1,000.00 recibirá después de 1 año:

$$\begin{aligned}1,000.00 + 1,000.00 * 0.1550 &= 1000.00 * (1 + 0.1550) \\ &= 1,155.00\end{aligned}$$

Principal + Intereses = Valor Futuro

Supóngase que se desea dejar el monto obtenido otro año más y el banco continúa pagando la misma tasa. Entonces, al final del segundo año, el monto obtenido (capital más intereses) es igual a:

$$\begin{aligned}1,155.00 + 1,155.00 * 0.1550 &= 1155.00 * (1 + 0.1550) \\ &= 1,334.025\end{aligned}$$

o lo que es lo mismo, en términos de la inversión inicial:

$$\begin{aligned}1,000.00 + 1,000.00 * 0.1550 + 1,155.00 * 0.1550 &= 1155.00 * (1 + 0.1550) \\ &= 1000.00 * (1 + 0.1550)^2\end{aligned}$$

Generalizando tenemos que:

$$VF = P * (1 + i)^N \quad (I)$$

donde:

VF = Valor Futuro
P = Principal o Capital
i = Tasa de Interés Anual
N = Número de Periodos

Ejercicio: ¿Cuál es el valor futuro de una inversión de \$100,000 a 7 años y 3 meses al 5.00% anual?

Respuesta: \$142,436.87

Valor Futuro de una Anualidad Ordinaria

Supóngase que un inversionista recibirá 5 pagos anuales de \$10,000 durante 5 años consecutivos y que los invertirá siempre a la misma tasa del 18.00%.

¿Cuánto recibirá después de 5 años?

Inversión en el Año 1: 10,000 a 4 años = $10,000 * (1 + 18\%)^4$
Inversión en el Año 2: 10,000 a 3 años = $10,000 * (1 + 18\%)^3$
Inversión en el Año 3: 10,000 a 2 años = $10,000 * (1 + 18\%)^2$
Inversión en el Año 4: 10,000 a 1 años = $10,000 * (1 + 18\%)^1$
Inversión en el Año 5: 10,000 a 0 años = $10,000 * (1 + 18\%)^0$

De tal forma que lo obtenido después de 5 años es la suma de cada uno de los flujos. Esto es:

$$\$10,000 * [(1 + 18\%)^0 + (1 + 18\%)^1 + \dots + (1 + 18\%)^4] = \$71,542.10$$

Esto se puede resumir con la siguiente fórmula:

$$VF = A [(1 + i)^N - 1] / i \quad (II)$$

donde A es el Valor de la Anualidad

En casos en que los montos no son homogéneos o las tasas cambian (en la mayoría de los casos!), no existe fórmula alguna.

Valor Presente

El cálculo del Valor Presente de un monto futuro es básicamente el proceso inverso que el que se realizó arriba en el cálculo de Valor Futuro. Ahora el flujo futuro es conocido y deseamos saber cuanto vale ese monto el día de hoy.

Supóngase que se cierta compañía para la que trabajamos nos ofrece un bono por buen desempeño. Se nos ofrecen 2 opciones para recibirlo y debemos elegir la que más nos convenga.

1. Recibir \$20,000.00 dentro de un 1 año ó
2. Recibir \$15,500.00 hoy.

La tasa de interés a un año es 22.50%. ¿Cuánto valen los \$20,000.00 (pagaderos en un año) el día de hoy? ¿Qué nos conviene hacer?

Se necesita encontrar el monto X tal que:

$$X * (1 + 0.225) = 20,000$$

entonces:

$$X = 20,000 / (1 + 0.225)$$

$$X = 20,000 / (1 + 0.225) = \$16,326.53$$

Por lo que resulta financieramente más atractivo recibir \$20,000 en 1 año que \$15,500.00 hoy.

La fórmula utilizada para el Valor Presente de una monto futuro está dada por:

$$VP = VF * [1 / (1 + i)^N] \quad (III)$$

donde:

VP = Valor Presente

Ejercicio: Una chica se compromete a comprarle un MERCEDES BENZ a su novio en 10 años. Ella asume que ese vehículo valdrá 100,000 USD para esas fechas. ¿Cuánto tendría que meter al banco hoy si consigue una tasa anual por 10 años del 8% en dólares? \$46,319.35

Valor Presente de una Anualidad Ordinaria

El Valor Presente de una serie de pagos futuros es igual a:

$$VP = A [1 - 1 / (1 + i)^N] / i$$

donde las variables están definidas de la misma forma que arriba.

Ejercicio: Después de hacer el cálculo de arriba, la chica revisa su cuenta en el banco y verifica que únicamente tiene \$17,500 USD y se da cuenta que no podrá comprar tal coche en 10 años. Sin embargo, se le presenta otra oportunidad; le ofrecen un MERCEDES BENZ usado (pero en perfectas condiciones) hoy. Supóngase que el costo de este auto es de \$40,000 USD (es un regalo!) y que se le ofrece un crédito a esta persona por el monto restante al 11% anual mediante 10 pagos iguales anuales. De cuanto serían estos pagos anuales? \$3,820.53

5.2.2 Tasa Interna de Retorno (Yield)

Este concepto resulta muy importante cuando de evaluación de proyectos se trata, ya que un solo número puede definir si un cierto proyecto se realiza o no. Veamos más a detalle el concepto.

Un amigo nos pide prestados \$78,325 argumentando que en un año nos devolverá \$90,743. Según él, nos paga más que la tasa de mercado a 1 año (es del 16%). La tasa que trae a valor presente de 90,743 los 78,325 en un año, se le conoce como la tasa interna de retorno o “yield”. El yield es el premio por dejar un monto en una inversión hasta el vencimiento de la misma. En este caso, el yield es:

$$90,743 = 78,325 * (1 + y)$$

donde:

$$y = \text{yield}$$

Se desprende que el yield de este préstamo que le haríamos a nuestro amigo es:

$$y = (VF / VP) - 1 \tag{IV}$$

$$y = (90,743 / 78,325) - 1 = 15.854\%$$

Generalizando; existe un instrumento en el mercado que cuesta \$7,702 y que tiene los siguientes flujos en el tiempo:

Año	Flujo
1	\$2,000
2	\$2,000
3	\$2,500
4	\$4,000

¿Cuál es la tasa implícita o la “tasa interna de retorno” de esta inversión?

Los flujos descontados o traídos a valor presente son:

$$2000 / (1 + y)^1 + 2000 / (1 + y)^2 + 2500 / (1 + y)^3 + 4000 / (1 + y)^4$$

Existe una tasa “y” que iguala la ecuación de arriba al precio de mercado del instrumento, es decir, a \$7,704.00. Esta tasa es la tasa interna de retorno de la inversión.

5.2.3 Interpolación y Extrapolación Lineal de Tasas de Interés

Se desea necesita obtener el valor presente de \$5,000 en 51 días. La tasa de interés a ese plazo es desconocida, pero se conoce la siguiente estructura de tasas de interés con la cual se puede estimar la tasa a ese plazo.

Curva de Tasas	
Plazo	Tasa
7	21.00%
28	22.50%
91	23.00%
182	24.00%
364	24.25%

La práctica más utilizada en el mercado es interpolar linealmente al plazo de interés. Esto es, generar una recta entre el plazo y tasa (plazo = 28, tasa = 22.50%) inmediata anterior y el plazo y tasa inmediato siguiente (plazo = 91, tasa = 23.00%).

En fórmula:

$$\text{Tasa Int.} = t_i + ((t_s - t_i) / (p_s - p_i)) * (\text{Plazo Int.} - p_i) \quad (V)$$

donde:

Tasa Int. = Tasa Interpolada

Plazo Int. = Plazo Interpolada

t_i = Tasa Inferior

t_s = Tasa Superior

p_s = Plazo Superior

Para el ejemplo se tiene:

$$\text{Tasa Interpolada a 51 Días} = 0.225 + ((0.23 - 0.225) / (91 - 28)) * (51 - 28)$$

$$\text{Tasa Interpolada a 51 Días} = 22.6825\%$$

La extrapolación es muy parecida. Se utiliza la pendiente de los últimos 2 nodos, pero la ordenada al origen es la última tasa conocida.

$$\text{Tasa Extrapolada} = t_u + ((t_u - t_{u-1}) / (p_u - p_{u-1})) * (\text{Plazo Ext.} - p_u) \quad (\text{VI})$$

Los extrapolación es delicada pues si se intenta calcular una tasa a un plazo demasiado alejado del último nodo, la tasa se puede hacer muy grande (tender a infinito) o hacerse negativa.

5.2.4 Tasas Forward

Las tasas forward se utilizan para generar flujos en el futuro de manera que no existan oportunidades de arbitraje (arbitraje es cuando un jugador puede generar ganancias sin incurrir en riesgo alguno y sin desembolsar ningún monto).

Se necesitaría calcular la tasa forward si se desea, por ejemplo, encontrar la tasa que aplicaría en 28 días para un plazo de 63 días (se utilizará posteriormente para el cálculo de flujos en bonos flotantes, forwards de tasa, etc.). El problema no es interpolar, pues una interpolación se referiría a la tasa del día de hoy a 63 días. Lo que se busca aquí es encontrar la tasa justa, según una curva o estructura de tasas, que aplicaría en 28 días a 63 días.

Siguiendo la estructura de tasas de arriba, la solución está dada por:

$$\text{VF en 91d. (28 + 63)} = \text{VF en 28 a la tasa de 28d.} * \text{VF a 63d. a TF} \quad (\text{VII})$$

donde:

TF = Tasa Forward

Si nos llevamos \$1 peso al futuro y sustituimos en la ecuación de arriba, tenemos una única variable, la Tasa Forward:

$$(1 + 0.23*91/360) = (1 + 0.2250*28/360) * (1 + \text{TF} * 63/360)$$

despejando la Tasa Forward, tenemos que:

$$\text{TF a 63d.} = [(1 + 0.23*91/360) / (1 + 0.2250*28/360) - 1] * (360 / 63)$$

$$\text{TF a 63d.} = 22.823\%$$

5.2.5 Convertibilidad de Tasas

Las estructuras o curvas de tasas de interés tienen una convertibilidad asociada. Esto es, \$1,000.00 invertidos diariamente a una tasa de 20% sucesivamente no es lo mismo que invertir el mismo monto a un año al 20%.

La inversión sucesiva diaria es:

$$\$1000 * (1 + 0.20 * 1 / 360)^{360} = \$1,221.33$$

La inversión anual es:

$$\$1000 * (1 + 0.20) = \$1,200$$

La inversión diaria gana intereses sobre intereses, por lo que es necesario encontrar una fórmula de equivalencias de tasas.

Supóngase que se cuenta con una tasa anual del 20% con convertibilidad anual y se desea encontrar la tasa equivalente con convertibilidad diaria. Esto está dado por:

$$(1 + 0.20) = (1 + \text{Tasa con Convertibilidad diaria} * 1 / 360)^{360}$$

Despejando:

$$\text{Tasa con Convertibilidad diaria} = (1 + 0.20)^{1/360} - 1) * (360 / 1)$$

$$\text{Tasa con Convertibilidad diaria} = 18.237\%$$

Si una tasa "tc" está en curva o convierte cada plazo "pc", entonces, existe otra tasa "tn" en curva de "pn" que en un lapso dado tiene el mismo yield. Esto es:

$$(1 + tc * pc / 360)^{360/pc} = (1 + tc * pc / 360)^{360/pc}$$

$$tc = \text{Tasa en curva de "pn"} = [(1 + tc * pc / 360)^{pn/pc} - 1] * (360 / pn) \quad \text{(VIII)}$$

6 Bibliografía

Circulares

- CNBV, *Riesgos Instituciones de Crédito* – junio de 2004
- CNBV, *Alertas Tempranas* – noviembre de 2004
- SHCP – *REGLAS para los Requerimientos de Capitalización de las Instituciones de Banca Múltiple y las Sociedades Nacionales de Crédito, instituciones de Banca de Desarrollo* – 28 de Diciembre de 2005, en sustitución de :
 - SHCP – *REGLAS para los Requerimientos de Capitalización de las Instituciones de Banca Múltiple* – Septiembre de 1999
- SHCP – CNBV – *Disposiciones de Carácter Prudencial en Materia de Administración Integral de Riesgos Aplicables a las Instituciones de Crédito.*

Publicaciones

- Algorithmics Publications, Septiembre 2001. *Credit Risk – Enterprise Credit Risk Using Mark-to-Future.*
- Basilea – Julio de 1998. *International Convergence Of Capital Measurement and Capital Standards* –
- J.P.Morgan/Reuters, Diciembre de 1996. RiskMetrics — *Technical Document*, Cuarta Edición.

Libros

- Bessis, Joël – *Risk Management in Banking*, 2ª ed. Wiley, 2002
- Coyle, Brian – *Measuring Credit Risk*; Capítulo 7, “The Assessment of Banks”, Glenlake Publishing Co , Marzo 2000.
- Jorion, Philippe – *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk* 2ª ed. McGraw-Hill, 2000
- de Lara Haro, Alfonso – *Medición y Control de Riesgos Financieros*, Limusa 2001.
- Sánchez Cerón, Carlos – *Valor en Riesgo y otras aproximaciones*, 1ª ed, Febrero de 2001