



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

METODOLOGIA Y ARQUITECTURA TECNOLÓGICA PARA
CALCULAR LA RENTABILIDAD DEL CAPITAL
AJUSTADA POR RIESGO PARA LA BANCA HIPOTECARIA



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ACTUARIO
PRESENTA

289007

PAULA CECILIA SALINAS MORAN



DIRECTOR DE TESIS: ACT. DAVID LOPEZ SERVIN



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"Metodología y arquitectura tecnológica para calcular la rentabilidad del capital ajustada por riesgo para la banca hipotecaria"

realizado por Salinas Morán Paula Cecilia

con número de cuenta 9550342-0 , pasante de la carrera de Actuaría

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Act. David López Servín

Propietario

Act. María Aurora Valdez Michell

Propietario

Act. Leticia Daniel Orana

Suplente

Act. Laura Miriam Querol González

Suplente

ACT. Ricardo Sevilla Aguilar

Consejo Departamental de Matemáticas

M. en C. José Antonio Flores Díaz

Dedico este trabajo a mi padre, Salvador Salinas Ahumada,
por todo el amor que me ha dado y por ser el ejemplo de
lealtad y honestidad que ha guiado mi vida. Gracias Papá.

GRACIAS...

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme todo el saber que como la Máxima Casa de Estudios posee y por darme la oportunidad de pasar en ella una de las etapas más felices e inolvidables de mi vida.

A mi papá, Salvador Salinas, por que gracias a tu apoyo y esfuerzo diario, hoy alcanzo una de mis más grandes metas. Gracias por estar siempre a mi lado, guiarme y darme lo mejor de ti. Por los momentos en que me escuchaste y consolaste, en que platicamos y reímos juntos. Pero sobre todo, por el inmenso amor que siempre me diste... Te quiero, papá.

A mi mamá, Socorro Morán, por que siempre tuviste el consejo y las palabras indicadas para hacerme sentir mejor cuando todo parecía terrible; por que un abrazo y un beso tuyo eran suficientes para sanar mi corazón. Por compartir mis logros y alegrías. Por todos los momentos juntas. Por tu amor y por enseñarme el camino que debo seguir para ser una mejor mujer... Te quiero mucho, mamá.

A mis hermanas, Sonia y Mariana, por que ustedes son la luz de nuestra casa. Gracias por escucharme, por confiar en mí, por hacerme reír, por apoyarme y por estar unidas en todo momento. Sin ustedes, todo sería completamente monótono. Gracias por darle sabor a la vida... ¡¡Definitivamente, ustedes son las mejores!!

A mi abuelita Tomasa, por que eres la persona que siempre tiene fuerzas cuando el resto ya no las tiene; por que luchas como nadie por tus hijos y tus nietos, y aun así tienes espacio para la felicidad, el amor y la alegría. Abue, maravillosa es la palabra para describir a la mujer que eres.

A mi más grande amor, Cruz Pineda, por el amor, apoyo y paciencia que siempre me has dado. Gracias por todo lo que hemos pasado juntos; por tu risa y tus palabras que hacen que mi corazón sonría a cada instante y, sobre todo, por estar a mi lado luchando juntos por un sueño. Cruz, tu sonrisa basta para hacer que un día oscuro se convierta en el más claro... Te amo.

Al Mago, por todas las noches en vela que tuviste que pasar y por todas las alegrías que le has dado a la familia.

A Lorena Sánchez, Mónica Araque, Rocío Pacheco y Atzi Morales, por que son las mejores amigas del mundo. Les agradezco todos los ratos divertidos que pasamos juntas y su apoyo en los momentos difíciles. No saben cuán afortunada me siento por contar con su amistad y espero que así sea siempre... ¡¡Esto merece un montana, ¿no?!!

A Cintli León, Lupita Villalba, Norma Olivares, Ale Sánchez, Ricardo Leyva, Betty Chávez y Fanny Arellano por compartir conmigo días de estudio, desveladas, tareas, exámenes, nervios, etc. pero principalmente por los momentos de alegría que vivimos a lo largo de la carrera y que por eso todo lo demás valió la pena. Los verdaderos amigos viven en el corazón y ustedes vivirán en el mío por siempre.

A mi asesor, el Act. David López Servín, por ayudarme a alcanzar esta meta por la que luche tanto tiempo. Sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

A mis sinodales, Act. Aurora Valdez, Act. Leticia Daniel, Act. Laura Querol y Act. Ricardo Sevilla, por aceptar participar en la culminación de este objetivo.

A todos los que fueron mis maestros a lo largo de la carrera por enseñarme, no solamente una cátedra, sino a ser una persona con convicciones y con un pensamiento crítico.

A Gabriel Pérez Alonso, Olivia Pérez Soriano y Ana Ma. Rodríguez, por el apoyo que me dieron para que yo llevara a cabo todo lo necesario para finalizar este trabajo.

Y por último, a todas las personas que de diferentes maneras me han dado todas esas pequeñas cosas que hacen mi vida única y espectacular. Gracias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN..... IV

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO..... 1

- I.1 Sistema Financiero Mexicano
- I.2 Instituciones de crédito
 - I.2.1 Instituciones de Banca de Desarrollo
 - I.2.2 Instituciones de Banca Múltiple
- I.3 Crédito hipotecario
 - I.3.1 Crédito hipotecario público
 - I.3.1.1 FOVISSSTE
 - I.3.1.2 INFONAVIT
 - I.3.2 Crédito hipotecario privado
 - I.3.2.1 Grupos inmobiliarios
 - I.3.2.1.1 Vivienda media o residencial
 - I.3.2.1.2 Vivienda de interés social
 - I.3.2.2 Crédito hipotecario bancario
 - I.3.2.2.1 Servicios de crédito hipotecario bancario

CAPÍTULO II CRÉDITO HIPOTECARIO INDIVIDUAL BANCARIO..... 13

- II.1 Clasificación del crédito hipotecario individual bancario
 - II.1.1 Préstamos en pesos
 - II.1.1.1 Crédito para vivienda de interés social (FOVI)
 - II.1.1.1.1 Características de las viviendas de interés social
 - II.1.1.1.2 Términos del crédito de interés social
 - II.1.1.2 Crédito para viviendas de tipo medio y residencial y operaciones de otro tipo
 - II.1.1.2.1 Características de las viviendas de tipo medio y residencial y operaciones de otro tipo
 - II.1.1.2.2 Términos de los créditos de tipo medio y residencial y de operaciones de otro tipo
 - II.1.2 Préstamos en UDI's
 - II.1.2.1 Características de las Unidades de Inversión
 - II.1.2.2 Programa de reestructuración
 - II.1.2.3 Reestructuración de la cartera hipotecaria en UDI's
 - II.1.2.4 Términos de los créditos hipotecarios en UDI's
 - II.1.2.5 Programas adicionales de apoyo a los deudores de créditos en UDI's

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DE CAPITAL AJUSTADA
POR RIESGO.....34**

- III.1 Proceso de la administración del riesgo
- III.2 Clasificación del riesgo bancario
- III.3 Metodología para calcular la rentabilidad de capital ajustada por riesgo
 - III.3.1 Componentes para el cálculo del estimador RAROC
 - III.3.2 Estimación de la Pérdida Esperada
 - III.3.2.1 Frecuencia esperada de default
 - III.3.2.2 Exposición al riesgo
 - III.3.2.3 Severidad
 - III.3.2.4 Cálculo de la pérdida esperada
 - III.3.3 Ejemplos de la estimación del RAROC
 - III.3.4 Importancia de la metodología para calcular el RAROC
 - III.3.5 Ventajas de la metodología para estimar el RAROC

**CAPÍTULO IV
DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
LA METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DE CAPITAL AJUSTADA
POR RIESGO EN LA BANCA HIPOTECARIA..... 54**

- IV.1 Requerimientos para el desarrollo de la arquitectura tecnológica para la centralización del riesgo
- IV.2 Modelo propuesto para la aplicación de la metodología en la banca hipotecaria
- IV.3 Propuesta de una plataforma de software y hardware para la implementación del modelo en la banca hipotecaria
- IV.4 Requerimientos funcionales
 - IV.4.1 Forma de acceso a la información de riesgo del crédito hipotecario
 - IV.4.2 Políticas de acceso a la información de riesgo del crédito hipotecario
 - IV.4.3 Esquema del modelo multidimensional
 - IV.4.4 Descripción de indicadores
 - IV.5.2 Cruces de información
- IV.5 Definición del plan de trabajo para la implementación de la arquitectura tecnológica
 - IV.5.1 Cronograma estimado para el diseño del plan de trabajo
 - IV.5.2 Costo estimado
 - IV.5.2.1 Análisis y diseño técnico
 - IV.5.2.2 Software
 - IV.5.2.3 Herramientas de apoyo
 - IV.5.2.4 Hardware
 - IV.5.3 Costo total del proyecto

CONCLUSIONES.....	75
ANEXO 1	
HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS.....	76
ANEXO 2	
SELECCIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN.....	91
ANEXO 3	
CIRCULAR DE LA COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES No. 1423.....	99
ANEXO 4	
INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA ESTIMACIÓN DEL RAROC EN LA BANCA HIPOTECARIA.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	116

INTRODUCCIÓN

La función principal de toda empresa, independientemente de su actividad, es producir dinero. Sin embargo, estos negocios tienen grandes pérdidas por razones que están fuera de su control: los clientes suspenden los pagos, se incrementan los precios, se presentan gastos inesperados, las tasas de interés fluctúan, etc. Por esto, año con año, sus utilidades tienen considerables bajas.

Una de las principales razones por las que tienen lugar estas pérdidas es la manera en la que se asignan los recursos a las unidades de negocio de dichas empresas; cada una de ellas incorpora distintos niveles de utilidad, en función al riesgo que representan, por lo que resulta necesario ajustar su rentabilidad real a éste y evitar designar recursos excedentes a unidades que no requieren un monto de capital alto.

Tomando en cuenta lo anterior, se han desarrollado diversas herramientas para ajustar al riesgo los rendimientos comunes de los resultados contables y así, designar los recursos de una manera más adecuada. Ejemplo de esto es la metodología para calcular la Rentabilidad del Capital Ajustada por Riesgo, comúnmente llamada RAROC (por sus siglas en inglés), que permite calificar los resultados de cada cliente o unidad de negocio, a través de la estimación de sus pérdidas esperada y no esperada.

Por otra parte, la vida económica actual exige en sus transacciones comerciales e industriales el uso del crédito, el cual se ha convertido en el gran motor que les da vida y que ha permitido el rápido desarrollo de las sociedades actuales. El crédito se ha transformado en un hábito que se utiliza en una forma tan común, rutinaria y penetrante que prácticamente el funcionamiento de la economía de los negocios modernos depende por entero de él. Por medio del otorgamiento de crédito se expande el universo de productores de insumos y productos terminados, se amplía la difusión de tecnologías y se promueve una mejor distribución del ingreso al apoyar la generación de empleos y la democratización del capital.

Sin embargo, al hablar de crédito es inevitable referirse también al riesgo. La lenta o nula recuperación del préstamo y la difícil inversión de la cartera son los riesgos más comunes que conlleva el otorgar un crédito, dados los fenómenos inflacionarios presentados en nuestro país en los últimos años.

Debido a lo anterior, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores emitió en 1999 la Circular No. 1423, en la cual exhorta a las instituciones de banca múltiple a impulsar la cultura de la administración de riesgos, estableciendo lineamientos para llevar a cabo la identificación, medición, monitoreo, limitación, control y divulgación de los distintos tipos de riesgos que enfrentan, con el fin de realizar sus actividades con niveles acordes con su capacidad operativa y suficiencia de capital.

Con el propósito de dar respuesta a las disposiciones de esta Circular, es mi interés desarrollar este trabajo de tesis en la enorme importancia que tiene el cálculo del RAROC para los negocios en los que interviene el crédito. Me enfocaré en el crédito hipotecario, ya que debido a la actual situación económica por la que atraviesa México, resulta prácticamente imposible para la mayor parte de la población obtener una vivienda sin la mediación de una hipoteca y, aunado a esto, está siempre presente la posibilidad de la pérdida del monto prestado debido a que el acreditado pueda estar incapacitado para devolver dicha suma en el momento que su adeudo venza, con lo que crece la pérdida de utilidades para la institución crediticia.

El objetivo principal de este trabajo es conocer la manera en que se realiza la estimación del RAROC y la forma en que se utiliza, analizando los factores que intervienen en el cálculo; para esto, es necesario observar los diferentes tipos de crédito hipotecario que se manejan en la banca múltiple; llevar a cabo un estudio estadístico de cada una de las cuentas de una cartera hipotecaria para desarrollar la metodología de cálculo; y, finalmente, describir la arquitectura tecnológica necesaria para la aplicación de esta metodología en los sistemas de una institución bancaria, dando una aproximación, en tiempo y costo, de la inversión que se tendrá que realizar para lograr dicha implementación.

Para alcanzar este objetivo, el material se ha estructurado de la siguiente manera:

El primer capítulo se enfoca en el marco teórico; en él se describe la estructura del Sistema Financiero Mexicano, ubicando dentro de éste a las Instituciones de Crédito, pues a éstas se orienta el desarrollo de la tesis, para después profundizar en los diferentes tipos de crédito hipotecario utilizados en nuestro país, tanto públicos como privados.

En el segundo capítulo se lleva a cabo un estudio detallado del crédito hipotecario individual bancario, indicando la forma en que éste se clasifica, sus características y términos, así como una breve explicación de las UDI's y los programas que se implementaron en la cartera hipotecaria de las instituciones bancarias para su reestructuración.

En el capítulo tres se estudia la administración del riesgo y la metodología para el cálculo del RAROC; en la primera parte, se examina el proceso de la administración del riesgo, y la clasificación del riesgo bancario; en el análisis de la metodología para estimar el RAROC, se indican cada uno de sus componentes y la manera en que se obtienen, resaltando la pérdida esperada y los factores que la conforman (frecuencia esperada de default, exposición al riesgo y severidad).

El cuarto capítulo describe la arquitectura tecnológica básica con la que debe contar la institución para implementar un sistema que lleve a cabo automáticamente la recolección de información y el cálculo del RAROC; asimismo, incluye una breve explicación de cómo se realiza el levantamiento de esta información y el manejo que se le da, finalizando con la definición de un posible Plan de Trabajo, donde se estima el tiempo y el costo que se llevaría una implementación de este tipo.

Por último, se incorporan cuatro anexos: en el primero se estudian las herramientas estadísticas que se utilizan a lo largo del desarrollo de la tesis; en el segundo, se trata a fondo la Selección de un Portafolio Óptimo de Inversión en la modalidad de Análisis Media-Varianza, el cual se utiliza para diversificar la cartera; el tercero, muestra la Circular No. 1423 de la CNBV en la que se define la obligatoriedad de introducir el riesgo como una variable de la utilidad, y el cuarto anexo, señala toda la información requerida para realizar los cálculos de la estimación de la Rentabilidad del Capital ajustada por Riesgo.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

I.1 Sistema Financiero Mexicano

Un sistema o mercado financiero es una organización, una empresa pública o privada, que trata de canalizar sus necesidades superavitarias o deficitarias de recursos financieros al mercado que los utilice eficientemente.

Un sistema financiero está dividido en dos tipos de mercados:

- **Mercado de capitales:** mercado de largo plazo en el que se considera capital a las aportaciones de los socios de una empresa más todos los instrumentos de inversión y financiamiento a largo plazo, obligaciones, préstamos bancarios a largo plazo, certificados de participación y otros instrumentos.
- **Mercado de dinero:** mercado de corto plazo al que acuden oferentes que poseen dinero temporalmente ocioso, y demandantes que deben satisfacer los requerimientos de su capital de trabajo.

En la estructura del Sistema Financiero Mexicano, las autoridades máximas son la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Banco de México (ver Figura 1.1)

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) se ocupa del despacho de asuntos del orden administrativo, y como tal trata, entre otros, los siguientes asuntos:

- Proyectar y coordinar la planeación del desarrollo, y elaborar el Plan Nacional correspondiente;
- Proyectar y calcular los ingresos de la Federación;
- Manejar la deuda pública de la Federación;
- Realizar o autorizar todas las operaciones en que se haga uso del crédito público;
- Planear, coordinar, evaluar y vigilar el sistema bancario;
- Ejercer las atribuciones que le señalen las leyes en materia de seguros, fianzas, valores y de organizaciones y actividades auxiliares del crédito;
- Cobrar impuestos, contribuciones de mejoras, derechos, productos y aprovechamientos federales y vigilar y asegurar el cumplimiento de las disposiciones fiscales;
- Proyectar y calcular los egresos del Gobierno Federal y de la administración pública paraestatal;
- Formular el programa del gasto público federal y el proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación y presentarlo al Presidente de la República, etc.

El Banco de México es el banco central de nuestro país, autónomo en el ejercicio de sus funciones y en su administración. Su objetivo prioritario es procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional. Otros objetivos del banco son promover el sano desarrollo del sistema financiero y propiciar el buen funcionamiento de los sistemas de pago; además, ejerce las siguientes funciones:

- a) Regula la emisión y circulación de la moneda, los cambios, la intermediación y los servicios financieros, así como los sistemas de pagos;
- b) Opera con las instituciones de crédito como banco de reserva y acreditante de última instancia;
- c) Presta servicios de tesorería al Gobierno Federal y actúa como agente financiero del mismo;
- d) Funge como asesor del Gobierno Federal en materia económica y, particularmente, financiera.
- e) Participa en el Fondo Monetario Internacional y en otros organismos de cooperación financiera internacional o que agrupen bancos centrales, y
- f) Opera con los organismos a que se refiere el inciso anterior, con bancos centrales y con otras personas morales extranjeras que ejerzan funciones de autoridad en materia financiera.

Ambas autoridades ejercen las funciones de inspección y vigilancia del Sistema Financiero Mexicano, a través de las siguientes comisiones:

- 1) La Comisión Bancaria y de Valores (CNBV) supervisa y regula, en el ámbito de su competencia, a las entidades financieras¹ para 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 regula a las personas físicas y morales, cuando realicen actividades previstas en las leyes relativas al sistema financiero.
- 2) La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF) supervisa al subsistema integrado por las instituciones de seguros, las sociedades mutualistas y las instituciones de fianzas. Su misión es garantizar al público usuario de seguros y fianzas que los servicios y actividades que las instituciones y entidades autorizadas realizan se apeguen a lo establecido por las leyes. Para cumplir con este propósito tiene a su cargo, entre otras, las siguientes funciones: la supervisión de solvencia de las instituciones de seguros y fianzas, la autorización de los intermediarios de seguro directo y reaseguro, y el apoyo al desarrollo de los sectores asegurador y afianzador.
- 3) La Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF) tiene como objeto promover, asesorar, proteger y defender los derechos e intereses de las personas que utilizan y/o contratan un producto o servicio financiero ofrecido por las instituciones financieras que operen dentro del territorio nacional, así como crear y fomentar entre los usuarios una cultura adecuada respecto a las operaciones y servicios financieros.
- 4) La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR) tiene a su cargo la coordinación, regulación, supervisión y vigilancia de los sistemas de ahorro para el retiro. Su misión es proteger el interés de los trabajadores y de sus beneficiarios, asegurando una administración eficiente de su ahorro para el retiro.

Estas comisiones fungen como órganos de consulta, realizan estudios que dichas autoridades les encomiendan y emiten disposiciones necesarias para el cumplimiento de las diferentes leyes que las mencionan como órganos de inspección y vigilancia.

Por labores de inspección se entiende aquellas que se realizan directamente en las oficinas de las instituciones a su cargo, por medio de visitas sorpresivas en las cuales se tiene acceso a los libros de contabilidad, así como a los títulos, documentos y contratos que acreditan o representan los activos sujetos a examen.

Las labores de vigilancia son aquellas que se efectúan en las propias oficinas de dichas comisiones, mediante el examen de la documentación e información que periódicamente solicita a las instituciones bajo su control, y que básicamente son balances de fin de ejercicio, estados mensuales de contabilidad y demás datos que sobre sus operaciones se requiere.

Asimismo, dentro de los organismos a cargo de la SHCP y del Banco de México se encuentran el IPAB, la Bolsa Mexicana de Valores y el S.D. INDEVAL:

- El Instituto para la Protección al Ahorro Bancario (IPAB) tiene como objetivos principales establecer un sistema de protección al ahorro bancario, concluir con el proceso de saneamiento de las instituciones bancarias, así como administrar y vender los bienes a su cargo para obtener el máximo valor posible de recuperación.

¹ Se entiende por entidades financieras a las sociedades controladoras de grupos financieros, instituciones de crédito, casas de bolsa, especialistas bursátiles, sociedades de inversión, almacenes generales de depósito, uniones de crédito, arrendadoras financieras, empresas de factoraje financiero, sociedades de ahorro y préstamo, casas de cambio, sociedades financieras de objeto limitado, instituciones para el depósito de valores, instituciones calificadoras de valores, sociedades de información crediticia, así como otras instituciones y fideicomisos públicos que realicen actividades financieras.

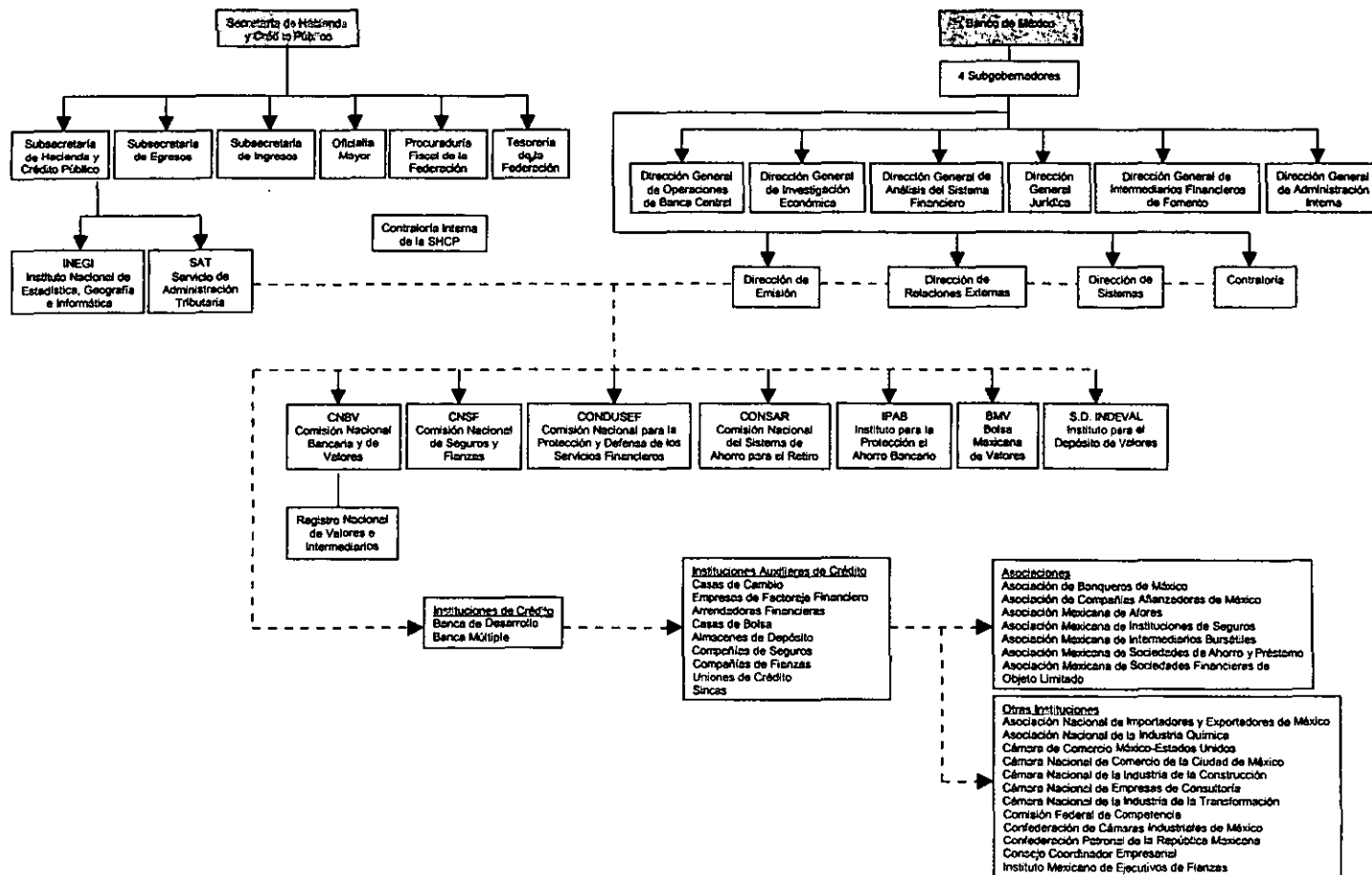
- La Bolsa Mexicana de Valores (BMV) es una institución privada que opera por concesión de la SHCP. Sus accionistas son exclusivamente las casas de bolsa autorizadas, las cuales poseen una acción cada una. En esta institución se llevan a cabo las operaciones del mercado de valores organizado en México; proporciona la infraestructura, la supervisión y los servicios necesarios para la realización de los procesos de emisión, colocación e intercambio de valores y títulos inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios (RNVI) y de otros instrumentos financieros.
- El Instituto para el Depósito de Valores (S.D. INDEVAL) tiene como objetivo proporcionar la máxima seguridad al mercado de valores en los aspectos relacionados con la custodia, administración y transferencia de valores, y la compensación y liquidación de operaciones realizadas en el mismo, buscando el mayor beneficio alcanzable a los depositantes y optimizando la rentabilidad de las inversiones de sus accionistas.

De la misma forma, en el Sistema Financiero Mexicano existen otras entidades que juegan un papel muy importante como son las instituciones de crédito, las instituciones auxiliares de crédito, las asociaciones, subsidiarias financieras, etc.

Dentro del Sistema Financiero Mexicano, las organizaciones más fuertes y que lo hacen más competitivo, son las instituciones de crédito (bancos), de las cuales a continuación se describen sus principales características.

SISTEMA FINANCIERO MEXICANO

(Figura 1.1)



1.2 Instituciones de crédito

Las Instituciones de crédito o Bancos son entidades constituidas por ley como sociedades anónimas, que ejercen el crédito en forma masiva y profesional. Sus características básicas son su papel como intermediarios y los servicios de banca y crédito que ofrecen.

Se consideran servicios de banca y crédito a la captación de recursos del público en el mercado nacional para su colocación en el mismo, mediante actos causantes de pasivo directo o contingente, quedando el intermediario obligado a cubrir el principal y, en su caso, los accesorios financieros de los recursos captados.

Las instituciones de crédito se dividen en Instituciones de Banca de Desarrollo e Instituciones de Banca Múltiple.

1.2.1 Instituciones de Banca de Desarrollo

Las Instituciones de Banca de Desarrollo están constituidas como sociedades nacionales de crédito dentro de la Administración Pública Federal. Éstas pueden realizar las mismas operaciones que la Banca Múltiple y, al mismo tiempo, las operaciones que señale su ley orgánica para la atención del correspondiente sector de la economía.

Su capital social está representado con Certificados de Aportación Patrimonial (CAPS), en dos series. La serie "A" representa el 66% del capital y pertenece únicamente al Gobierno Federal. De la serie "B", cualquier persona puede tener hasta un 5% máximo; sin embargo, el Gobierno Federal, las sociedades de inversión común, las entidades de la Administración Pública Federal y los gobiernos de estados y municipios, podrán tener más de ese 5%.

1.2.2 Instituciones de Banca Múltiple

La Ley de Instituciones de Crédito define a las Sociedades Anónimas de Banca Múltiple como intermediarios financieros, capaces de captar recursos del público a través de certificados de depósito, pagarés, etc. (operaciones pasivas), y con los recursos obtenidos otorgar diferentes tipos de crédito (operaciones activas).

Las operaciones pasivas o captación de recursos son las que realiza el banco para allegarse dinero; estas operaciones constituyen la obligación que el banco contrae por los fondos que obtiene de diversas procedencias. Entre ellas se encuentran depósitos a la vista, a plazo y de ahorro; préstamos de empresas, de particulares y de bancos; emisión de certificados financieros y de valores de renta fija y otros títulos. Por todo esto, el banco debe cubrir a los depositantes e inversionistas determinada tasa de interés, a excepción de los depósitos a la vista.

Las operaciones activas o canalización de recursos son aquellas que efectúa el banco al invertir el dinero que recibió de terceras personas, poniéndolo en condiciones de producir, por lo que se convierte en acreedor de las personas a quienes se lo proporciona. Las más importantes son: inversiones en valores y en muebles e inmuebles; préstamos directos, prestatarios, de habilitación o avío y personales; créditos simples o en cuenta corriente, refaccionarios, hipotecarios y comerciales. Los créditos concedidos aplican determinado tipo de interés.

Las características del capital de la Banca Múltiple son:

- 51% del capital en acciones serie "A", únicamente para personas físicas mexicanas, controladoras de los grupos financieros, el Gobierno Federal o bancos de desarrollo.
- Un máximo del 49% del capital en acciones serie "B". Éstas pueden ser adquiridas por las personas o instituciones arriba señaladas y por personas morales mexicanas en cuyos estatutos tengan la cláusula de exclusión de extranjeros; igualmente, por instituciones de fianzas y seguros en lo referente a sus reservas técnicas y fluctuaciones de valores; y por fondos de pensiones o jubilaciones de personal complementarios a los que establece la Ley del Seguro Social.
- 30% como máximo en acciones serie "C" que, además de poder ser adquiridas por las personas ya mencionadas, pueden adquirirlas personas extranjeras, siempre y cuando no representen dependencias oficiales ni a algún gobierno.

El máximo de tenencia por persona es, en general, de 5%; sin embargo, es posible ampliarlo al 10% con la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Esta restricción no se aplica a las controladoras de grupos financieros, a los inversionistas constitucionales, que podrán tener hasta 15%, ni al Gobierno Federal y a los bancos múltiples o accionistas de bancos múltiples cuando estos vayan a ser fusionados.

Entre las operaciones que realiza la banca múltiple, una de las más importantes es el otorgamiento de créditos hipotecarios. Esta operación constituye una fuente fundamental de canalización de recursos y una de las operaciones activas básicas; además, este tipo de crédito es solicitado tanto por particulares como por grandes empresas y, sobre todo, cubre una necesidad básica para toda persona: la vivienda.

En el Sistema Financiero Mexicano existen bancos en que la cartera hipotecaria representa del 35% al 40% del total, y otros en que este rubro abarca el porcentaje más alto del total de la cartera de la institución, con un 80% u 85% de ella. Así, es posible afirmar que estas instituciones basan su funcionamiento en la manera en que es operada la cartera hipotecaria.

1.3 Crédito hipotecario

El crédito hipotecario es un préstamo destinado a adquirir, construir, remodelar o ampliar un bien inmueble, para lo cual es necesaria una garantía como el propio inmueble o algún otro que represente el valor del monto solicitado, dando al acreedor el derecho, en caso de que no se cumpla lo pactado, a ser pagado con el bien.

En México, el crédito hipotecario se divide en público y privado. El crédito hipotecario público, es manejado por dos instituciones gubernamentales: FOVISSSTE e INFONAVIT. Por su parte, el crédito privado se otorga a través de grupos inmobiliarios o de instituciones de crédito.

1.3.1 Crédito hipotecario público

1.3.1.1 FOVISSSTE

El Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE) fue creado como un sistema de financiamiento para obtener crédito a bajo costo, a través de préstamos con garantía hipotecaria o personal; de igual forma, respalda programas de construcción de casas habitación con el fin de ser adquiridas por los trabajadores que carezcan de ellas.

Este fondo es proporcionado únicamente a los trabajadores del Estado que hayan cotizado al menos 18 meses, sobre todo a aquellos que perciban los menores ingresos.

Los créditos otorgados deben ser destinados exclusivamente a:

- a) Construcción, ampliación o reparación de su vivienda
- b) Adquisición de vivienda, si el trabajador carece de ella
- c) Pago de enganche y gastos de escrituración para viviendas de interés social
- d) Pago de pasivos por los conceptos anteriores

Los recursos de este fondo se integran con las aportaciones de los trabajadores (5% del sueldo base), los bienes y derechos obtenidos por cualquier título y las ganancias de las inversiones realizadas.

Estos créditos se otorgan una sola vez, a través de un concurso donde se selecciona a los trabajadores que necesitan una vivienda.

Los principales términos de los créditos otorgados por el FOVISSSTE son:

Monto máximo del préstamo	Mensualidades	Plazos
150 SMM	30% del salario base mensual más tasa de interés del 4% anual	30 años

La mensualidad se incrementa a medida que aumenta el salario mínimo y la tasa de interés puede ser modificada a criterio de la Junta Directiva.

A lo largo del plazo, el trabajador puede realizar pagos anticipados que se descontarán del saldo. Asimismo, si el deudor dejare su trabajo, no se le cobrarán intereses moratorios durante un año; sin embargo, esto no será válido si la persona consigue empleo nuevamente.

El FOVISSSTE cubre con un seguro de vida al trabajador, con el que se saldrá el adeudo en caso de que ocurra el siniestro. No obstante, el seguro contra incendios deberá ser contratado por el empleado con la compañía aseguradora de su elección.

1.3.1.2 INFONAVIT

El Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT) fue creado para proporcionar vivienda a los trabajadores de empresas privadas, los cuales podrán utilizarlo una sola vez, y dará preferencia a aquellos que perciban los menores sueldos.

Los créditos otorgados deberán ser destinados a:

- a) Adquisición de vivienda (nueva o usada)
- b) Construcción, reparación o ampliación de su vivienda
- c) Pago de pasivos por los conceptos anteriores

La vivienda para la cual se solicite el crédito no debe tener más de 15 años de antigüedad, debe tener una vida útil probable de 30 años, contados a partir de la fecha en que sea otorgado el crédito, y su uso debe ser habitacional; no se conceden créditos para inmuebles destinados a locales comerciales.

Las principales características de los créditos concedidos por el INFONAVIT son:

Monto máximo del préstamo	Mensualidades	Plazo
Los montos a financiar son actualizados sobre la estimación anual del salario mínimo de la entidad, autorizada por el Consejo de Admón. a razón de un doceavo mes, tomando en cuenta que el precio máximo del bien debe ser de 300 SMM.	25% del salario base del trabajador. 20% como máximo para trabajadores con salario mínimo	30 años

Si el precio del inmueble es mayor al monto del crédito, la diferencia puede ser cubierta por el trabajador en los términos que acuerde con el vendedor. Ahora bien, si el precio es menor, el préstamo se ajusta al importe de la casa.

Con el fin de reducir el saldo insoluto del crédito, los trabajadores podrán realizar pagos anticipados a cuenta del monto prestado, los cuales tendrán efecto al siguiente mes de la fecha en que se efectuó el pago.

Si por alguna razón el trabajador pierde su trabajo, éste debe dar aviso al Instituto dentro de los siguientes 30 días naturales a la fecha en que dejó de laborar, para que se le otorgue una prórroga no mayor a doce meses, la cual termina anticipadamente si el trabajador consigue empleo; esta prórroga se concede una sola vez. En caso de que la prórroga no haya sido solicitada o llegue a su fin, el trabajador deberá hacer sus pagos directamente al Instituto hasta que vuelva a laborar.

Si el trabajador es elegido para obtener el crédito, el Instituto lo cubrirá con un seguro de incapacidad total y permanente o muerte, y de incapacidad parcial del 50% o más o de invalidez definitiva, de acuerdo con la Ley del Seguro Social; esto, con el objeto de liberar al trabajador o a sus beneficiarios del adeudo, en caso de ocurrir el siniestro.

1.3.2 Crédito hipotecario privado

1.3.2.1 Grupos inmobiliarios

Estos grupos, cuyos fondos provienen de las mensualidades de cada cliente y de los recursos propios de la empresa, otorgan créditos para planes de vivienda, los cuales se dividen en dos tipos: vivienda media o residencial y vivienda de interés social².

1.3.2.1.1 Vivienda media o residencial

Para la vivienda media o residencial se forman grupos con determinado número de integrantes (alrededor de 500), que contratan este tipo de financiamiento para adquirir un bien a valor presente en el lugar de su elección. Este monto debe estar destinado a la construcción, adquisición, remodelación o ampliación de una casa.

Para participar dentro de estos grupos y obtener su crédito se debe llenar una solicitud y pagar una cuota de inscripción, de acuerdo al monto a financiar que el mismo cliente elige.

Existen diferentes maneras para que un cliente pueda adjudicarse el crédito:

² Las principales características de las viviendas media o residencial y de interés social en el Crédito hipotecario bancario individual en el Capítulo II.

- Cuando el cliente haya cubierto la mitad del total del préstamo, ya sea mediante el pago de las mensualidades correspondientes o por pagos adelantados, se lo adjudica automáticamente; para esto es necesario haber celebrado determinado número de reuniones mensuales.
- Cada mes se lleva a cabo un sorteo donde participan todas las personas del grupo. El ganador de este sorteo debe tener al corriente los pagos de sus mensualidades; si éste sólo ha cubierto el 30% del monto o menos tendrá que recurrir a un aval.
- Un día después del sorteo, la compañía lleva a cabo una subasta, donde la persona que ofrezca pagar el mayor número de mensualidades consigue el bien. Para organizar una subasta es necesario que existan los fondos suficientes por grupo para adquirir el bien.

Los términos de los préstamos de vivienda media o residencial concedidos por grupos inmobiliarios son:

Monto máximo del préstamo	Mensualidades	Plazos
El cliente elige el monto a financiar entre un rango de \$200,000 a \$900,000	0.5% del valor presente del bien más la prima de un seguro de vida e incapacidad total y permanente. Una vez entregado el bien, a lo anterior se le sumarán los gastos de administración (10% de la mensualidad) y la prima de un seguro contra daños. El cliente deberá cubrir los gastos de escrituración y del avalúo.	De 8 a 20 años

El monto del bien no será fijo, ya que la tasa utilizada podrá estar basada en la tasa de los Cetes a 28 días o el cliente y el grupo inmobiliario podrán pactar en UDI's³, por lo que la mensualidad se moverá de acuerdo al Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).

Si por alguna razón, el cliente no cubre dos o más mensualidades consecutivas el contrato se rescindirá, devolviéndole el valor nominal de sus pagos, menos el valor promedio de dos aportaciones.

1.3.2.1.2 Vivienda de interés social

Para obtener una vivienda de interés social, las personas interesadas deben llenar la solicitud correspondiente, tener de 18 a 50 años de edad y pagar una cuota de inscripción, equivalente a un salario mínimo mensual.

Para firmar el contrato, el cliente deberá cubrir el 15% del valor presente de la vivienda como enganche. Si el cliente no tiene esta cantidad, podrá dar un abono que se ingresa a un fideicomiso bancario, el cual generará intereses hasta alcanzar el monto requerido. Una vez firmado el contrato, el cliente ingresa a un grupo de determinado número de personas (500 aproximadamente).

Los métodos para adjudicarse la vivienda son:

- Cada cuatro meses se lleva a cabo una reunión donde se realiza un concurso, en el que participa el total del grupo. Las personas ganadoras son aquellas que tengan pagado el mayor número de mensualidades. El número de ganadores será igual al número de viviendas que los fondos del grupo permita adquirir.
- Los clientes que en la mensualidad número 40 tengan liquidado el 50% del valor actual del bien, se lo adjudican automáticamente.

³ Las Unidades de Inversión se verán con más detalle en el Capítulo II.

El derecho a elegir la vivienda depende del número de pagos que haya efectuado el cliente, es decir, aquél que haya pagado el mayor número de mensualidades tendrá la facultad de escoger primero. Una vez hecha la elección, el grupo inmobiliario debe entregar la vivienda dentro de los siguientes 25 días.

Las características del crédito para una vivienda de interés social de un grupo inmobiliario son:

Monto máximo del préstamo	Mensualidades	Plazos
De 130 a 150 SMM	El valor de un SMM, gastos de admón. (10% del SMM) y la prima mensual del seguro de vida. Una vez entregado el bien, se suma a lo anterior la prima de un seguro contra daños y los intereses generados por la aportación mensual a la tasa de los Cetes a 28 días.	20 años

Cuando el cliente salde por completo la deuda, se llevará a cabo la escrituración, cuyos gastos corren a cargo de él.

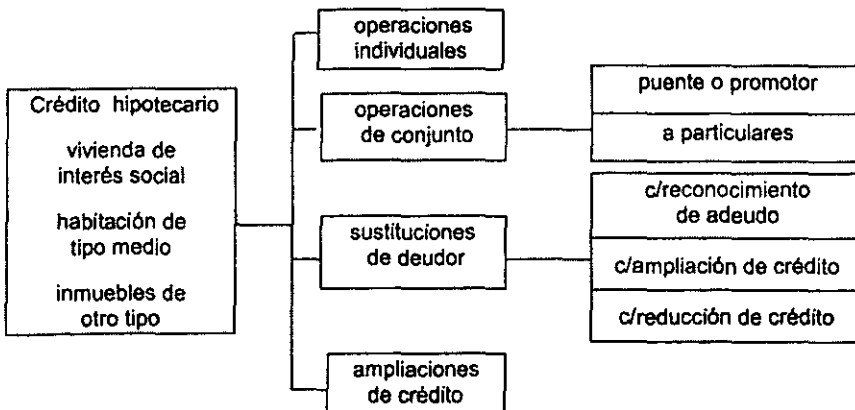
Al inscribirse al grupo inmobiliario, contratar el seguro de vida es opcional, pero una vez que el cliente reciba la vivienda deberá obtenerlo obligatoriamente así como el seguro contra daños.

Si el cliente ya adquirió el departamento, el contrato se podrá rescindir por falta de pago de dos mensualidades. En este caso, se le devolverá el dinero aportado hasta el momento, más las ganancias obtenidas.

1.3.2.2 Crédito hipotecario bancario

1.3.2.2.1 Servicios de crédito hipotecario bancario

Los servicios básicos que una institución bancaria ofrece, en materia de crédito hipotecario, son:



A. Crédito individual⁴

El crédito individual se otorga a personas físicas o morales que satisfagan los requisitos jurídicos, económicos y morales necesarios para hipotecar un bien inmueble. Este financiamiento puede destinarse a viviendas de interés social, a operaciones de tipo medio y a operaciones de otro tipo.

B. Créditos de conjunto

Un crédito de conjunto, también llamado crédito empresarial, es el financiamiento o apoyo económico que se otorga a constructores y promotores (personas físicas o morales), para la construcción y venta en forma masiva de casas unifamiliares, departamentos, oficinas o locales comerciales en condominio. Este tipo de crédito presenta tres modalidades:

- a) Crédito puente: financiamiento que se otorga a constructores, promotores de construcción o propietarios de terrenos (personas físicas o morales) que desean construir en ellos, en forma masiva, casas unifamiliares, oficinas, departamentos o locales comerciales en condominio, para que una vez terminados se vendan, quedando como deudores las personas que compran las unidades.
- b) Crédito promotor: variante del crédito puente; en este caso, el promotor o constructor no es dueño del terreno en el que se va a construir. El propietario del mismo lo hipoteca a favor de la institución de crédito en beneficio del promotor o constructor (solicitante).
- c) Crédito a particulares: apoyo económico que se otorga a un promotor para financiar a un grupo de personas la adquisición o construcción de sus casas unifamiliares en un mismo fraccionamiento o condominio horizontal.

Para efectos de trámite, se considera conjunto a las operaciones que excedan de 19 unidades en el mismo fraccionamiento, de un mismo promotor o constructor, así como los condominios cuando el número sea superior a 2 unidades.

El destino del crédito para operaciones de conjunto puente o promotor es la construcción de las garantías, y para el crédito a particulares los destinos son adquisición o construcción de las garantías.

Los solicitantes de créditos de conjunto pueden ser personas físicas mayores de 18 años, las cuales deben presentar estados financieros del último ejercicio con los anexos respectivos; también pueden ser personas morales que presenten sus balances y el estado de pérdidas y ganancias del último ejercicio con sus anexos correspondientes, además de contar con la obligación solidaria del principal o principales accionistas de la solicitante.

Los pagos por concepto de capital e intereses deberán efectuarse cada mes. Los gastos que quedan a cargo del promotor o constructor son el importe del avalúo, la supervisión de obra según tarifa, y los honorarios y gastos notariales.

⁴ Dado que este es el tipo de crédito al que me enfocaré en el desarrollo de esta tesis, todo lo referente al Crédito hipotecario bancario individual se verá en el Capítulo II con más detalle.

C. Sustitución de deudor

La sustitución de deudor tiene como fuente inmediata la compraventa de un inmueble hipotecado a favor del banco sin cancelar dicho gravamen, es decir, el comprador reconoce adeudar el saldo insoluto de un crédito hipotecario a nombre del vendedor, al plazo que reste del pactado originalmente. Las sustituciones de deudor se derivan de los créditos puente, promotor y de un particular a otro.

Las modalidades que se observan en esta compraventa son las siguientes:

- a) Compraventa con reconocimiento de adeudo: el comprador reconoce el saldo insoluto del crédito a nombre del vendedor y se compromete a pagar al plazo estipulado.
- b) Compraventa con reconocimiento de adeudo y ampliación de crédito: el comprador, además de reconocer el saldo insoluto del crédito hipotecario a nombre del vendedor, será deudor de la ampliación de crédito que se le otorgue si lo permiten las características de la operación.
- c) Compraventa con reconocimiento de adeudo y reducción de crédito: el comprador sólo reconoce parcialmente el saldo insoluto del crédito hipotecario a nombre del vendedor, teniendo que liquidar a la firma la diferencia entre el saldo insoluto y el monto de crédito reconocido.

Las características del sujeto a crédito en estas operaciones son las mismas establecidas anteriormente para operaciones individuales de interés social, tipo medio y otro tipo.

Las sustituciones de deudor en viviendas de interés social deben ser a favor de sujetos de la misma naturaleza, además de que no se aceptan ampliaciones de crédito; si así se requiere, se tramitará como cancelación y nueva operación, de acuerdo a las condiciones vigentes establecidas para habitación de tipo medio.

En las operaciones donde únicamente se requiere reconocimiento de adeudo por el saldo insoluto de capital, se conservan las condiciones originales del crédito que sustituye, es decir, sin modificar importe, plazo y tasa de interés del crédito. En este caso, se cobrará una cuota por sustitución y gastos bancarios.

Se pueden aceptar ampliaciones de crédito en operaciones individuales, siempre y cuando las condiciones del crédito original (tipo de interés, plazo, etc.) se encuentren vigentes con relación a las que tengan establecidas en el momento de la firma de la ampliación; en caso contrario, se tramitará cancelación y nueva operación.

Generalmente, en operaciones de sustitución de crédito, es política de las instituciones conceder la ampliación de crédito sólo a aquellas que se deriven de créditos de conjunto puente o promotor.

D. Ampliación de crédito

La ampliación de crédito, como se explicó anteriormente, es el financiamiento adicional que se otorga a un crédito hipotecario vigente.

Una vez que se ha observado la importancia del crédito hipotecario para las instituciones bancarias, y dado que este trabajo de tesis se centrará en el crédito hipotecario individual, es necesario conocer sus características, las cuales se describen en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO II

CRÉDITO HIPOTECARIO INDIVIDUAL BANCARIO

CAPÍTULO II CRÉDITO HIPOTECARIO INDIVIDUAL BANCARIO

En 1982, el sistema bancario se convirtió en propiedad del estado, por lo cual los créditos hipotecarios se dirigieron principalmente a las viviendas de interés social. Sin embargo, a finales de 1989, los prestamistas comenzaron a enfocarse a viviendas medias y residenciales debido a los cambios en las regulaciones del Banco de México.

Después de que el sistema bancario fue privatizado, en 1991 y 1992, los bancos comerciales se convirtieron en los principales proveedores de hipotecas residenciales en México. En los últimos años, de acuerdo con estimaciones de la Secretaría de Desarrollo Social, el sistema bancario ha financiado aproximadamente el 95% de los préstamos hipotecarios residenciales individuales.

II.1 Clasificación del crédito hipotecario individual bancario

El crédito hipotecario individual se otorga a personas físicas o morales que satisfagan los requisitos jurídicos, económicos y morales necesarios para hipotecar un bien inmueble. Este financiamiento puede destinarse a viviendas de interés social, a viviendas de tipo medio y residencial, y a operaciones de otro tipo.

Este crédito es sumamente importante para las instituciones crediticias, ya que gran parte del total de su cartera corresponde a la cartera hipotecaria individual.

Dicho crédito está dividido en dos modalidades:

- préstamos en pesos, y
- préstamos en UDI's¹

II.1.1 Préstamos en pesos

El portafolio en pesos abarca tres categorías principales: viviendas de interés social (FOVI), viviendas de tipo medio y residencial y operaciones de otro tipo.

Esta división depende del tipo y valor de la garantía que se requiera para cada una de las categorías.

II.1.1.1 Crédito para vivienda de interés social (FOVI)

Los créditos para viviendas de interés social manejados por los bancos se otorgan a través del Fondo de Apoyo a la Vivienda (FOVI), el cual le otorga una comisión a la institución bancaria por el manejo del crédito.

El FOVI fue creado por el Banco de México a finales de los 80's como un sistema integral de financiamiento para proporcionar vivienda a la población de bajos ingresos. Tiene como objetivo lograr una adecuada utilización de los recursos financieros, tanto del Estado como de las instituciones de crédito, mediante la apertura de líneas de crédito para préstamos con garantía hipotecaria de interés social.

Sus principales funciones son promover la construcción o mejora de viviendas de interés social, procurando que cumplan con las necesidades económicas y sociales de cada región, y verificar que los proyectos se realicen conforme a condiciones y requisitos urbanísticos y arquitectónicos adecuados para la construcción de viviendas dignas e higiénicas.

¹ UDI's: Unidades de Inversión.

II.1.1.1.1 Características de las viviendas de interés social

La vivienda de interés social es aquella que, estando ubicada en zona urbana o rural, es accesible dentro del presupuesto familiar a personas de escasos recursos económicos, y que proporciona un alojamiento higiénico y digno dentro de un marco de seguridad y servicios comunales acordes a nuestra época.

Una vivienda de interés social puede ser unifamiliar, dúplex o multifamiliar. Debe contar con todos los servicios indispensables (luz, agua, drenaje o fosa séptica, cordones de banqueta y pavimento asfáltico; la terracería se acepta cuando ésta predomina en la zona).

Estas viviendas se han llamado así precisamente por el fin social que llevan implícitas, es decir, el ayudar a grupos familiares que anteriormente no eran considerados como sujetos de crédito bancario por lo corto de sus ingresos.

Las ventajas que obtiene el solicitante al otorgarle un crédito de interés social, con relación a otros tipos de crédito, son: concesión de un porcentaje mayor de crédito, cobro de una tasa de interés menor, un plazo mayor y obtener un seguro de vida e invalidez y uno contra daños para el inmueble a un costo relativamente bajo; ambos seguros son obligatorios.

Los destinos de estos créditos deben ser: adquisición, construcción o mejoras a la vivienda, y pago de pasivos menores a 6 meses derivados de los destinos anteriores.

Los requisitos que debe reunir el solicitante para obtener el crédito son los siguientes:

- Ser jefe de familia, es decir, obtener regularmente ingresos y aportar la mayor cantidad de estos al sostenimiento de su familia.
- Su ingreso mensual² máximo debe ser de acuerdo al tipo de vivienda de que se trate y a su zona de ubicación.
- La edad mínima del solicitante debe ser de 18 años y máxima de 45 o 50 años en operaciones de 15 y 10 años, respectivamente.
- Debe tener una actividad permanente con arraigo mínimo de 6 meses y presentar la documentación comprobatoria de sus ingresos.

II.1.1.1.2 Términos del crédito de interés social

Las hipotecas de interés social del FOVI únicamente tienen cambios en función a la colocación de la tasa, manteniendo el pago mensual ligado al salario mínimo. El FOVI proporciona el 100% de la actividad financiera a cambio de requerir al banco que provea el 50% del alza del crédito en los flujos (el banco recibe un 50% de garantía gubernamental si la hipoteca cae en mora). Además, el banco cobra los honorarios de apertura y de servicio.

Los términos de los préstamos para vivienda de interés social son los siguientes:

Tasa de interés	Mensualidades	Plazo
Cambio porcentual de la tasa del tipo de cambio de la UDI en el mes anterior más el 5% de la tasa anual real.	Los pagos mensuales no deben ser mayores al 20% de los ingresos del acreditado y, excepcionalmente, el 25%, a juicio del órgano aprobador.	10 o 15 años

² Como ingreso mensual se entenderá el monto de las percepciones y demás entradas en efectivo que obtenga regular y mensualmente el jefe de familia.

Las tasas del FOVI están basadas en una tasa especial dada por el Banco de México. La tasa anual real está determinada por la política del FOVI y es aplicada por todos los bancos.

- El acreditado puede hacer abonos al capital o cancelar anticipadamente la operación en el momento en que lo desee.
- No se cobran gastos bancarios, excepto gastos de escrituración, notariales y de avalúo del inmueble.
- No se aceptan dos o más operaciones a nombre de una misma persona, además de que el solicitante o sus dependientes económicos no deben ser propietarios de otro inmueble.
- Si el solicitante trabaja en un lugar diferente al que se encuentra ubicado el inmueble ofrecido en garantía, éste debe ser habitado por su familia.
- En caso de que se lleve a cabo una sustitución de deudor, ésta debe ser a favor de sujetos de la misma naturaleza.

II.1.1.2 Crédito para viviendas de tipo medio y residencial y operaciones de otro tipo

Las hipotecas de tipo medio y residencial empezaron a aumentar una vez que el Banco de México modificó las regulaciones de límite de inversión de activos de los bancos. Entre 1982 y 1989, los bancos sólo podían invertir el 25% de sus recursos en inversiones de activos no restringidos. De 1989 a 1991, se autorizó aumentar dichas inversiones del 30% a prácticamente el 100%. Esta regulación continúa en vigor.

Debido a que se esperaba que el ambiente existente de alta inflación, unido a una tasa real baja, se desplegara en un ambiente de baja inflación con un componente de tasa real bajo estable, y que el poder adquisitivo de la población aumentaría con el tiempo, el diseño de los productos hipotecarios tomó una perspectiva a largo plazo. Así, las hipotecas fueron planteadas para permitir una amortización negativa durante la primera parte de su vida y pagar el aumento en capital debido al tipo de amortización a lo largo del plazo. Esto tenía como consecuencia una amortización negativa en términos reales que permitía a los hipotecados afrontar los pagos.

II.1.1.2.1 Características de las viviendas de tipo medio y residencial y operaciones de otro tipo

Tipo de inmueble	Características
Tipo medio	<ul style="list-style-type: none">• Su valor promedio (según avalúo) es de hasta 160 salarios mínimos mensuales.• No satisfacen las características de interés social.• Destinados a la habitación.
Tipo residencial	<ul style="list-style-type: none">• Su valor promedio está entre los 160 y 600 salarios mínimos mensuales.• Destinados a la habitación.
Otro tipo	<ul style="list-style-type: none">• Su valor promedio excede los 600 salarios mínimos mensuales, si están destinados a la habitación.• Cualquier valor, si su uso es diferente (oficinas, local comercial, escuelas, hoteles, etc.)

Es importante señalar que en estos dos tipos de préstamo si se cobran gastos bancarios sobre el crédito concedido.

- Los dos tipos de inmueble deben estar ubicados en zona urbana o suburbana y contar con todos los servicios, como son luz, agua, drenaje o fosa séptica, cordones de banqueteta, pavimento de asfalto o terracería (esta última sólo se acepta en aquellos lugares donde predomine).
- Tratándose de casa habitación o departamentos, las construcciones deben contar por lo menos con sala-comedor, cocina, baño y dos o más recámaras. En operaciones de tipo medio, se requerirá de un área para estacionar por lo menos un vehículo, a menos que las disposiciones locales establezcan más de una.
- No se aceptan inmuebles que tengan capillas, gasolineras, granjas, así como edificios cuyas unidades habitacionales cuenten con una sola recámara, o bien, predominen unidades con esta característica.
- La vida probable del inmueble ofrecido en garantía debe ser mayor a una vez y media el plazo del crédito y su edad no puede ser mayor a 10 años.
- Para ambas operaciones, son sujetos de crédito las personas físicas o morales que satisfagan los requisitos jurídicos, económicos y morales necesarios para celebrar la operación que solicitan.
- Las personas físicas deberán tener un mínimo de 18 años (se aceptan menores de edad, únicamente si cuentan con la autorización judicial y la obligación solidaria de sus padres), presentar comprobantes de ingresos y tener una actividad permanente con arraigo mínimo de 6 meses.
- Los créditos de tipo medio sólo deben ser para uso habitacional y estar destinados a adquisición, construcción, mejora o ampliación de la vivienda, así como al pago de pasivos no mayores a 6 meses derivados de los objetos anteriores.
- Los destinos para los créditos de otro tipo son la adquisición, construcción, ampliación, terminación y mejora de la misma garantía o de algún inmueble diferente.

II.1.1.2.2 Términos de los créditos de tipo medio y residencial y de operaciones de otro tipo

Los productos de hipoteca de tipo medio y residencial nominados en pesos varían entre cada banco, pero los términos comunes, de acuerdo al tipo de plazo de los préstamos, son:

- Préstamos a plazo variable: los pagos se reestablecen dos veces al año de acuerdo a la inflación semi-anual (los pagos quedan fijos en términos reales). Cada banco determina el monto del pago inicial del préstamo, basado en sus propias políticas internas. La tasa variable puede estar basada en la tasa de los CETES³, del CPP⁴, y desde 1993, de la TIIP⁵. Los bancos usan diferentes métodos para calcular la base y la extensión de la tasa de interés en sus préstamos. Los métodos para calcular la tasa base varían, desde tomar el promedio de la tasa índice del mercado del mes anterior, hasta tomar la más alta de una muestra en particular. La extensión por encima de la tasa del índice de cada banco varía de acuerdo a la base usada.

³ CETES: Certificados de la Tesorería de la Federación.

⁴ CPP: Costo Porcentual Promedio

⁵ TIIP o TIE: Tasa Interbancaria Promedio

- Préstamos a plazo fijo: los pagos en estos préstamos varían cada mes. Los créditos a plazo fijo exhiben una amortización negativa controlada por los factores explicados más adelante. Algunos prestamistas establecen hipotecas que requieren más de 12 pagos mensuales al año para controlar la acumulación del saldo de capital remanente en los préstamos y facilitar los pagos a largo plazo. Los préstamos a plazo fijo tienen tasas variables basadas también en los CETES, CPP y la TIIP. Las tasas varían entre cada banco, desde el cálculo del índice base a la extensión aplicada.

Prácticamente, todas las categorías de los préstamos en pesos, a excepción de los créditos del FOVI, manejan tasas flotantes (ARM) con pagos y tasa de interés crecientes que se restablecen al principio de cada mes:

Tipo de amortización	Mensualidad	Plazo	Tasa de Interés
<ul style="list-style-type: none"> • Saldo de disminución de la ARM (amortización "J") • Amortización negativa de la ARM con plazo fijo (amortización "A" o "E") • Amortización negativa de la ARM con plazo variable: pago fijo en términos reales (amortización "R") 	<ul style="list-style-type: none"> • De 12 a 14 pagos por año • Pago fijo en términos reales 	<ul style="list-style-type: none"> • 12, 15, 20 y 25 años • 12, 15, 20 y 25 años • Más de 25 años 	Para los tres tipos de amortización, la tasa de interés se calcula cada mes como la mayor de un margen de punto de 5.2 más la tasa índice del mercado y 1.2 veces el índice de la tasa de mercado del mes anterior.

En los tres casos, el pago mensual de la operación no debe representar más del 30% de los ingresos del solicitante; por excepción y para efectos de capacidad de pago, se aceptan obligados solidarios, como son el cónyuge y ascendientes o descendientes directos. A lo largo del plazo, en el momento en que lo desee, el acreditado puede hacer abonos al capital o cancelar anticipadamente la operación.

La tasa de mercado arriba mencionada está basada en cualquiera de lo siguiente:

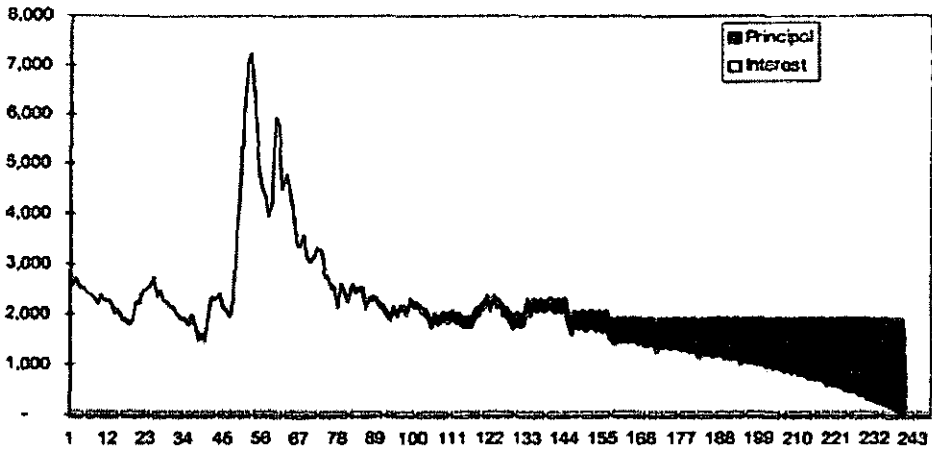
- Tasa promedio de los CETES,
- Tasa Interbancaria Promedio (TIIP o TIIE),
- Costo Porcentual Promedio (CPP),
- Tasa promedio de los pagarés y compromisos bancarios,
- Tasa promedio de los bonos bancarios y capital subordinado.

Los esquemas de amortización que se describen en el cuadro anterior son los siguientes:

- a) Amortización de saldo declinado, tasa ajustable – plazo fijo (amortización tipo "J")

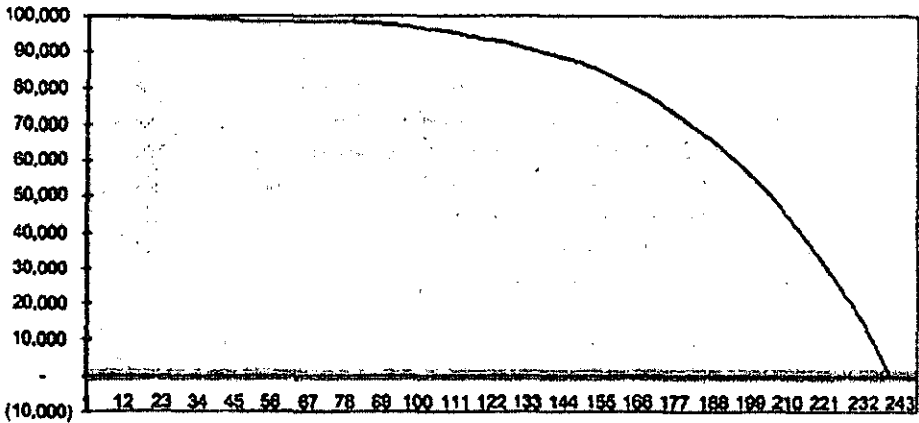
$$P = \frac{B_{t-1}(i_t)}{1 - \left[\frac{1}{1+i_t} \right]^{n-t+1}}$$

Payment Plan "J" Pesos
FIX Term Adjustable Rate Mortgage



PLAN DE PAGOS EN LA AMORTIZACIÓN DE SALDO DECLINADO, TASA AJUSTABLE – PLAZO FIJO

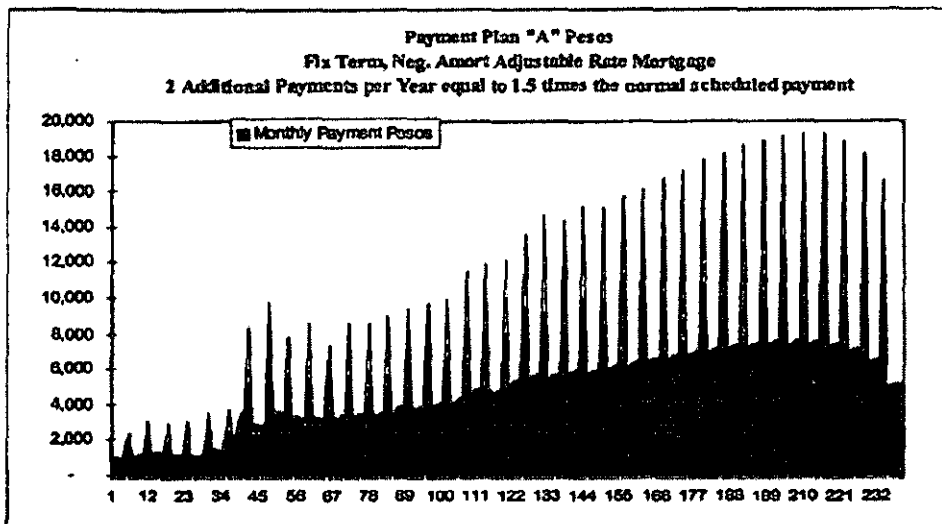
Scheduled Balance
Plan "J" Pesos
FIX Term Adjustable Rate Mortgage



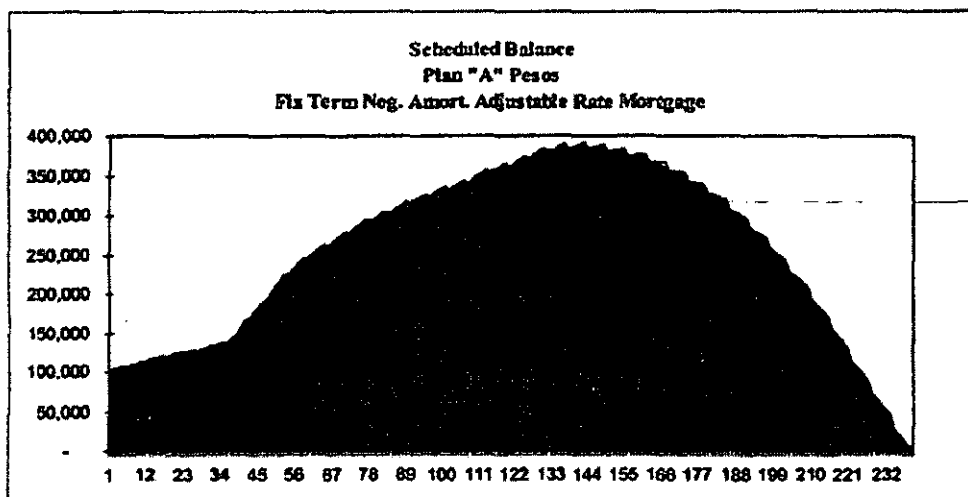
SALDO PROGRAMADO EN LA AMORTIZACIÓN DE SALDO DECLINADO, TASA AJUSTABLE – PLAZO FIJO

b) Amortización negativa - plazo fijo

$$P_t = \frac{B_{t-1} [1 + (i_t)(NgamF)]}{n - t - 1} + B_{t-1} [(i_t)(1 - NgamF)]$$



PLAN DE PAGOS EN LA AMORTIZACIÓN NEGATIVA – PLAZO FIJO



SALDO PROGRAMADO EN LA AMORTIZACIÓN NEGATIVA – PLAZO FIJO

c) Amortización negativa - plazo variable

$$P_1 = \frac{B_0(P_{\text{pagoMF}})}{1,000}$$

El pago se reajusta cada seis meses basándose en el máximo de:

$$P_n = (P_{n-1} [1 + (Inf)]) (1 + Pay_Adj)$$

ó

$$P_{n-1} = (\text{salario mínimo actual} / \text{sueldo mínimo del año anterior})$$

donde :

P_t : pago en el tiempo t

B_{t-1} : saldo del préstamo en el tiempo $t - 1$

I_t : tasa de interés anual para el mes correspondiente (el año base de 360 días cronometra los días efectivos del año)

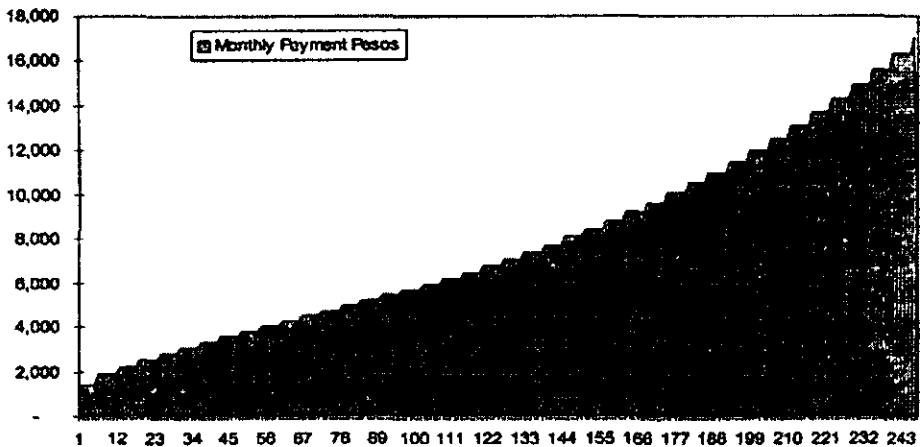
$NgamF$: factor de amortización negativo

P_{pagoMF} : factor de pago por mil

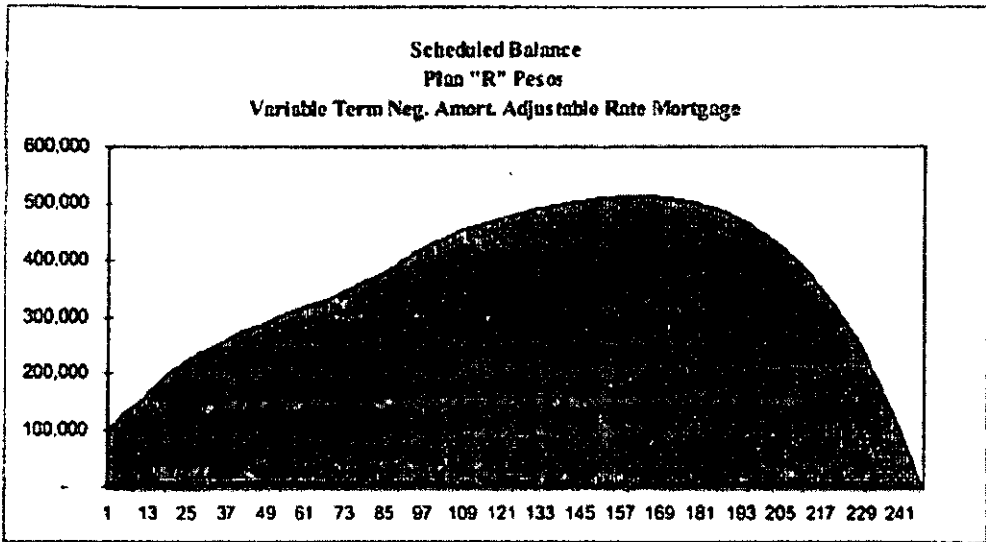
Inf : porcentaje de inflación observado durante los últimos seis meses

Pay_Adj : % factor de ajuste de pago por encima de la inflación

Payment Plan "R" Pesos
Variable Term, Neg. Amort Adjustable Rate Mortgage



PLAN DE PAGOS EN LA AMORTIZACIÓN NEGATIVA – PLAZO VARIABLE



PLAN DE PAGOS EN LA AMORTIZACIÓN NEGATIVA – PLAZO VARIABLE

Los montos máximos que se prestan para este tipo de inmueble son los siguientes:

Tipo de inmueble	Monto máximo del préstamo
Medio o residencial	<ul style="list-style-type: none"> • 70% de su valor, si es una casa habitación o departamento; en caso de contar con locales comerciales, éstos no deben abarcar más del 20% de la superficie total construida. • 50% de su valor promedio, si la edad del inmueble es mayor de 10 años.
Otro tipo	<ul style="list-style-type: none"> • De 30% a 70% de su valor, si está destinado a la habitación y cumple las condiciones de tipo medio, a excepción del valor de la unidad. • 50% de su valor, para locales comerciales, edificios departamentales cuyos locales comerciales representan más del 20% de la superficie construida, y para inversiones rentables. • 30% de su valor, en caso de inmuebles especializados (cines, hoteles, escuelas, bodegas, hospitales, etc.)

Los inmuebles deben asegurarse contra incendio y explosión; en caso de que se trate de un edificio de más de 5 niveles, el cual debe contar con elevador, se tendrá que cubrir el riesgo de temblor.

II.1.2 Préstamos en UDI's

El 30 de marzo de 1995, después de que el sector financiero sufrió la devaluación del peso, el gobierno mexicano implementó un programa de reestructuración para apoyar el cumplimiento de las obligaciones de las instituciones financieras. El propósito del programa era reestructurar las deudas pasadas de créditos en los portafolios bancarios, así como brindar la posibilidad de invertir sin que la inflación afectara el valor de la inversión. Con todo, el alcance del programa se expandió para incluir préstamos presentes, facilitar el pago de los deudores y disminuir el monto de las faltas de pago.

Este programa de reestructuración cubre cuatro tipos de préstamos: préstamos hipotecarios de tipo medio y residencial, préstamos a pequeñas y medianas empresas, préstamos a estados y municipios, y préstamos a la banca de desarrollo.

Consiste en convertir los préstamos en pesos a unidades de cuenta⁶ llamadas Unidades de Inversión o UDI's, cuyo valor pretende ser proporcional a la inflación expresada por el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), con plazos de 5 a 30 años.

A partir de marzo de 1995, los bancos redujeron las operaciones de apertura de créditos hipotecarios, concentrándose principalmente en la reestructuración de los préstamos para la vivienda media y residencial ya existentes, y en la reorganización de sus mecanismos de apertura. Actualmente, aproximadamente el 73% de los activos de hipotecas de vivienda media y residencial están en UDI's.

II.1.2.1 Características de las Unidades de Inversión

Una unidad de inversión es un pagaré con un rendimiento liquidable al vencimiento, en el cual se manejan diferentes rangos y plazos de inversión, y se vende y se compra por su valor en pesos.

Las UDI's representan un mecanismo financiero dirigido a la reestructuración de los créditos o deudas contraídas por empresas y particulares. Están vigentes por tiempo indefinido, con el propósito de dar certidumbre a los inversionistas.

Su uso es voluntario, por lo que las operaciones mercantiles se pueden pactar tanto en pesos como en UDI's, de acuerdo a la conveniencia de las partes involucradas. Se utilizan para conocer el valor real del dinero en operaciones bancarias, financieras y comerciales. No son moneda ni sustituyen al peso.

El beneficio de la reestructuración en UDI's para los prestatarios es que reciben tasas reales fijas a largo plazo (más de 30 años); además, el deudor paga tasas más bajas que en los sistemas anteriores de tasas variables.

Para convertir una obligación de UDI's a pesos se debe aplicar un factor de conversión, el cual es un índice de inflación tomando abril del 95 como mes base (en dicho mes, un peso era igual a una UDI). Para ajustar con la inflación, el índice crece de acuerdo al valor diario del INPC, el cual se modifica dos veces al mes, basado en los números que publica el Gobierno Federal. Consecuentemente, en cualquier momento en que un cliente esté listo para efectuar un pago, la deuda en UDI's se convierte en pesos, multiplicando el pago en UDI's por la tasa del índice para ese día.

II.1.2.2 Programa de reestructuración

El programa de reestructuración en UDI's estaba proyectado con \$65 mil millones a través de la emisión de bonos cupón, estableciendo un fideicomiso para la reestructuración de carteras. Incluía, además, \$11 mil millones aportados de las reservas de la propia banca y \$18 mil millones destinados a la vivienda; ambas sumas representan la deuda que la banca privada mantenía con el Banco de México.

⁶ UNIDAD DE CUENTA: aparato matemático que permite la contabilización de las transacciones. Olarra Jiménez, Rafael. *El dinero y las estructuras monetarias*, 1967; p.31

Posteriormente, entró en vigor el "Programa de Apoyo Crediticio a la Planta Productiva Nacional", suscrito por el Gobierno Federal y la Asociación de Banqueros de México, en el cual se puso a disposición de las instituciones de crédito \$32,600 millones para reestructurar créditos hipotecarios, cuya cobertura alcanzaría 35% del total de la cartera hipotecaria.

Los bancos debían distribuir los recursos que les fueron asignados, en primer lugar a los créditos hipotecarios otorgados hasta diciembre de 1994, al corriente de sus pagos, documentados a tasa nominal variable, que no se encontraran dentro de un esquema de refinanciamiento de interés y cuyo monto no excediera de \$400,000. En segundo lugar, se dio preferencia a los créditos otorgados hasta 1994, al corriente de sus pagos y cuyo monto no excediera de \$100,000. No fueron susceptibles de reestructuración en los términos de este programa, los créditos otorgados para la adquisición de inmuebles adjudicados previamente por las instituciones de crédito, así como los clasificados en "E" (incobrables). Por otro parte, cada banco podía ejercer como máximo el 10% de su participación en el "Programa de Apoyo a la Planta Productiva Nacional", para la reestructuración de créditos previamente otorgados o de créditos nuevos para proyectos ya existentes.

Cada institución de crédito podía reestructurar con cada uno de los acreditados hasta la totalidad del saldo a su cargo, con la condición de que el acreditado hubiera suscrito la carta de intención a que se refiere el "Acuerdo Inmediato de Apoyo a los Deudores de la Banca", (ADE) y acreditara la capacidad de pago necesaria.

Dicho monto se aplicó también a los créditos puente para su posterior individualización. El plazo máximo para efectuar la individualización de los referidos créditos fue de un año y medio a partir de la firma del acuerdo, tomando en cuenta que dicho proceso debía ser lo más expedito posible, evitando en todo momento prácticas especulativas o dilatorias por parte de las instituciones de crédito y/o los constructores de vivienda.

En caso de créditos individualizados, se aplicaron todas las características del programa mencionado, con la salvedad de que la tasa máxima aplicable era diferente a lo previsto en dicho programa. Las viviendas que se encontraban listas para ser individualizadas a la fecha de la firma del acuerdo, podían hacerlo directamente sin la necesidad de otorgar previamente un crédito puente.

Adicionalmente, al momento de individualizar, las instituciones de crédito podían cobrar comisión por apertura para créditos individuales de vivienda, con un máximo de 3% cuando se tratara de pago en efectivo, o de 4% en caso de ser financiado.

II.1.2.3 Reestructuración de la cartera hipotecaria en UDI's

El 1º de junio de 1996, se inició un nuevo programa con beneficios adicionales para los deudores de crédito de la vivienda, llamado "Alianza para la Vivienda" (también conocido como ADE II); este programa tiene como beneficiarios a deudores hipotecarios al corriente de sus pagos (préstamos atrasados por 2 meses o menos) y que reestructuraran en UDI's antes del 30 de septiembre de 1996. En caso de no encontrarse al corriente, era posible que recibieran los beneficios de este programa, si pagaban sus obligaciones vencidas antes de la fecha arriba mencionada, pero sin la retroactividad al 1º de enero de 1996.

Este programa contiene dos componentes primarios: (1) reestructuración de los términos de los préstamos y, (2) tasa subsidiada por los bancos. En el caso del primer componente, los préstamos se convertían a UDI's y se les proveía de una nueva tasa y de un nuevo esquema de amortización; para esto, cada prestatario tenía que ir a su banco y firmar un nuevo contrato de préstamo.

El segundo componente del programa ADE II es la tasa subsidiada a los bancos. Los préstamos bajo este programa son transferidos a un fideicomiso donde el Gobierno proporciona el 96% de los fondos a una tasa real del 4% al 5%. Dado esto, el all-in-coupon de un préstamo típico es aproximadamente del 9% al 10%, pero el gobierno ha provisto a los bancos con un margen cerca del 4% al 5%. El gobierno adquiere los activos a cambio de bonos especiales de CETES. El bono representa una cantidad igual al 96% del saldo de los préstamos y aumenta con el CPP (aproximadamente 1.5 o 2 puntos abajo de las tasas de los fondos de los bancos).

Consecuentemente, los bancos reciben un margen igual al CPP más la extensión del fideicomiso, menos el costo de los fondos del banco. La diferencia entre el balance de las hipotecas y la cantidad de los CETES, es decir, 4%, es contabilizada como una reserva⁷ por el banco. En el caso de los préstamos afianzados, serán preparados fuera del fideicomiso y transferidos a un nuevo fideicomiso financiero.

El costo del programa ascendió a \$27 mil millones, equivalente al 1.2% del Producto Interno Bruto (PIB) y se pagará a lo largo de 10 años. Consiste en realizar descuentos a las mensualidades; este subsidio se efectuará con los siguientes porcentajes:

AÑO	DESCUENTO
1996	30%
1997	25%
1998-1999	20%
2000-2001	15%
2002-2003	10%
2004-2005	5%

El subsidio está contabilizado como un activo en la hoja de balance del banco, que incrementa el interés a la tasa de CETES a 91 días; es capitalizado trimestralmente durante el primer año, y paga intereses trimestralmente después del primer año. El capital es pagado en el quinto año. El subsidio no es en efectivo y no afecta el ingreso para propósitos contables.

El pago de la cantidad total se hace en los 5 años después del subsidio del pago inicial. Para motivar los prepagos, el gobierno también ha acordado pagar un 10% adicional de cualquier prepago voluntario. Los pagos para los bancos están hechos a través de CETES de la misma manera antes mencionada. Estos beneficios se aplican sólo a las primeras 500 mil UDI's del adeudo en créditos hipotecarios.

Se suspendieron acciones judiciales, mercantiles y civiles para créditos otorgados antes del 31 de enero de 1996, las cuales reiniciaron el 1º de mayo del mismo año, en caso de no haber firmado la carta de intención.

Debido a que se tenían que cumplir con las formalidades que señala la ley, fue necesario recurrir a notarios; la banca absorbió el 50% de sus honorarios y de los gastos de registro de los créditos de la vivienda, y ofreció apoyo financiero al acreditado por el restante 50%.

⁷ RESERVA: Provisión de pérdida del préstamo.

II.1.2.4 Términos de los créditos hipotecarios en UDI's

El portafolio en UDI's puede ser segmentado en dos categorías: préstamos reestructurados y préstamos de nueva apertura.

Los créditos hipotecarios reestructurados en UDI's deben estar destinados a la adquisición, construcción y remodelación de la vivienda de tipo medio y residencial. Quedan excluidos los créditos de predios de uso comercial, terrenos y liquidez, al igual que los créditos de interés social, ya que estos cuentan con condiciones preferenciales.

Para ser reestructurados en UDI's, los préstamos en cuestión debían de cumplir lo siguiente:

1. Estar atrasados únicamente en 12 mensualidades o menos.
2. El equivalente en pesos del nuevo pago en UDI's debía ser menor o igual al pago en pesos que haría si el préstamo no estuviera reestructurado.

Tenían preferencia los créditos sin refinanciamiento, cuyo saldo no fuera mayor a \$400,000.00 y los créditos con refinanciamiento cuyo saldo no fuera superior a \$100,000.00.

La terminación del crédito podría ocurrir en los siguientes casos:

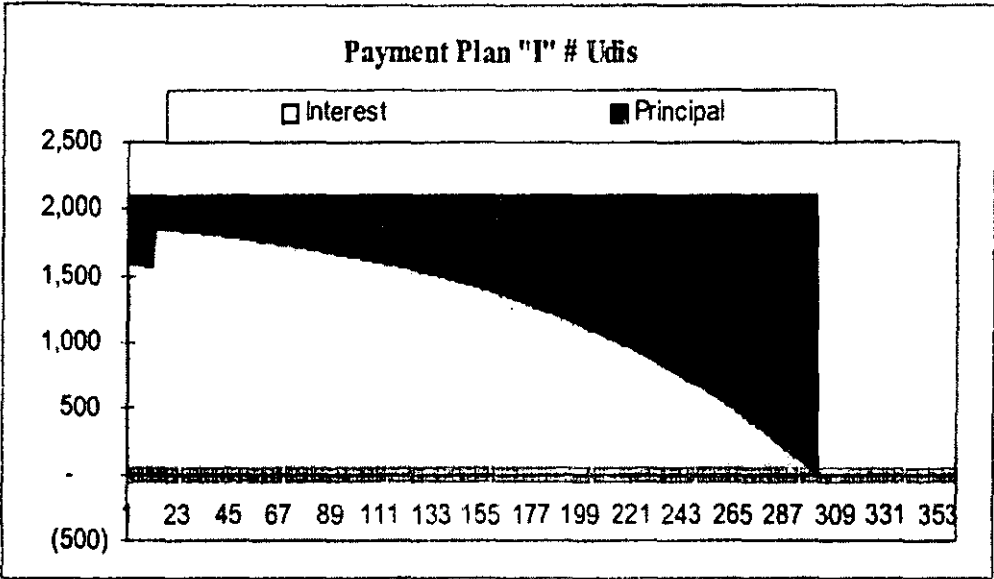
- Si los prestatarios deciden no firmar el contrato en UDI's y continuar en pesos.
- Realizar prepagos, para los cuales no hay multas.
- Embargo, o
- Beneficios del seguro por muerte, fuego o terremoto.

Las hipotecas medias, residenciales y comerciales convertidas a UDI's son instrumentos de doble tasa, las cuales flotan con la tasa de inflación, calculada cada 15 días: el 10 y 25 del mes. La tasa semi-mensual está dividida en la tasa diaria de cambio de la UDI para reflejar el compuesto de las tasas de inflación entre los periodos restablecidos; adicionalmente a esta tasa, las hipotecas tienen una tasa real fija igual al 9% para la cartera de UDI's. Con respecto a la capitalización de intereses, los préstamos en UDI's no permiten la amortización negativa en términos reales. No obstante, el balance remanente de los préstamos se incrementa en términos de pesos presentes ajustados a la inflación por medio de la tasa de las UDI's.

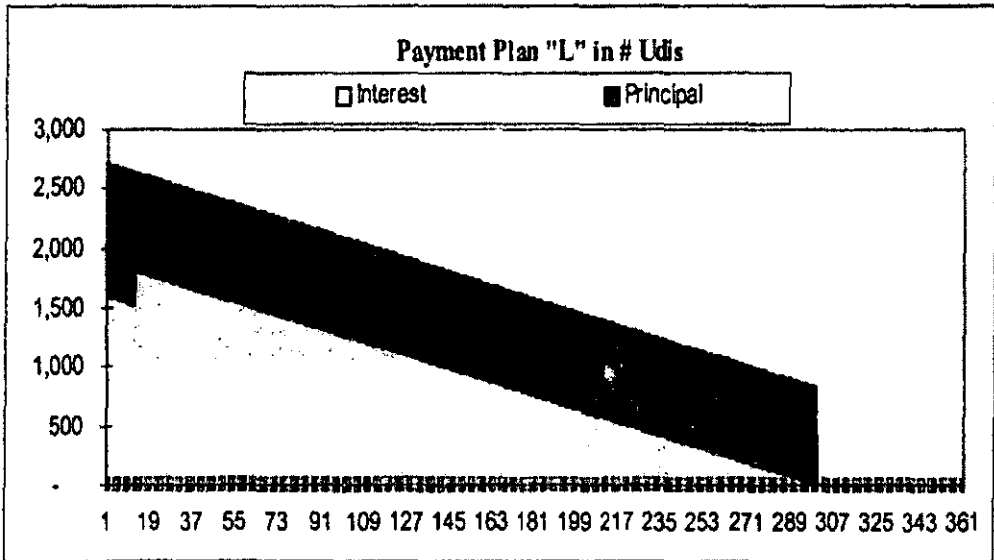
Cuando los créditos en UDI's se reestructuraron, se modificaron algunas condiciones originales, como son:

Préstamos reestructurados		
Pagos	Tasa de interés	Plazos
<ul style="list-style-type: none"> • Amortización tipo "I": Balance Declinado: estilo de hipoteca americana con ajuste en el primer año. • Amortización tipo "L": amortización lineal. • Amortización tipo "P": pagos incrementados en términos reales. 	<ul style="list-style-type: none"> • 6.5% para los primeros 165,000 UDI's y 10% para el remanente durante el primer año. • 8.75% para los primeros 165,000 UDI's y 10% para el remanente por el resto del plazo. 	20, 25 y 30 años

Los plazos para los préstamos reestructurados se cuentan a partir de la conversión a UDI's, sin tomar en cuenta los años que ya hayan transcurrido.



PLAN DE PAGOS EN LA AMORTIZACIÓN TIPO I – BALANCE DECLINADO



PLAN DE PAGOS EN LA AMORTIZACIÓN TIPO L – AMORTIZACIÓN LINEAL

Préstamos de Nueva Apertura		
Pagos	Tasa de Interés	Plazos
<ul style="list-style-type: none"> Amortización tipo "J": (hipoteca americana) 	<ul style="list-style-type: none"> 9.75% para los préstamos abajo de las 230,000 UDI's. 10.5% para los préstamos entre 230,000 y 330,000 UDI's. 11% para los préstamos arriba de las 330,000 UDI's. 	15 y 20 años

Los intereses moratorios, para ambos casos, se fijaron en 200% de la tasa ordinaria vigente al incurrimiento de la mora y durante todo el tiempo que ésta dure, sobre el importe de los pagos no cubiertos.

Un ejemplo de los esquemas de amortización que arriba se mencionan es el siguiente:

Préstamos reestructurados

- Tipo "P"

$$P_i = \left[\frac{(RB)(i_w)}{1 - \left(\frac{1}{1+i_w}\right)^{300}} \right] * \left[\frac{(0.002743780)RB}{800,000} + 0.9566 \right]$$

donde:

P_i : pago reestructurado inicial para el plan "P"

RB: saldo reestructurado en UDI's

i_w : tasa de interés ajustada, todas las tasas están calculadas con base de años de 360 días, 30 días al mes ($i_w/12$)

Empezando en 1998, un factor de incremento del 0.66% se aplica a los pagos cada enero.

El siguiente ejemplo ilustra como se calculan las tasas de interés y los pagos mensuales para el saldo de un préstamo de \$471,275, reestructurado a 250,000 UDI's a una tasa de cambio de 1.8851 pesos por UDI. Debido a que el saldo está por encima de 165,000 UDI's, la tasa de interés está considerada en el promedio de las tasas base:

- 6.5% para los primeros 165,000 UDI's y 10% para el remanente, durante el primer año.
- 8.75% para los primeros 165,000 UDI's y 10% para el remanente por el resto del plazo.

Entonces la tasa para el primer año (aplicada al plan "L") es:

$$Tasa: It = \frac{165,000}{250,000} (6.5\%) + \frac{250,000 - 165,000}{250,000} (10\%) = 7.69\%$$

Y para el plazo remanente después del primer año:

$$\text{Tasa : } It = \frac{165,000}{250,000} (8.75\%) + \frac{250,000 - 165,000}{250,000} (10\%) = 9.175\%$$

Si el saldo del préstamo fuera menor o igual a 165,000 UDI's al momento de la reestructuración, la tasa fija es 6.5% para el primer año y 8.75% para el plazo remanente después del primer año.

Para evitar el incremento en el pago mensual, debido al incremento de la tasa de interés después del primer año de reestructuración, la tasa media usada para calcular el pago mensual para los planes "P" e "I" (tasa de interés ajustada) es como sigue:

Para las primeras 165,000 UDI's

- Plazo 20 años: 8.458724%
- Plazo 25 años: 8.494960%
- Plazo 30 años: 8.517658%

Para el saldo excedente arriba de las 165,000 UDI's: 10%

Ejemplo para un préstamo a 25 años: tasa de interés usada sólo para calcular el pago mensual (aplicada para los planes "I" y "P")

$$\text{Tasa ajustada : } Iar = \frac{165,000}{250,000} (8.49496\%) + \frac{250,000 - 165,000}{250,000} (10\%) = 9.006674\%$$

El cálculo para el pago inicial es el siguiente:

$$P_i = \left[\frac{(250,000)(9.00667\%/12)}{1 - \left(\frac{1}{1 + 9.00667\%/12} \right)^{300}} \right] * \left[\frac{(0.002743078)(250,000)}{800,000} + 0.9566 \right] = 2,009.83$$

Este pago se incrementa cada enero, a partir de 1998, por un factor de 1.0066: $2009.83 * 1.0066 = 2,023.10$, y así año con año.

El pago en UDI's para el préstamo está calculado en el momento de la reestructuración, usando una tasa de interés diferente a la tasa de interés incrementada. En el primer año del préstamo, el pago en UDI's es mayor a aquel que sería necesario para amortizar el préstamo a través de su plazo. Así, para el primer año de la reestructuración del préstamo, el capital es amortizado a una tasa acelerada; cuando la tasa de interés incrementada crece en el segundo año del préstamo, la tasa de la amortización del capital se atrasa y el flujo de efectivo en UDI's empieza a parecerse a una hipoteca americana de tasa fija.

Mes	Fecha	Tasa de cambio UDI	Tasa UDI	Plan "P" para UDI's					
				UDI's				Pesos	
				Saldo	Interés	Pago	Capital	Saldo	Pago
1	jul-97	1.88510	7.69%	250,000	1,602	2,009.83	408	471,275	3,789
2	ago-97	1.90013	7.69%	249,592	1,599	2,009.83	410	474,258	3,819
3	sep-97	1.91528	7.69%	249,182	1,597	2,009.83	413	477,254	3,849
4	oct-97	1.93055	7.69%	248,769	1,594	2,009.83	416	480,262	3,880
5	nov-97	1.94595	7.69%	248,353	1,592	2,009.83	418	483,316	3,911
6	dic-97	1.96147	7.69%	247,935	1,589	2,009.83	421	486,316	3,942
7	ene-98	1.97711	7.69%	247,514	1,586	2,023.10	437	489,362	4,000
8	feb-98	1.99287	7.69%	247,077	1,583	2,023.10	440	492,393	4,032
9	mar-98	2.00876	7.69%	246,637	1,581	2,023.10	443	495,436	4,064
10	abr-98	2.02478	7.69%	246,195	1,578	2,023.10	445	498,491	4,096
11	may-98	2.04093	7.69%	245,749	1,575	2,023.10	448	501,557	4,129
12	jun-98	2.05720	7.69%	245,301	1,572	2,023.10	451	504,634	4,162
13	jul-98	2.07361	9.18%	244,850	1,873	2,023.10	150	507,723	4,195
14	ago-98	2.09014	9.18%	244,700	1,872	2,023.10	151	511,458	4,229
15	sep-98	2.10681	9.18%	244,549	1,871	2,023.10	152	515,218	4,262
16	oct-98	2.12361	9.18%	244,397	1,870	2,023.10	153	519,003	4,298
17	nov-98	3.14054	9.18%	244,243	1,868	2,023.10	155	522,813	4,331
18	dic-98	2.15761	9.18%	244,088	1,867	2,023.10	156	526,648	4,365
19	ene-99	2.17482	9.18%	243,933	1,866	2,036.45	170	530,509	4,429
20	feb-99	2.19216	9.18%	243,762	1,865	2,036.45	172	534,366	4,464
21	mar-99	2.20964	9.18%	243,591	1,863	2,036.45	173	538,248	4,500
280	oct-20	17.28677	9.18%	22,456	172	2,338.13	2,166	388,198	40,419
281	nov-20	17.42462	9.18%	20,290	155	2,338.13	2,183	353,544	40,741
282	dic-20	17.56356	9.18%	18,107	138	2,338.13	2,200	318,022	41,066
283	ene-21	17.70362	9.18%	15,907	122	2,353.56	2,232	281,616	41,667
284	feb-21	17.84479	9.18%	13,675	105	2,353.56	2,249	244,033	41,999
285	mar-21	17.98709	9.18%	11,426	87	2,353.56	2,266	205,526	42,334
286	abr-21	18.13052	9.18%	9,160	70	2,353.56	2,284	166,077	42,671
287	may-21	18.27509	9.18%	6,877	53	2,353.56	2,301	125,670	43,012
288	jun-21	18.42082	9.18%	4,576	35	2,353.56	2,319	84,286	43,355
289	jul-21	18.56771	9.18%	2,257	17	2,274.27	2,257	41,908	42,228
290	ago-21	18.71577	9.18%	-	-	-	-	-	-

De tal manera que los esquemas de pago dependen del monto del crédito original, es decir, la mensualidad se calculó de acuerdo al saldo en UDI's que surgió de la conversión del crédito:

Saldo en UDI's	Pago por cada mil UDI's
hasta 165,000	7.70512
180,000	7.77035
200,000	7.86217
210,000	7.90170
230,000	7.97073
250,000	8.02901
300,000	8.14160
400,000	8.28456
500,000	8.37228
1,000,000	8.56007

Existen, además, dos esquemas de pago:

- a) Pagos mensuales iguales integrados por capital e intereses: el importe de los pagos mensuales en UDI's es el mismo durante toda la vida del crédito; se integran por una parte creciente de amortización a capital y otra parte decreciente al pago de intereses. Al inicio los pagos cubren la totalidad del interés generado en el periodo, y el remanente se destina a la amortización de capital; cada mes son menos intereses que en el anterior y una mayor proporción del pago se destina a la amortización del capital. Su tabla de pagos es:

Saldo en UDI's	Pago por cada mil UDI's		
	a 20 años	a 25 años	a 30 años
hasta 165,000	8.65213	8.04887	7.70165
180,000	8.73348	8.13356	7.78942
200,000	8.82336	8.22710	7.88634
210,000	8.86201	8.26732	7.92801
230,000	8.92939	8.33745	8.00064
250,000	8.98617	8.39653	8.06181
300,000	9.09544	8.51022	8.17949
400,000	9.23283	8.65312	8.32734
500,000	9.31658	8.73929	8.41644
1,000,000	9.482333	8.912542	8.59552

- b) Pagos iguales de capital y pagos decrecientes de intereses: los intereses se calculan sobre el saldo insoluto en UDI's a la fecha del corte, y al amortizar al capital desde el principio, los intereses que se generan cada vez son menores. La cantidad abonada a capital es constante, sin embargo, su valor nominal en pesos se incrementará en función de la inflación, hasta llegar a la liquidación total del crédito. Su tabla de pagos es:

Saldo en UDI's	Pago inicial por cada mil UDI's		
	a 20 años	a 25 años	a 30 años
hasta 165,000	11.2410	10.4415	9.9092
180,000	11.3459	10.5436	10.0094
200,000	11.4613	10.6559	10.1196
210,000	11.5108	10.7040	10.1668
230,000	11.5968	10.7877	10.2489
250,000	11.6691	10.8580	10.3179
300,000	11.8076	10.9928	10.4501
400,000	11.9807	11.1613	10.6153
500,000	12.0845	11.2624	10.7145
1,000,000	12.29227	11.46451	10.9128

II.1.2.5 Programas adicionales de apoyo a los deudores de créditos en UDI's

En caso de que los préstamos de vivienda media y residencial en UDI's hayan caído en mora, los agentes de la Unidad de Servicio ofrecen a los deudores diversos programas. Su propósito es ayudar a los deudores que han tenido un buen historial de crédito, pero que temporalmente enfrentaban problemas económicos debido al desempleo, enfermedad, etc. Para tener derecho a estos, los clientes no debían haber participado en ningún otro programa anteriormente.

- Programa de Desempleo: dirigido a los deudores que han estado desempleados por 2 meses o menos. Los deudores podrán pagar 30% de su pago mensual por un periodo no mayor a 6 meses. En algunos casos, este periodo se puede extender. El banco cubre la cantidad remanente.
- Programa de Emergencia: apoya a los deudores que han tenido que enfrentar gastos inesperados desde hace no más de 2 meses a causa de una enfermedad, accidente o muerte de algún familiar cercano. El cliente deberá pagar al menos el 30% de su pago mensual por un periodo no mayor a 6 meses; en alguno de los casos, este periodo puede extenderse. El banco cubre el remanente.
- Programa de Pago: ayuda a los deudores que tienen emergencias extremas y únicamente podían pagar las mensualidades futuras, pero no estaban en condiciones de saldar la deuda anterior. El cliente deberá tener poder adquisitivo y no deber más de 4 mensualidades atrasadas. El banco condona el 100% de los intereses de la deuda y se hace cargo de los pagos de capital sin saldar.

Para estos tres programas, el banco olvidará el 25% de los pagos insolutos cada seis meses, si el deudor queda al corriente en este periodo de tiempo.

Cuando la cuenta es transferida a la Unidad de Recuperación, el banco la asigna a una consultora financiera particular; ésta localiza al deudor y trata con él. El propósito de esto es ofrecer y negociar una alternativa de solución, como son el programa "Rentar para Comprar" o la reestructuración del préstamo. Estas alternativas representan las soluciones finales para las deudas:

- Programa "Rentar para Comprar": en 1996, los bancos desarrollaron y lanzaron un programa de solución para los clientes morosos que deseaban conservar sus casas. Bajo este programa, el deudor entregaba su propiedad a un fideicomiso, ante notario público. En este punto, el banco consideraba concluida la obligación del deudor y firmaba un contrato con éste para arrendarle la casa durante un periodo de 6 años, por un porcentaje mensual de 0.7% del valor de la casa. El pago de la renta es menor que el pago mensual original de la hipoteca y se incrementa con la inflación. Al final de estos seis años, el cliente tiene la opción de "re-comprar" la propiedad al banco.

Este programa representa una solución real para el problema de liquidez temporal del cliente y para el banco. El deudor puede permanecer en la casa, mientras el banco convierte una obligación no cumplida en un generador de efectivo.

Además, el programa señala que, en caso de omisión del deudor, el banco puede embargar la propiedad dentro de los 3 meses siguientes; esto reduce la pérdida económica que implica el proceso legal.

Para 1997 se planeaba incrementar la apertura de los nuevos créditos para vivienda de tipo medio y residencial. A largo plazo, se preveía un alto potencial de mercado debido al déficit de vivienda, al crecimiento de la población y al incremento de la participación en el mercado de casas de segunda mano; asimismo, se esperaba una recuperación de la economía para reactivar el crecimiento del mercado a finales de 1997 y 1998.

No obstante, como se vio a lo largo de 1998, las reestructuraciones no tuvieron el resultado esperado, por lo que la recuperación no fue posible y fue necesario el lanzamiento de otros programas de apoyo a los deudores. De hecho, actualmente muchos de los participantes están aun tratando de resolver problemas derivados de la crisis. Por lo tanto, no se espera que exista apertura a gran volumen.

En el corto plazo, no se esperaba la entrada de nuevos prestamistas al mercado. Los únicos nuevos participantes después de la crisis de 1994, fueron bancos extranjeros que adquirieron bancos mexicanos: Banco Bilbao Vizcaya compró Probursa y, más recientemente, a Bancomer y Promex; Santander compró Banco Mexicano y Nova Scotia compró Inverlat.

Posiblemente algunos bancos cambiaron sus métodos de suscripción para satisfacer las demandas del mercado y poder recuperarse poco a poco de las pérdidas sufridas debido a la cartera vencida. Sin embargo, esto no es suficiente: los bancos deben estar preparados para este tipo de situaciones, por lo que es necesario conocer el riesgo que implica otorgar un crédito hipotecario, así como tener una estimación de los efectos que dicho riesgo puede tener en la cartera total del banco, para así tener control sobre de él y de la rentabilidad.

De acuerdo con lo anterior, en el siguiente capítulo observaremos la metodología para estimar el RAROC, el cual permite a una institución bancaria o a cualquier tipo de empresa estimar las pérdidas que podría tener y así, con la ayuda de otros factores, ajustar la rentabilidad de sus negocios al riesgo que estos representan.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DE CAPITAL AJUSTADA POR RIESGO

CAPÍTULO III METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DE CAPITAL AJUSTADA POR RIESGO

La misión de toda empresa, sea cual sea su actividad, es producir dinero. Sin embargo, año con año las empresas tienen pérdidas por diversas razones: los clientes suspenden sus pagos, los precios aumentan, surgen gastos inesperados o las tasas se mueven constantemente. Esto tiene como consecuencia que las empresas tengan una baja en sus utilidades. Debido a esto y en la preservación de la misión misma del negocio, se deben eliminar las contingencias que pongan en peligro a la empresa, determinando cuales operaciones pueden representar un riesgo para ella y la magnitud de las mismas. Una manera de conocer esto es a través de la administración del riesgo.

La administración del riesgo es el conjunto de técnicas que dispone la empresa para evitar o reducir al mínimo los efectos desfavorables de los riesgos, es decir, abarca todas aquellas actividades que la protegen de las pérdidas.

Esta técnica ha tomado gran importancia, debido a la agravación generalizada de los riesgos y al alto impacto que estos han tenido en los últimos años; además, no se limita a compensar las pérdidas, sino que propone un análisis profundo de aquellos y un planteamiento mucho más general de soluciones para evitar que ocurran pérdidas o reducir los efectos de las que no hayan podido ser evitadas.

Para lograr lo anterior, es posible calcular dichas pérdidas como el promedio de aquellas que han ocurrido en los últimos ciclos económicos; a esto se le llama pérdida esperada. Sin embargo, ésta se puede determinar mediante la aplicación de la probabilidad y la estadística al valor total expuesto al riesgo, y se emplea principalmente para establecer programas de prevención del riesgo.

No obstante, para la administración del riesgo tiene mayor importancia la pérdida no esperada, es decir, la volatilidad de la pérdida esperada. Esto se debe a que cuando una empresa tiene una pérdida no esperada, es necesario recurrir a su capital económico para cubrirla.

III.1 Proceso de la administración del riesgo

La administración del riesgo sigue un organizado proceso de cuatro pasos:

- a) **Identificación del riesgo:** es la actividad de reconocer que un riesgo cierto existe. Es la fase más importante del proceso ya que, como se mencionó anteriormente, las empresas están expuestas a múltiples riesgos que son fuentes potenciales de pérdidas financieras, por lo tanto la identificación y clasificación de los riesgos es el punto lógico de partida en dicho proceso. Esto puede llevarse a cabo por medio del conocimiento, la investigación, la experimentación y la intuición.
- b) **Medición y evaluación de los riesgos:** en esta fase se estudian las causas del riesgo y los caminos a seguir, así como la predicción de las consecuencias. Esta es la fase más difícil de realizar en la administración del riesgo. Actualmente, la medición y evaluación de los riesgos se hace frecuentemente al mismo tiempo que su identificación, ya que esto ayuda a planear cómo asignar los recursos con mayor efectividad para controlar las pérdidas.

Si una empresa sobrestima sus riesgos, compromete gastos que gravarán inútilmente sus costos. Si los riesgos son subestimados, la realización de un siniestro que hubiera podido ser evitado o cuyas consecuencias financieras normalmente habrían debido ser previstas, puede comprometer los objetivos de la empresa.

Para realizar un análisis cuantitativo de los riesgos¹ es necesario tomar como base tres conceptos:

- **Severidad:** representa el grado de gravedad económica que implica la realización del riesgo, es decir, el monto que se espera perder si el evento toma lugar.
- **Frecuencia:** indica el número de veces que se espera la ocurrencia de un evento que puede causar una pérdida.
- **Variación:** este último concepto analiza la forma en la cual se presentan los riesgos, en su magnitud y su frecuencia, con relación al tiempo.

La exposición a un riesgo dado es una función de la frecuencia, pero la severidad es el aspecto más crítico por que amenaza la supervivencia de la empresa.

- c) **Implementación de medios de financiamiento de los riesgos:** en esta fase se aplica la información obtenida en la identificación y medición de los riesgos para reducir las consecuencias negativas de estos. El financiamiento es el núcleo de la administración del riesgo, ya que es la manera de planear anticipadamente el fondeo de las pérdidas.
- d) **Control del riesgo:** una vez identificados los riesgos de la empresa, medido el grado de amenaza que cada uno plantea e implementadas las acciones que ofrezcan protección contra el daño, el paso final es monitorear lo que ya se ha hecho y hacerlo todo otra vez. No de inmediato, pero sí regularmente. El control del riesgo se aplica para reducir la frecuencia y la severidad de las pérdidas potenciales.

III.2 Clasificación del riesgo bancario

El riesgo puede definirse de diferentes formas, por ejemplo:

- **Riesgo es la exposición a una eventualidad que pueda resultar desfavorable.**
- **Riesgo es la variación (incertidumbre) en los resultados que pueden ocurrir durante un periodo específico de tiempo en una situación dada.**
- **Riesgo es la posibilidad de la realización de consecuencias no deseadas derivadas de eventos que no se pueden impedir.**

Sin embargo, para el propósito de la tesis utilizaré la siguiente definición:

El riesgo es la volatilidad (desviación estándar) de los flujos netos de efectivo de una unidad de negocio².

Los riesgos pueden clasificarse en dos categorías:

- a) **Riesgos de la empresa:** son parte integrante del estudio de la fiabilidad del proyecto y deben sopesarse al tomar la decisión de poner en marcha la operación.
- b) **Riesgos aleatorios:** nacen como consecuencia de la actividad de la empresa; se derivan de un acontecimiento o de un acto involuntario. Se deben tratar en función de la importancia de sus consecuencias, las cuales pueden comprometer los objetivos de la empresa.

Estos últimos constituyen el campo de actividad de la administración del riesgo, ya que influyen en las decisiones que se deben tomar para proteger a la empresa de la posibilidad de una pérdida.

¹ Por análisis cuantitativo de los riesgos se debe entender el conjunto de operaciones que conducen a calcular las consecuencias financieras de los siniestros.

² **UNIDAD DE NEGOCIO:** departamento de un banco, una sucursal, un tipo de producto (por ejemplo crédito hipotecario residencial), una relación con un cliente o un banco entero.

Dentro de una institución de crédito se tienen distintas clases de riesgos:

- el riesgo crediticio,
- el riesgo de mercado, y
- el riesgo operativo

El riesgo crediticio es la volatilidad por pérdidas en los créditos, la cual puede ocurrir debido al incumplimiento del pago de los clientes.

El riesgo de mercado es la volatilidad por la variación en los precios, el aumento de las tasas de interés o un nivel general de tasas alto. Tomar más riesgo de mercado del que se puede soportar reduce el valor de las acciones, ya que incrementa la probabilidad de que los accionistas sufran pérdidas asociadas al costo de quiebra.

Por último, el riesgo operativo se refiere a la volatilidad por riesgo del negocio, es decir, variación en el volumen del negocio o en los gastos de la empresa asociados con el fraude, litigaciones, etc.

Para el objetivo de este trabajo de tesis, el riesgo que me ocupa es el riesgo crediticio, ya que éste es el más importante en una institución de crédito; es también el área de riesgo que tradicionalmente tiene un gran equipo dedicado a su administración.

Aceptar más riesgo crediticio implica un incremento en la volatilidad de los valores de la cartera del banco. El valor positivo de las acciones del banco se crea prestando únicamente cuando el precio pagado por el prestatario es mayor que el precio ajustado al riesgo; además, debe prestar a tasas por encima de las tasas de préstamo con riesgo ajustado, puesto que tener créditos por arriba de los fondos del banco puede destruir el valor de las acciones, ya que el precio no es suficiente para el nivel de riesgo cubierto.

La alternativa es simplemente una: menor riesgo crediticio. El primer método para disminuirlo es a través de la venta de activos. Otra alternativa es diversificar el riesgo crediticio tomado por el banco para reducir la volatilidad de los valores en la cartera. Esto reduce el costo de la deuda del banco y la necesidad de capital.

El problema que se plantea aquí es presentar un modelo matemático fiable para calcular las posibilidades de cúmulo en función de los riesgos que pesan sobre las instituciones de crédito, para a su vez, calcular un indicador de la rentabilidad del capital de un negocio ajustada por riesgo, el cual llamaremos RAROC³; para esto, es necesario adquirir una visión global de los riesgos que corre la empresa, dominarlos en el plano matemático y financiero con vistas a garantizar la perennidad y a mejorar su posición competitiva.

III.3 Metodología para calcular la rentabilidad de capital ajustada por riesgo

Una institución bancaria tiene distintas metodologías para identificar y medir el riesgo. Entre ellas se encuentran la estimación de castigos y reservas, la promoción dirigida, definición de límites, administración del portafolio, precio ajustado por riesgo y la medición de rentabilidad de capital ajustada por riesgo; esta última será la que se trate en este trabajo.

La estimación de la rentabilidad de capital ajustada por riesgo (RAROC) es utilizada en la administración de riesgo como una medida de evaluación de la rentabilidad de una unidad de negocio y de los recursos que le serán asignados.

³ RAROC: Risk Adjustment Rentability Of Capital

El RAROC permite calcular de una manera equilibrada la contribución del riesgo y rendimiento de cada uno de los clientes, transacciones, productos o del banco en general, con la ventaja de que se puede aplicar a transacciones individuales o a un conjunto de productos, y es posible establecer el precio en todas las líneas del negocio para optimizar la rentabilidad de acuerdo al nivel de riesgo que haya sido identificado en cada una de ellas, asignando el capital justo para un funcionamiento eficiente.

III.3.1 Componentes para el cálculo del estimador RAROC

Para el cálculo de la rentabilidad de capital ajustada por riesgo se sigue la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \text{Ingresos por Interés y Cuotas Cobradas} \\ & - \text{Costo de Fondeo} \\ & - \text{Pérdida Esperada} \\ & - \text{Gastos} \\ & + \text{Beneficio de Capital} \\ & \text{Ingreso Ajustado por Riesgo} \\ & + \text{Capital Económico} \\ & \text{RAROC} \end{aligned}$$

por lo que es necesario conocer antes los componentes que la integran.

Ingresos por interés y cuotas

Todas aquellas ganancias que tiene la institución debido a los intereses cobrados sobre el saldo de los créditos, así como las cuotas y comisiones cobradas por manejo y servicio de estos.

Costo de fondeo o precio de transferencia

El precio de transferencia refleja el costo ajustado por riesgo del fondeo de los activos del banco. Este precio se establece a través de la administración de la institución. El costo de fondeo permite aislar el riesgo de tasa de interés a la unidad especial que se encarga de su manejo.

Pérdida esperada (PE)⁴.

La pérdida esperada envuelve las pérdidas crediticias que se esperan tener a lo largo de un ciclo económico; se entiende como el promedio de las pérdidas ocurridas durante un ciclo económico, por lo que se puede prever. Se calcula a través de tres componentes: frecuencia esperada de default (FED), exposición al riesgo (ER) y severidad (S), por medio de la siguiente ecuación:

$$PE = FED \cdot ER \cdot S$$

La frecuencia esperada de default es la probabilidad de que un cliente incurra en default⁵. El default varía de acuerdo al tipo de préstamo y de producto. Cuando una cuenta cae en default es transferida a la Unidad de Recuperación⁶.

⁴ Dada la importancia que tiene la Pérdida Esperada para el cálculo del RAROC, más adelante se verá su estimación con más detalle.

⁵ DEFAULT: momento en el tiempo donde la probabilidad de que se recupere el monto del crédito es mínima.

⁶ Cuando la cuenta es transferida a la Unidad de Recuperación, el banco la asigna a una consultora financiera particular, la cual localiza al deudor y trata con él. El propósito de esto es ofrecer y negociar una alternativa de solución, como la reestructuración del préstamo. Estas alternativas representan las soluciones finales para la deuda.

La exposición al riesgo es el monto del saldo actual que deberá el cliente al caer en default. Si se habla de un crédito tradicional, la exposición al riesgo será el saldo actual de la deuda más los intereses generados hasta el momento del default (no incluye los intereses moratorios). Si es una línea de crédito⁷, el cliente intentará utilizar el mayor porcentaje posible de ésta, mientras el banco intentará reducirla, es decir, la exposición puede ser tan grande como el monto de esta línea o incluso mayor, si se acumulan intereses.

La severidad es el porcentaje del crédito que no se va a recuperar. La pérdida que se produce al momento del default no siempre es igual al monto de la deuda, dado que generalmente se recurre a las reestructuraciones o recuperaciones, por lo que la suma de la pérdida final se reduce. El componente principal de la severidad es la garantía, ya que entre mayor sea la garantía, menor es la severidad.

Gastos

Como su nombre lo dice, son todos aquellos gastos en los que el banco incurre para el manejo del crédito, como los gastos de administración, gastos de proceso de recuperación y de reestructuración, etc.

Beneficio de capital

El beneficio de capital es un ajuste que se debe hacer al ingreso ajustado por riesgo, debido a que no se paga costo de fondeo por el capital económico, ya que este capital es de los accionistas y no necesita ser fondeado. El beneficio de capital se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Beneficio de Capital} = \text{Capital Económico} \cdot \text{Costo de Fondeo}$$

Capital económico

El capital económico se utiliza para respaldar las pérdidas no pronosticables, es decir, la pérdida no esperada de un banco; este dinero pertenece a los accionistas. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Capital Económico} = \text{Capital de Crédito} + \text{Capital de Operación} + \text{Capital de Mercado}$$

Sin embargo, para las operaciones de crédito no existe riesgo de mercado, por lo que no es necesario tener Capital de Mercado para cubrir las pérdidas provocadas por dicho riesgo, con lo que la fórmula del Capital Económico queda de la siguiente manera:

$$\text{Capital Económico} = \text{Capital de Crédito} + \text{Capital de Operación}$$

Por otro lado, el Capital de Crédito está en función de la pérdida no esperada y el multiplicador de capital, también llamado estándar de solvencia, y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Capital de Crédito} = \text{Pérdida no Esperada} + \text{Multiplicador de Capital}$$

La determinación del multiplicador de capital para establecer el capital de crédito depende de las aspiraciones del banco de acuerdo a la calificación de riesgo hacia el exterior.

El Capital de Operación se calcula como un porcentaje de los gastos de operación:

$$\text{Capital de Operación} = \% \text{ Gastos}$$

⁷ LÍNEA DE CRÉDITO: crédito abierto con un tope, como por ejemplo, las tarjetas de crédito.

Debido a que es sumamente importante conocer la pérdida esperada para el cálculo del RAROC, a continuación se presenta el modelo para su estimación a través de los tres componentes antes mencionados (frecuencia, severidad y exposición al riesgo).

III.3.2 Estimación de la Pérdida Esperada

Para conocer la pérdida esperada de todo el portafolio, primero es necesario conocer la pérdida de manera individual, es decir, la pérdida que representa cada cliente i del banco. Ésta se calcula en función de otros tres componentes:

$$PE_i = FED_i \cdot ER_i \cdot S_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

donde:

PE_i : Pérdida Esperada para cada cliente i

FED_i : Frecuencia Esperada de Default para cada cliente i

ER_i : Exposición al Riesgo de cada cliente i

S_i : Severidad para cada cliente i

Sin embargo, resulta conveniente hacer un estudio de cada uno de estos componentes, antes de seguir con la estimación de la Pérdida Esperada.

III.3.2.1 Frecuencia Esperada de Default

Resulta necesario analizar la frecuencia con que los clientes caen en default, para, de esta manera, estimar la probabilidad de que un cliente falte a sus compromisos contraídos con el préstamo.

Desde un punto de vista estadístico, se le asigna a cada cliente una variable aleatoria, la cual sólo puede tomar dos valores⁸:

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{si es cliente en default} \\ 0 & \text{si es cliente sano} \end{cases}$$

Una opción para calcular este factor es usar información histórica de varios ciclos económicos y eliminar, por medio de un promedio, el efecto macroeconómico de la serie: el efecto de los años con tasas de default altas se cancela con el efecto causado por años donde prevalecieron las tasas de default bajas, con lo que el residuo es la frecuencia esperada de default.

No obstante, esta estimación no es del todo correcta si no se toma en cuenta la composición del portafolio que se tiene. Si se estimara sin considerar que la muestra que se está usando corresponde a créditos de muy diversas clases, entonces los resultados no serían exactos.

Ninguna división que se lleve a cabo podrá dar un conjunto idénticamente distribuido de variables aleatorias; sin embargo, es suficiente tener grupos que, en términos de riesgo crediticio, sean razonablemente homogéneos.

⁸ A este tipo de variables se le llama "variables dummy" o "dicotómicas", las cuales tiene una distribución Bernoulli.

Para esto, se debe clasificar a los clientes de acuerdo al riesgo que representan; esto podría sonar contradictorio, ya que es precisamente lo que se pretende medir, pero no es así, ya que el objetivo es llevar a cabo una aproximación a partir de elementos que brinden una visión a priori de la calidad crediticia de cada cliente.

Para lograrlo, es necesario utilizar un sistema de calificación que permita clasificar a cada cliente, basándose en la visión que se tiene de éste. Para desarrollar dicho sistema es necesario plantear un modelo que utilice técnicas estadísticas para asegurar la confiabilidad del mismo. Sin embargo, en este trabajo solamente se supondrá la existencia de un sistema de calificación.

Una vez que se ha clasificado a cada cliente de acuerdo al sistema de calificación, los elementos de cada categoría se pueden considerar homogéneos en función del riesgo que representan para la institución; así, es posible estimar la probabilidad de default para cada subgrupo, calculando la proporción de clientes en default con respecto al total de clientes al inicio del periodo de análisis.

Estadísticamente se tiene un conjunto de variables aleatorias idénticamente distribuidas:

$$X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ji}$$

donde:

$X_{ji} \approx \text{Binomial}(p_j)$, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ para cada calificación $i \in \{1, 2, \dots, c\}$

n_j es el tamaño de la muestra para la calificación i

Se deben estimar tantos parámetros como calificaciones existan.

Calificación	Parámetro	Estimador
1	p_1	$\frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} X_{j1}$
2	p_2	$\frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} X_{j2}$
...
C	p_c	$\frac{1}{n_c} \sum_{j=1}^{n_c} X_{jc}$

Para medir la calidad de estos estimadores se utilizarán "Curvas de Potencia".

El procedimiento para construir una curva de potencia es:

1. Al inicio del ciclo económico, se debe dividir el portafolio que se va a observar en base a la calificación designada a cada cliente.
2. Al terminar dicho ciclo, se estima el parámetro p (es decir, la frecuencia esperada de default) para cada grado de calificación.
3. Se gráfica el porcentaje acumulado de clientes sanos en el eje de las abscisas y el porcentaje de clientes morosos en el eje de las ordenadas, siguiendo el orden impuesto por la calificación del paso 1) como criterio de acumulación.

4. Se ajusta a los puntos observados para cada nivel de calificación una curva de la forma:

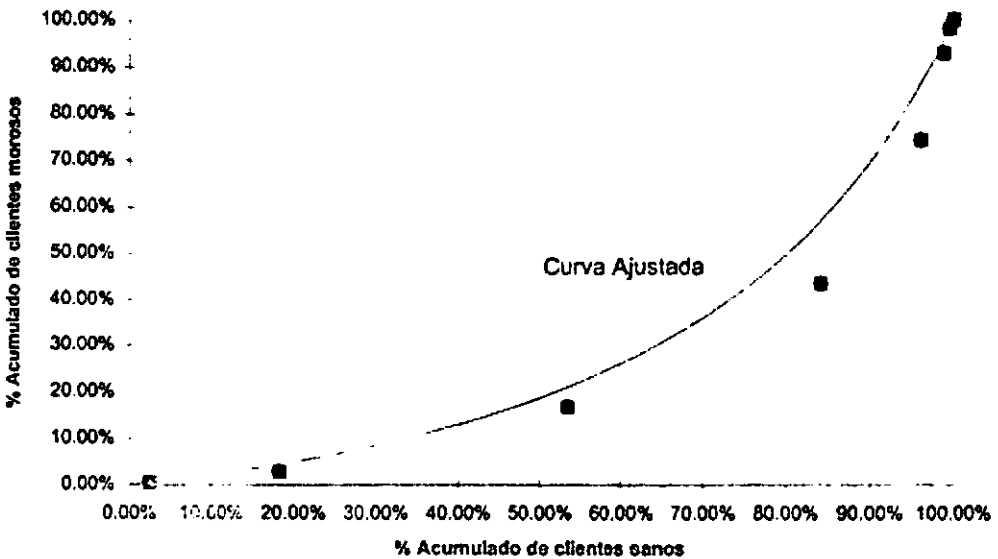
$$y = \left[\frac{ax}{1-(1-a)x} \right]^{1.1}$$

donde:

y : porcentaje acumulado de clientes en default

x : porcentaje acumulado de clientes sanos

utilizando el método de mínimos cuadrados, variando el valor de *a* para lograr la optimización.



CURVA DE POTENCIA

5. Se obtiene la integral definida correspondiente con límites 0 y 1 de la curva de potencia y se resta a 1.

$$\text{Potencia en \%} = \left[1 - \int_0^1 \left[\frac{ax}{1-(1-a)x} \right]^{1.1} dx \right] \cdot 100$$

Una curva de potencia indica la capacidad del sistema de calificación para predecir la caída de los clientes en default. Esta medida es el área bajo la curva ajustada en donde el ideal es 100%.

Para calcular la frecuencia esperada de default para cada calificación, se tiene asociada la curva de potencia ajustada de la siguiente manera:

Sea

$$y_i = \left[\frac{a(\%S_i)}{1 - (1-a)(\%S_i)} \right]^{1.1}$$

para cada calificación $i \in \{1, 2, \dots, c\}$

donde:

D : número total de clientes en default

S : número total de clientes sanos

$\%S_j$: % acumulado hasta la calificación j de clientes sanos al final del ciclo económico

Con lo que:

$$FED = \begin{cases} \frac{y_i \cdot D}{(\%S_i \cdot S)} & \text{si } i = 1 \\ 1 + \frac{y_i \cdot D}{\%S_i \cdot S} & \\ \\ \frac{(y_i \cdot y_{i-1}) \cdot D}{(\%S_i - \%S_{i-1})S} & \text{si } i \in \{2, 3, \dots, c\} \\ 1 + \frac{(y_i - y_{i-1})D}{(\%S_i - \%S_{i-1})S} & \end{cases}$$

III.3.2.2 Exposición al riesgo

El problema básico de los préstamos en cuanto a riesgo crediticio se refiere es la variabilidad de la suma del préstamo. Existen dos razones principales para esta variación:

- Pagos realizados por el cliente, lo que produce una disminución del monto
- Incremento en el uso de la línea de crédito, el cual aumenta dicha suma

De ambas, la causa más importante es la segunda, ya que la deuda no se modifica significativamente como consecuencia de los pagos recibidos. Sin embargo, si la deuda cambia por el crecimiento de la utilización de la línea de crédito, el problema es más grave, pues un cliente que tiene problemas de solvencia o liquidez, utilizará cada vez más su línea de crédito e incrementará su deuda gravemente.

La velocidad de este cambio puede ser muy alta, por lo que se debe llevar a cabo una estimación de la utilización de la línea de crédito cuando está cerca del default, factor que se denomina Exposición al riesgo.

La exposición al riesgo es el monto del saldo que está expuesto a perderse.

En el caso de créditos tradicionales, la exposición al riesgo es simplemente el saldo a la fecha más los intereses que se generarían al momento del default. Para las líneas de crédito, la exposición al riesgo puede ser tan grande como el monto total de la línea o incluso mayor si se acumulan intereses.

Estadísticamente:

$$ER = \text{Saldo de la Línea} \cdot FR$$

donde:

ER: variable aleatoria que indica la exposición al riesgo

FR: variable aleatoria que indica el porcentaje del crecimiento de la deuda en términos del Saldo de Línea, llamado Factor de Riesgo

En los créditos donde el monto de la deuda no varía, $FR = 100\%$, pero en los casos en que dicho monto cambia constantemente, medir el porcentaje con que éste aumenta implica una tarea más complicada.

En este caso es necesario dividir el portafolio de acuerdo al tipo de producto, para generar los estimadores, ya que la deuda aumenta acorde al producto de que se trate.

Para la exposición al riesgo, interesa su valor esperado y su varianza:

$$E(ER) = E(\text{Saldo de la Línea} \cdot FR)$$

$$\text{Saldo de la Línea} \cdot E(FR)$$

y

$$\text{Var}(ER) = \text{Var}(\text{Saldo de la Línea} \cdot FR)$$

$$(\text{Saldo de la Línea})^2 \cdot \text{Var}(FR)$$

De acuerdo con lo anterior, la exposición al riesgo depende únicamente de la variable aleatoria Factor del Riesgo, ya que los demás componentes son constantes, por lo que el modelo se debe centrar en dicho factor.

El estimador que se propone para el valor esperado del Factor del Riesgo es:

$$E(FR) = \frac{1}{n_i} \sum_{v=1}^{n_i} \left[\text{Max} \left\{ \frac{U_{i,v,w}}{L_{i,v,w}} \right\}_{w=I_a, I_v, \dots, I_e} \right]$$

y

$$\text{Var}(FR) = \frac{1}{n_i} \sum_{v=1}^{n_i} \left[\left(\text{Max} \left\{ \frac{U_{i,v,w}}{L_{i,v,w}} \right\}_{w=I_a, I_v, \dots, I_e} \right)^2 \right] - E^2(FR)$$

donde:

FR : factor de riesgo para el conjunto de créditos con tipo de producto i

$U_{i,v,w}$: saldo de la línea utilizado como la muestra v al tiempo w del conjunto de créditos de tipo de producto i

$L_{i,v,w}$: saldo límite de crédito para la muestra v al tiempo w del conjunto de créditos con tipo de producto i (únicamente préstamos con límite de crédito)

t_{ov} : tiempo de inicio del crédito para la muestra v del conjunto de créditos con tipo de producto i

$t_{\alpha v}$: tiempo en que la muestra v del conjunto de créditos con tipo de producto i cayó en default

n_i : tamaño de la muestra del conjunto de créditos con tipo de producto i

La muestra utilizada es de créditos que cayeron en default y del tipo de producto i .

Una vez hecho lo anterior para todos los productos, se tiene un estimador de la esperanza y de la varianza del factor del riesgo para cada uno de ellos, a fin de utilizarlo para obtener el valor esperado y la variación de la exposición al riesgo.

III.3.2.3 Severidad

La severidad es el porcentaje que la institución de crédito espera perder del total del saldo actual del cliente al caer en default.

Algo muy común entre los bancos es realizar una reestructuración de la deuda antes de llegar al proceso de recuperación, tomando en cuenta que un cliente puede tener problemas de liquidez y no de solvencia.

La severidad es el complemento de la recuperación de un préstamo después de caer en default, por lo que se puede presentar de la siguiente manera:

$$\text{Severidad} = 1 - \frac{\text{Recuperación Neta}}{1 - (\text{Ingresos por recuperación} - \text{Costo de recuperación})}$$

Por lo que para calcular la severidad, primero es necesario calcular la recuperación.

Siendo X una variable aleatoria que indica si un préstamo pasó o no pasó al proceso de recuperación

$$X = \begin{cases} 1 & \text{si el préstamo está en recuperación} \\ 0 & \text{si el préstamo no está en recuperación} \end{cases}$$

donde:

$X \approx \text{Bernoulli}(p)$ por lo que $E(x) = p$ y $\text{Var}(x) = p(1-p)$

El modelo que se expone es

$$R = X \cdot R_p + (1 - X) \cdot R_r$$

donde:

R : Variable aleatoria que indica la recuperación total del préstamo

R_p : Variable aleatoria que indica la recuperación por proceso de recuperación

R_r : Variable aleatoria que indica la recuperación por reestructuración

Lo que se busca es el valor esperado y la varianza de la recuperación:

$$\begin{aligned} E(R) &= E_x[E_R(R | X)] \quad \text{por la ley de las probabilidades totales} \\ &= E_x[X \cdot E(R_p) + (1 - X) \cdot E(R_r)] \\ &= E(X) \cdot E(R_p) + (1 - E(X)) \cdot E(R_r) \\ &= p \cdot E(R_p) + (1 - p) \cdot E(R_r) \end{aligned}$$

y

$$\begin{aligned} \text{Var}(R) &= \text{Var}_x[E_R(R | X)] + E_x[\text{Var}_R(R | X)] \quad \text{por la ley de las probabilidades totales} \\ &= \text{Var}_x[X \cdot E(R_p) + (1 - X) \cdot E(R_r)] + E_x[\text{Var}_R(X \cdot R_p + (1 - X) \cdot R_r)] \\ &= \text{Var}_x[(E(R_p) - E(R_r)) \cdot X + E(R_r)] + E_x[X^2 \cdot \text{Var}(R_p) + (1 - X)^2 \cdot \text{Var}(R_r)] \\ &= [E(R_p) - E(R_r)]^2 \cdot \text{Var}(X) + E(X^2) \cdot \text{Var}(R_p) + E[(1 - X)^2] \cdot \text{Var}(R_r) \\ &= p \cdot (1 - p) \cdot [E(R_p) - E(R_r)]^2 + p \cdot \text{Var}(R_p) + (1 - p) \cdot \text{Var}(R_r) \\ &= p(1 - p) \cdot [E(R_p) - E(R_r)]^2 + p \cdot [\text{Var}(R_p) - \text{Var}(R_r)] + \text{Var}(R_r) \end{aligned}$$

Este último es un resultado consistente ya que:

- Si $p = 0$ (probabilidad de recuperación cero), entonces $\text{Var}(R) = \text{Var}(R_r)$.
- Si $p = 1$ (existe proceso de recuperación), entonces $\text{Var}(R) = \text{Var}(R_p)$.

Generalmente, cuando se realiza una reestructuración, el valor presente neto del crédito se mantiene intacto antes y después de ella para evitar pérdidas, por lo que la variable R_r se convierte en una constante y la $E(R_r) = 100\%$ y $\text{Var}(R_r) = 0$; así, lo anterior se simplifica a:

$$\begin{aligned} E(R) &= p \cdot [E(R_p) - 1] + 1 \\ \text{Var}(R) &= p \cdot (1 - p) \cdot [E(R_p) - 1]^2 + p \cdot \text{Var}(R_p) \end{aligned}$$

Se debe centrar la atención en la esperanza y en la varianza de la recuperación cuando existe ese proceso, es decir, en $E(R_p)$ y $\text{Var}(R_p)$.

La recuperación por proceso es:

$$R_p = \frac{\text{Ingresos por recuperación} - \text{Costo de recuperación}}{\text{Saldo del préstamo}}$$

Es necesario dividir el portafolio en dos: créditos que tengan garantía y créditos que carezcan de ella (un préstamo con garantía tiene mayor recuperación que uno que no la tenga) para que, basándose en esto, se generen los estimadores buscados. Así, se generan dos conjuntos de estimadores de la esperanza y de la varianza de R_p : préstamos con garantía y préstamos sin garantía.

Para el cálculo final de la esperanza y la varianza de la severidad para ambos tipos de crédito, es necesario utilizar una muestra para estimar una razón:

Se tiene un conjunto de variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_n y Y_1, Y_2, \dots, Y_n con el que se desea estimar la razón $R = X/Y$. Esta razón se puede obtener con el siguiente estimador:

$$R = \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

con lo que se tiene

$$E(R_p) = \frac{\sum_{k=1}^n (I_k - C_k)}{\sum_{k=1}^n S_k \cdot e^{(d/365) \cdot i}}$$

y

$$Var(R_p) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n \left[\left(\frac{I_k - C_k}{S_k \cdot e^{(d/365) \cdot i}} \right) - M \right]^2$$

con:

$$M = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left[\frac{I_k - C_k}{S_k \cdot e^{(d/365) \cdot i}} \right]$$

donde:

I_k : Ingresos por recuperación para el elemento k – ésimo de la muestra

C_k : Costos por el proceso de recuperación para el k – ésimo elemento de la muestra

S_k : Saldo no liquidado del elemento k – ésimo de la muestra

d : días promedio que un préstamo permanece en proceso de recuperación (cte)

i : tasa de interés

n : tamaño de la muestra

III.3.2.4 Cálculo de la pérdida esperada

Las tres secciones anteriores sirvieron para el estudio de los factores que componen la pérdida esperada, es decir, la frecuencia esperada de default, la exposición al riesgo y la severidad. Ahora, en esta sección, se mostrará cómo se calcula el valor esperado y la varianza de la pérdida esperada.

Como se mostró anteriormente, el modelo de la pérdida esperada para cada uno de los clientes del banco es el siguiente:

$$PE_i = FED_i \cdot ER_i \cdot S_i$$

Dado que a cada cliente se le da el valor de la variable aleatoria X , la cual toma el valor 1 para un cliente en default y el valor 0 para un cliente sano, la FED_{*i*} se sustituirá por dicha variable, con lo que se tiene que

$$PE_i = X_i \cdot ER_i \cdot S_i \quad \text{para } i \in \{1, 2, \dots, n\}$$

donde:

X_i : variable aleatoria que indica si el cliente i cayó en default

ER_i : variable aleatoria que indica la exposición al riesgo para el cliente i

S_i : variable aleatoria que mide la severidad de la pérdida del saldo del cliente i

n : número total de clientes en el portafolio

Para conocer el valor esperado de la pérdida esperada se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} E(PE_i) &= E_x [E(PE_i | X_i)] \\ &= E_x [E(X_i \cdot ER_i \cdot S_i | X_i)] \\ &= E_x [X_i \cdot E(ER_i \cdot S_i | X_i)] \\ &= E_x [X_i \cdot E(ER_i | X_i) \cdot E(S_i | X_i)] \quad \text{suponiendo } ER_i \text{ y } S_i \text{ independientes condicionalmente} \\ &= 0 \cdot E(ER_i | X_i = 0) \cdot E(S_i | X_i = 0) \cdot P(X_i = 0) + 1 \cdot E(ER_i | X_i = 1) \cdot E(S_i | X_i = 1) \cdot P(X_i = 1) \\ &= E(ER_i | X_i = 1) \cdot E(S_i | X_i = 1) \cdot P(X_i = 1) \\ &= E(ER_i | X_i = 1) \cdot E(S_i | X_i = 1) \cdot E(X_i) \end{aligned}$$

También es necesario conocer la varianza de dicha pérdida para, a partir de ella, calcular la pérdida no esperada:

$$\begin{aligned} Var(PE_i) &= Var_x [E(PE_i | X_i)] + E_x [Var(PE_i | X_i)] \\ &= Var_x [E(X_i \cdot ER_i \cdot S_i | X_i)] + E_x [Var(X_i \cdot ER_i \cdot S_i | X_i)] \\ &= E_x [(X_i \cdot E(ER_i \cdot S_i | X_i))^2] - [E_x (X_i \cdot E(ER_i \cdot S_i | X_i))]^2 + E_x [X_i^2 \cdot Var(ER_i \cdot S_i | X_i)] \\ &= [0 \cdot E(ER_i \cdot S_i | X_i = 0)]^2 \cdot P(X_i = 0) + [1 \cdot E(ER_i \cdot S_i | X_i = 1)]^2 \cdot P(X_i = 1) - \\ &\quad [0 \cdot E(ER_i \cdot S_i | X_i = 0) \cdot P(X_i = 0) + 1 \cdot E(ER_i \cdot S_i | X_i = 1) \cdot P(X_i = 1)]^2 + \\ &\quad 0^2 \cdot Var(ER_i \cdot S_i | X_i = 0) \cdot P(X_i = 0) + 1^2 \cdot Var(ER_i \cdot S_i | X_i = 1) \cdot P(X_i = 1) \\ &= [E(ER_i \cdot S_i | X_i = 1)]^2 \cdot P(X_i = 1) + [E(ER_i \cdot S_i | X_i = 1) \cdot P(X_i = 1)]^2 + \\ &\quad Var(ER_i \cdot S_i | X_i = 1) \cdot P(X_i = 1) \\ &= [E(ER_i \cdot S_i | X_i = 1)]^2 \cdot P(X_i = 1) \cdot [1 - P(X_i = 1)] + Var(ER_i \cdot S_i | X_i = 1) \cdot P(X_i = 1) \\ &= E(ER_i | X_i = 1)^2 \cdot E(S_i | X_i = 1)^2 \cdot P(X_i = 1) \cdot [1 - P(X_i = 1)] + \\ &\quad Var(ER_i \cdot S_i | X_i = 1) \cdot P(X_i = 1) \\ &= E(ER_i | X_i = 1)^2 \cdot E(S_i | X_i = 1)^2 \cdot E(X_i) \cdot [1 - E(X_i)] + Var(ER_i \cdot S_i | X_i = 1) \cdot E(X_i) \\ &= E(ER_i | X_i = 1)^2 \cdot E(S_i | X_i = 1)^2 \cdot E(X_i) \cdot [1 - E(X_i)] + \\ &\quad \left[Var(ER_i | X_i = 1) \cdot Var(S_i | X_i = 1) + Var(S_i | X_i = 1) \cdot E(ER_i | X_i = 1)^2 + \right] \cdot E(X_i) \end{aligned}$$

La varianza de la pérdida esperada mide cuanto varían las pérdidas de la media, es decir, indica el valor de la pérdida no esperada; no obstante, es realmente la desviación estándar la que se usa como medida de la pérdida no esperada, ya que se encuentra en las mismas unidades que el valor esperado calculado.

$$\sqrt{\text{Var}(PE_i)} = \sqrt{\frac{E(ER, | X_i = 1)^2 \cdot E(S, | X_i = 1)^2 \cdot (1 - E(X_i)) + \text{Var}(ER, | X_i = 1) \cdot \text{Var}(S, | X_i = 1) + \text{Var}(S, | X_i = 1) \cdot E(ER, | X_i = 1)^2 + \text{Var}(ER, | X_i = 1) \cdot E(S, | X_i = 1)^2}{E(X_i)}}$$

Una vez que se tiene tanto la pérdida esperada, como la no esperada para cada uno de los clientes, es necesario calcular ambos valores para el total del portafolio.

La pérdida esperada del portafolio es la suma de las pérdidas esperadas de cada uno de los clientes que lo conforman, es decir,

$$PE = \sum_{i=1}^n PE_i \quad \text{para } i \in \{1, 2, \dots, n\}$$

así, su valor esperado es

$$E(PE) = \sum_{i=1}^n E(PE_i)$$

y su variación es

$$\begin{aligned} \text{Var}(PE) &= \text{Var}\left(\sum_{i=1}^n PE_i\right) \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \text{COV}(PE_i, PE_j) \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\rho_{ij} \cdot \sqrt{\text{Var}(PE_i)} \cdot \sqrt{\text{Var}(PE_j)}] \end{aligned}$$

por lo que la pérdida no esperada del portafolio es

$$\sqrt{\text{Var}(PE)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\sqrt{\text{Var}(PE_i)} \sqrt{\text{Var}(PE_j)} \cdot \rho_{ij}]}$$

Por otro lado, es necesario determinar la participación individual de cada préstamo para establecer su rendimiento y su contribución al riesgo del portafolio con su inclusión.

De acuerdo con lo anterior, lo que se busca es conocer como cambia el riesgo de la cartera al agregar un *i*-ésimo cliente; esto es posible utilizando la derivada parcial de la desviación estándar de la pérdida esperada del portafolio, con respecto a la desviación estándar de la pérdida generada por el elemento *i*

$$\frac{\partial[\sqrt{\text{Var}(PE)}]}{\partial[\sqrt{\text{Var}(PE_i)}]} = \frac{\sum_{j=1}^n \sqrt{\text{Var}(PE_j)} \cdot \rho_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\sqrt{\text{Var}(PE_i)} \sqrt{\text{Var}(PE_j)} \cdot \rho_{ij}]}}$$

Dado que ésta es solamente la tasa de riesgo al incluirse una parte infinitesimal del elemento i , es necesario multiplicar por tantas unidades como el elemento i contenga de riesgo

$$Riesgo_i = \sqrt{Var(PE_i)} \cdot \frac{\sum_{j=1}^n \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\sqrt{Var(PE_i)} \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}]}}$$

donde:

Riesgo_i, es el riesgo que el cliente i aporta al riesgo total del portafolio

Si $\sum_{j=1}^n \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij} < 0$, es decir, si la aportación al riesgo del cliente i es negativa, entonces el elemento i disminuye el riesgo del portafolio total. Esto sucede si la correlación del préstamo es menor a cero con un gran número de elementos del portafolio o si la correlación del crédito es negativa con otro elemento con desviación estándar alta⁹.

Una manera de verificar el resultado anterior, es sumando los riesgos de cada cliente:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n Riesgo_i &= \sum_{i=1}^n \left[\sqrt{Var(PE_i)} \cdot \frac{\sum_{j=1}^n \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\sqrt{Var(PE_i)} \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}]}} \right] \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{Var(PE_i)} \sum_{j=1}^n \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\sqrt{Var(PE_i)} \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}]}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\sqrt{Var(PE_i)} \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\sqrt{Var(PE_i)} \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}]}} \\ &= \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [\sqrt{Var(PE_i)} \sqrt{Var(PE_j)} \cdot \rho_{ij}]} \\ &= Riesgo_{port} \end{aligned}$$

Por lo tanto, concluimos que la suma de las contribuciones individuales al riesgo es igual al riesgo del portafolio total.

Una vez que se cuenta con cada uno de los componentes requeridos, es posible llevar a cabo el cálculo del estimador RAROC, por medio de la operación anteriormente mencionada.

⁹ Ver SELECCIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN en el anexo 2.

III.3.3 Ejemplos de la estimación del RAROC

Cálculo del estimador RAROC para el siguiente crédito:

Datos del crédito

Saldo	\$ 10,000	
Interés	40%	
Cuotas	\$ 700	
Costo de fondeo	20%	
Gastos	\$ 1,500	
Severidad	65%	
Exposición al riesgo	\$ 20,000	
Frecuencia	6%	
Capital de crédito	\$ 500	
Capital operativo	35%	
Ingresos por interés y cuotas cobradas	+\$4700	(saldo x interés + cuotas)
- Costo de Fondeo	- \$2000	(saldo x costo de fondeo)
- Pérdida Esperada	- \$ 780	(exposición x severidad x frecuencia)
- Gastos	- \$1500	
+ <u>Beneficio de Capital</u>	+\$ 205	(capital económico x costo de fondeo)
Ingreso ajustado por riesgo	\$ 625	
+ <u>Capital Económico</u>	+\$1025	(capital de crédito + capital operativo)
<u>RAROC</u>	<u>61%</u>	

Medir la rentabilidad de una unidad de negocio por medio del estimador RAROC permite tener una visión completamente diferente de su rendimiento.

El siguiente es un ejemplo de la rentabilidad de dos préstamos: uno con riesgo bajo y el otro con riesgo alto. Por una parte, se verá el rendimiento de los préstamos sin ser ajustados al riesgo del negocio y por otro lado, se muestra como es que su rendimiento cambia totalmente una vez que se ajusta por riesgo.

	Visión Regulatoria		Visión ajuste por Riesgo	
	Riesgo Bajo	Riesgo Alto	Riesgo Bajo	Riesgo Alto
Ingresos (Spread)	5.0%	10.0%	5.0%	10.0%
Gastos	- 1.5%	- 3.0%	- 1.5%	- 3.0%
Pérdida esperada	- 0.0%	- 0.0%	- 0.1%	- 1.5%
Utilidad	3.5%	7.0%	3.4%	5.5%
Capital	10%	10%	5.0%	15.0%
RAROC	35%	70%	68%	37%

Como se puede observar, en la columna de visión regulatoria no se toma en cuenta la pérdida esperada, por lo que la utilidad que se espera obtener en el negocio con alto riesgo parece ser mayor que la del riesgo bajo. No obstante, en la visión de ajuste por riesgo sí se contempla la posibilidad de pérdida; debido a esto, la utilidad del negocio con riesgo alto realmente resulta mucho menor.

Debido a lo anterior, es importante evaluar a las unidades de negocio de acuerdo a su perfil de riesgo y rendimiento, siguiendo la misma metodología para cada una de ellas. Evaluar de esta forma permite vincular el riesgo y el rendimiento, e incorpora la correlación que existe entre los portafolios y aquella que hay entre dichas unidades.

Una vez que se ha identificado el RAROC, se tienen las bases necesarias para la asignación de recursos entre las unidades de negocio, con el fin de maximizar la rentabilidad del banco. El RAROC de las transacciones, productos y unidades de negocio debe contribuir a optimizar el RAROC de la institución en su totalidad; este enfoque se puede aplicar a nivel institucional o de unidad de negocio.

Es posible incrementar la rentabilidad ajustada por riesgo cambiando la estructura de activos y pasivos y, una vez que se conozca la rentabilidad de cada unidad de negocio, se podrá decidir la forma en que se redistribuirá el capital para maximizar el rendimiento.

Es importante conocer el RAROC de cada cliente para calcular la utilidad que generará a la institución, aunada a los ingresos y gastos generados por otros conceptos.

Un cliente se considera adecuado, si su rentabilidad de capital ajustada por riesgo supera el nivel mínimo establecido por los accionistas del banco. Sin embargo, un cliente puede ser aceptado, aunque no cumpla la condición anterior, por las siguientes razones:

- Existe un negocio potencialmente atractivo en el futuro para el banco con dicho cliente.
- La inclusión de este cliente en el portafolio es importante, pues puede aumentar o mantener cierto nivel en el mercado.
- La inclusión del cliente ayuda a diversificar el riesgo.
- Existen razones no cuantificables que convienen a la institución.

III.3.4 Importancia de la metodología para calcular el RAROC

- La metodología de medición de rendimiento por medio del RAROC, se está utilizando como el estándar mundial para la medición del desempeño de un negocio.
- Esta herramienta permite medir la rentabilidad del Banco de manera vertical y horizontalmente:
 - Aunque la fuente del riesgo de cada actividad puede ser diferente, el RAROC es comparable entre clientes, productos y Unidades de Negocio
 - La asignación de capital se hace en base a la proporción de riesgo en la que cada área incurre
- Esta metodología incentiva la distribución eficiente del capital entre las actividades con mayores rendimientos ajustados por riesgo.
- Si el desempeño de las Unidades de Negocio se mide en base al RAROC, los intereses de quienes toman las decisiones dentro de un Banco están muy relacionados con los intereses de los accionistas.
- Por medio del RAROC se puede identificar los productos, clientes o transacciones que ayudan a mejorar el crecimiento de los negocios; asimismo, con el uso de este indicador, la institución podrá manejar de manera más efectiva su portafolio, a través de la diversificación del portafolio, venta de cartera, revisión de préstamos, pronósticos de pérdida, análisis de desempeño de las áreas o modificaciones en las normas de apertura de los préstamos.

III.3.5 Ventajas de la metodología para estimar el RAROC

Nivel de Decisión	Ventaja Competitiva
Ejecutivo de Cuenta	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizan fronteras eficientes para optimizar Riesgo/Rendimiento • Se toma en cuenta la calidad crediticia del cliente • Se asigna un precio ajustado por riesgo en base a la relación integral del cliente con el Banco • Se aplican técnicas de Administración de Portafolio • Se detectan y promueven negocios con mayor rentabilidad ajustada por Riesgo • La segmentación de mercados y mercados meta se hace en base al RAROC
Dirección	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor entendimiento de las causas de riesgo y de posibles sinergias en el Banco • El costo del riesgo se incluye en el precio • Se controlan los montos expuestos al riesgo
Banco	<ul style="list-style-type: none"> • El capital se asigna de manera eficiente • El banco proyecta al exterior una imagen de seguridad por las herramientas con las que administra y cubre su riesgo

La metodología para estimar el RAROC no es exclusiva de un solo tipo de crédito, es decir, es posible aplicarla a cualquier producto crediticio de la institución bancaria; no obstante, en el siguiente capítulo se expondrá la arquitectura tecnológica básica para la implementación de ésta en el sistema de la Banca Hipotecaria.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DE CAPITAL AJUSTADA POR RIESGO EN LA BANCA HIPOTECARIA

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA RENTABILIDAD DE CAPITAL AJUSTADA POR RIESGO EN LA BANCA HIPOTECARIA

Para que la estimación del RAROC sea exacta, determinativa y en verdad útil a la Banca, se debe contar con información de riesgo veraz y consistente; debido a esto, es necesario automatizar la obtención de dicha información, a través de los sistemas y bases de datos con los que cuente la institución bancaria.

El presente capítulo tiene como objetivo proponer una arquitectura tecnológica, la cual permita consolidar la medición, el monitoreo y el control de los riesgos, con el fin de adecuar el modelo planteado a la Circular 1423 de la CNBV¹ y, de esta manera, obtener datos confiables que permitan elegir el rumbo correcto de la empresa.

El proyecto consiste en generar un sistema que obtenga en forma automática y periódica la información de riesgo de cada Unidad de Negocio, la concentre en un depósito y sirva para dar continuidad a la metodología de cálculo del riesgo.

Para conseguir dicha automatización, las redes² computacionales representan una opción eficaz en cuanto a la obtención de datos, cumpliendo estos últimos con las características básicas de claridad, oportunidad y veracidad y, al mismo tiempo, mejorando la administración de recursos y la toma de decisiones. En las organizaciones actuales, las redes cobran gran importancia debido a su gran diversidad, a su respuesta oportuna y a la facilidad que representa para administrar en forma eficiente este tipo de recursos.

Por lo anterior, la arquitectura que se propondrá para lograr la centralización del riesgo considera los criterios necesarios para recolectar los datos de una manera fácil, rápida y confiable, y con ellos realizar todos los cálculos y consultas que el usuario requiera.

IV.1 Requerimientos para el desarrollo de la arquitectura tecnológica para la centralización del riesgo

Para centralizar la información de riesgo de una unidad de negocio o de toda una institución bancaria y garantizar que se trata de información confiable, existen tres operaciones fundamentales:

- Llevar a cabo los cálculos de los indicadores de riesgo de manera centralizada.
- Poblar las aplicaciones con la información necesaria para los cálculos, almacenándola centralmente y disponiéndola para consulta.
- Alimentar de manera flexible y por un único canal, la información que se requiere en los cálculos y que no exista en las aplicaciones de manera directa.

La estrategia que se recomienda para desarrollar estas actividades es la implementación de un modelo que permita operar por separado las siguientes funciones:

▪ Interacción con el usuario (interfases)

Presentación (front-end) que emplea el usuario para poder interactuar con el modelo y suministrar o consultar información. El sistema de interfases permite obtener información en forma periódica

¹ Para conocer el contenido de la circular 1423 de la CNBV, ver Anexo 3

² Por red se entenderá un soporte de comunicación para la interconexión de sistemas en un área restringida. Ésta es una definición informal, pero por el momento basta.

y automática. Cada interfase de una red se responsabiliza de efectuar el protocolo de enlace, el cual regula la comunicación entre interfases, y el protocolo de acceso a la red, que especifica y supervisa las interacciones entre una interfase y su usuario.

▪ **Cálculo o lógica aplicativa**

Desarrollo de las herramientas para realizar los cálculos periódicamente. En este caso, se trata de la metodología descrita en el Capítulo III para la estimación del RAROC.

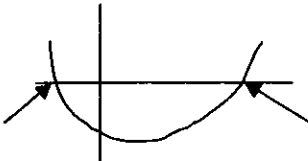
▪ **Manejo de datos**

Actualización periódica de las bases de datos y revisión de su integridad; en caso de que ésta no se cumpla, se deben añadir los datos faltantes. Para lograrlo es conveniente automatizar los procesos de extracción de información a través de las interfases, e implementar un depósito para almacenar la información obtenida, así como la que se genere a partir de ésta; es necesario que el usuario disponga de herramientas para la explotación de la información y generación de reportes.

Trabajar por separado con estas funciones permite plantear efectivas soluciones a la medida, ajustar el modelo a las distintas situaciones de cada unidad de negocio y desarrollar mecanismos flexibles para alimentar temporalmente las bases de datos de las aplicaciones fuente con la información que no contengan (este último proceso deberá mantenerse hasta que la aplicación base incorpore toda la información necesaria).

Adicionalmente, al separar las funciones, es posible implementar soluciones validando y afinando la infraestructura, e incorporar las unidades o áreas de acuerdo a la información con la que se cuente de ellas (calidad, complejidad, estado actual de las aplicaciones, etc.). Por ejemplo, se puede iniciar incorporando las unidades más desarrolladas o, por el contrario, empezar con las más precarias en infraestructura e información (dependiendo del análisis de la situación actual).

Una manera más clara de ver la estrategia anterior, es plantearla como un problema matemático:



Problema: se desea conocer las raíces de esta figura, de la cual se sabe su fórmula:

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

La metodología establece los conceptos y los métodos de medición que se deben utilizar; en este caso, la metodología es la fórmula cuadrática.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

En el procedimiento de cálculo, se identifican las variables involucradas, es decir, los datos necesarios.

Base de Datos

a	b	m	...
---	---	---	-----

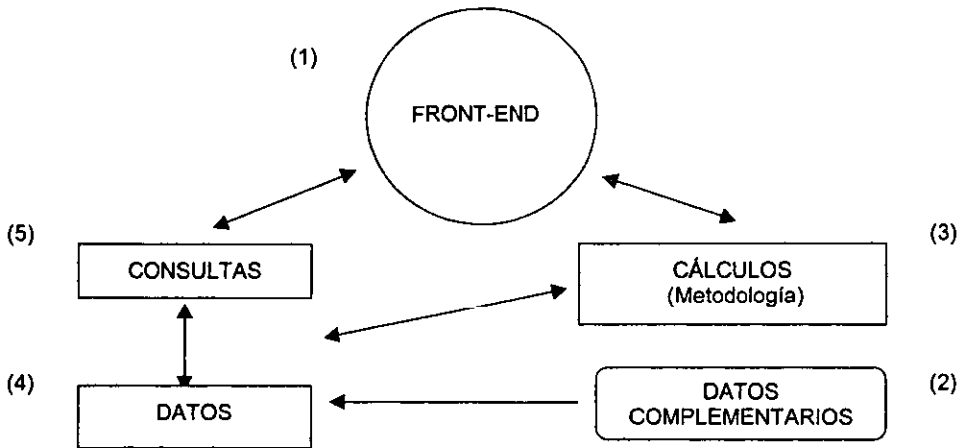
 ¿c?

Se cotejan los datos que tenemos con aquellos que se requieren para poder utilizar la fórmula anterior y verificar si hace falta alguno. Aquí, falta la "c", por lo que se tendrá que conseguir por otra vía.

De acuerdo con lo anterior, se observan 5 componentes principales para llevar a cabo la estrategia con la que se busca implementar el modelo:

1. Activar la ejecución del cálculo, monitorear y observar los resultados
2. Complementar los datos faltantes en las bases de datos
3. Realizar el cálculo con la metodología y los datos centrales
4. Almacenar los resultados
5. Consultar la información con propósitos específicos (monitoreo, toma de decisiones, generación de reportes, simulación, análisis de sensibilidad bajo diferentes escenarios, etc.)

Como se puede ver en la siguiente gráfica, estos componentes se relacionan entre sí para lograr la centralización de la información; los números corresponden a cada uno de los componentes arriba mencionados y el momento en que intervienen en el modelo.



(1) El front-end (interfase) permite el acceso del usuario al modelo y, por medio de éste, podrá dar el orden de ejecutar los cálculos, monitoreos y consultas de los resultados.

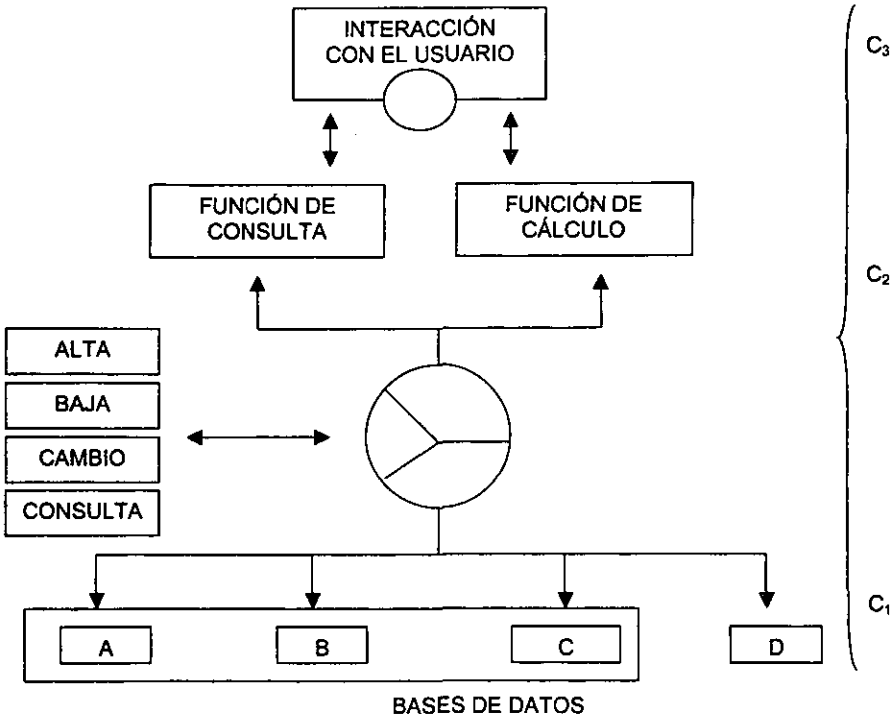
(2) Antes de realizar cualquier actividad, el sistema se encarga de revisar que los datos necesarios para el cálculo estén completos, efectuando un mapeo con los datos aplicativos existentes contra las variables de cálculo; si las bases de datos no contienen toda la información requerida, será preciso añadir aquella que falte. Es conveniente señalar que esto debe realizarse de una manera flexible y por un solo canal, para evitar imprecisiones y duplicación de información.

(3) Una vez que los datos estén completos, se utilizarán para efectuar el proceso de cálculo con la metodología previamente planteada. (4) Realizados los cálculos, los resultados obtenidos se almacenarán en la base de datos. (5) Los datos recolectados servirán para efectuar cálculos posteriores y las consultas que el usuario requiera.

Es importante señalar que la arquitectura que se planteará a continuación se debe aplicar a toda unidad de negocio y reunir los resultados en un sistema que llamaré Administrador Central del Riesgo; sin embargo, las propuestas (hardware, software, tiempos, costos, etc.) que se harán en este capítulo son específicamente para la Banca Hipotecaria, en atención al propósito inicial de este trabajo de tesis.

IV.2 Modelo propuesto para la aplicación de la metodología en la Banca Hipotecaria

Ya que se conocen los requerimientos que debe cumplir la propuesta de arquitectura, es posible presentar un modelo que se adecue a ellos:



Esta representación es únicamente el esquema del funcionamiento de la red, por lo que es necesario indicar el tipo de componentes de hardware y software que se recomienda utilizar para que dicha red opere correctamente.

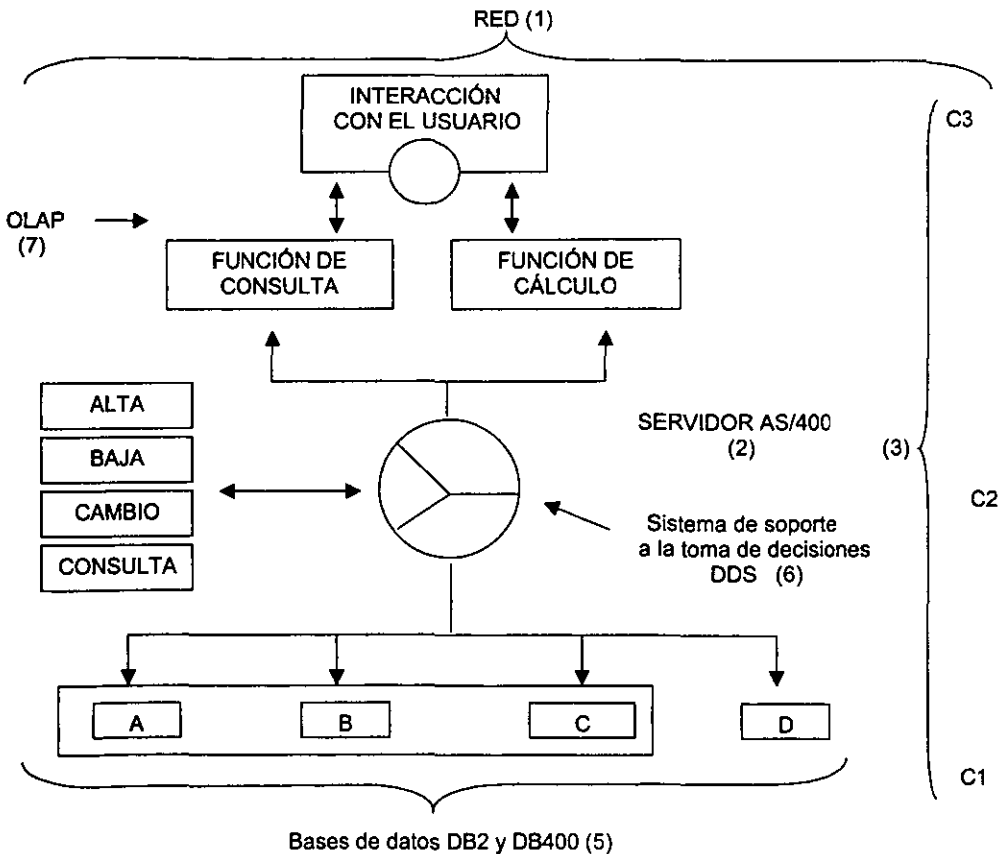
El esquema anterior es útil para todas las unidades de negocio, así como para el banco en su totalidad, no obstante cada una de ellas requiere de un tipo de plataforma propio. Como ya he mencionado, mi enfoque es específicamente para el Crédito Hipotecario.

IV.3 Propuesta de una plataforma de software y hardware para la implementación del modelo en la Banca Hipotecaria

Como se mencionó, en esta sección se harán algunas propuestas para una plataforma de hardware y software correspondiente a la Banca Hipotecaria, basadas totalmente en el esquema anterior.

Las soluciones que se proponen no son absolutas; es posible utilizar distintas soluciones de acuerdo a la capacidad técnica y presupuestal del banco. Por ejemplo, en este trabajo se propone la utilización de algunos paquetes; no obstante, es posible que establecer soluciones a la medida, creadas por el propio personal del banco o por consultores y analistas externos.

El modelo está basado en un sistema de red Cliente/Servidor, el cual se refiere a la comunicación que tiene una computadora llamada Cliente (manejada por el usuario) con otra llamada Servidor (manejada por el administrador de la red).



A continuación, se describen los componentes del modelo, tanto hardware como software, así como las sugerencias que se hacen para cada uno de ellos:

1. Red

Una red es un sistema que envía y recibe datos y mensajes, y habilita a un grupo de computadoras para comunicarse por medio de periféricos compartidos y tener acceso remoto a otras redes. La organización básica de una red consiste en un conjunto de equipos que se conectan a una subred de comunicaciones a través de interfases.

Una red tiene como propósito proporcionar servicios compartidos, esto es, funciones de computadora usadas simultáneamente por múltiples usuarios en cualquier lugar de la red. Algunos de estos servicios son: almacenamiento de archivos, administración central y distribuida, seguridad, impresión, respaldo y protección de datos, comunicación entre unidades de negocio y conectividad.

Otra de las razones para utilizar un sistema de red es la seguridad que brinda, ya que una vez que se ha establecido el acceso a la red, cada uno de los recursos con los que se cuenta tiene un sistema único e independiente para controlar el acceso al mismo y regular partes específicas de la red.

2. Servidor

El servidor es el elemento más importante dentro de una red, ya que es su "cerebro". Es posible utilizar al servidor como una estación de trabajo adicional, sin embargo, esto no es aconsejable en el caso de redes de más de 10 máquinas, debido a que en él se comparte información, recursos y procesos. Un servidor permite llevar a cabo el trabajo de una manera más eficiente, conectando empleados y estableciendo relaciones personales entre clientes o usuarios.

Es recomendable utilizar un servidor AS/400, ya que es flexible y versátil y da soluciones a bajo costo. Este tipo de servidor reduce la complejidad y despliega rápidamente las aplicaciones necesarias, además de que ofrece servicio de WEB, almacenamiento de datos y protección de la transmisión de información. Con el AS/400 y su sistema operativo³, OS/400, es posible elegir el nivel de desempeño necesario para la combinación de aplicaciones que se debe correr.

3. Capas C1, C2, C3

Una arquitectura muy útil para el desempeño de las aplicaciones Cliente/Servidor, es aquella que separa en capas las funciones básicas del proceso:

- C1: Datos (acceso y almacenamiento)
- C2: Lógica aplicativa (reglas de negocio)
- C3: Front-end (interfase con el usuario)

interconectadas con elementos de hardware y software.

La autonomía que proporciona la separación en capas, en cuanto a la evolución de la tecnología dispuesta para cada una de ellas, es total. Es posible reemplazar el software más novedoso y útil para la presentación de datos (front-end) sin que el resto del sistema se vea afectado. Lo mismo sucede con las otras capas. De este modo, la función de mantenimiento se vuelve una tarea más controlada y la disminución de impactos por cambios se reduce al mínimo.

³ El sistema operativo es la parte de la red que administra, rige los recursos (archivos, periféricos, usuarios, etc.) y lleva el control de la seguridad de estos.

4. Tarjetas de interfases

Las tarjetas de interfase permiten empaquetar la información y transmitirla a determinada velocidad, de acuerdo a las características de envío, las cuales varían según el protocolo de red⁴ que se esté utilizando, siendo las más comunes Token Ring, Ethernet y Arcnet.

5. Bases de datos DB2 y DB400

Las bases de datos DB2 y DB400 son básicas para el procesamiento centralizado en un ambiente Cliente/Servidor, ya que proporcionan acceso y protección a datos críticos. La integración de estas bases de datos con el AS/400 y el OS/400 permite obtener características de alto desempeño, como son:

- Evita crear interfases entre las bases de datos, el sistema operativo y las aplicaciones.
- Aumenta el desempeño, distribuyendo la carga de trabajo entre las estaciones del cliente y los servidores.
- Acceso paralelo a los datos, permitiendo correr aplicaciones centralizadas o distribuidas en uno o más sistemas.
- Mejora el tiempo de respuesta por medio de la inserción y búsqueda por bloques.
- Acceso a ambientes y bases de datos heterogéneas y a estaciones de diversas plataformas.
- Elimina la programación de verificación de integridad no aplicativa, haciendo que ésta sea intrínseca a la base de datos y previniendo la entrada de datos inconsistentes. Esto simplifica la programación y garantiza que los usuarios siempre trabajarán con información consistente.
- Ejecución automática de rutinas antes y/o después de una modificación de la base de datos, según las reglas establecidas por la empresa.
- Nivel de seguridad que garantiza la protección de información confidencial.

6. Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (DSS⁵)

El soporte a la toma de decisiones tiene como objetivo optimizar el manejo de la información y con ella tomar mejores decisiones. El DSS ofrece información oportuna, fácil de entender y de manipular, lo que permite elegir cursos de acción o definir estrategias congruentes con la realidad.

Entre los sistemas de soporte a la toma de decisiones se encuentran los datawarehouses, datamarts, etc. y soluciones avanzadas, como son Business Objects, OLAP⁶ y datamining.

La elección del tipo de DDS a usar depende, entre otros factores, del presupuesto, la infraestructura, información y número de usuarios con los que cuenta la empresa.

6.1 Business Objects

El Business Objects permite acceder, analizar y compartir información almacenada en las bases de datos de la empresa. Es fácil de entender, usar y desplegar, además de que es escalable.

Esta herramienta proporciona diversas utilidades: informes analíticos fáciles, poderosos e interactivos; acceso y distribución de la información; funciones OLAP; servicio de transmisión y reportes escalables; integración de aplicaciones y un costo mínimo total. El Business Objects puede ser usado en Windows 95 y NT.

⁴ El protocolo de red es el conjunto de normas que controla el flujo de información dentro de la red.

⁵ DSS: Decision Support System.

⁶ OLAP: On Line Analysis Processing.

6.2 Datawarehouse

El datawarehouse (DW) protege a los sistemas de producción del acceso indiscriminado de los usuarios, proporciona un ambiente de información protegido y bien administrado, estandariza el manejo de información en los sistemas de producción y en los sistemas de toma de decisiones, así como las problemáticas independientes.

En la actualidad existen cuatro técnicas para la implementación de este tipo de sistemas, cuya selección depende del análisis de cada empresa:

- a) **Uso de gateways en la base de datos (warehousing lite):** plantea la instalación de software de acceso (gateway) que conecta directamente y en línea la aplicación del cliente con la información de sistemas específicos de operación. Este enfoque permite aplicaciones particulares y de bajo volumen de información y de accesos. Su principal ventaja es que puede incorporar herramientas basadas en computadoras personales para explotar la información residente en ambientes propietarios, sin la necesidad de incorporar demasiados elementos nuevos en la infraestructura, por lo que la inversión es relativamente moderada. Este tipo de sistemas es limitado en su crecimiento, además, puede llegar a presentar problemas de integración en un ambiente corporativo de DW.
- b) **Creación de un datawarehouse virtual:** permite el acceso directo y en línea de las aplicaciones de los clientes a diversos sistemas de operación, los cuales pueden estar ejecutándose en múltiples plataformas y múltiples bases de datos o estructuras de archivos; además, el DW virtual brinda una vista relacional y uniforme de la información de los sistemas de operación. Esta técnica se basa en la creación de un depósito centralizado de datos, donde se manejan los criterios del negocio y los apuntadores en donde se encuentra localizada la información, ya que no existe un datawarehouse físico. Esto permite incorporar diversas aplicaciones sin invertir en infraestructura de hardware para soportar su operación; no obstante, este enfoque es limitado, ya que si se manejan grandes volúmenes de información, puede llegar a afectar el desempeño de los sistemas.
- c) **Implantación de un datawarehouse corporativo:** contempla la creación de un almacén de datos independiente a los sistemas de operación. Se basa en la estandarización completa de la administración de la información, a través de la implantación de un depósito físico de datos global. Esto implica un arduo trabajo de definición antes de implantar el modelo en producción y requiere fuertes inversiones al inicio del proyecto y largo tiempo de desarrollo.
- d) **Desarrollo de datamarts:** el datamart es un complemento a la implantación de almacenes centrales de datos; su objetivo es crear pequeños almacenes satélites alrededor del DW corporativo, con el fin de atender necesidades específicas sin conectarse al almacén central, y extraer la información directamente de los sistemas de operación. Permite crecer modularmente sin grandes inversiones al inicio del proyecto, obteniendo resultados en tiempos relativamente cortos. Por otro lado, dado que no es un modelo corporativo y centralizado, podría acarrear problemas de integración e incrementar las actividades de administración de la información.

6.3 Datamining

El datamining extrae automáticamente modelos de información de datos reales, focalizándose en los aspectos más importantes. Explora la base de datos por sí mismo y devuelve invaluable información; con él casi todos los modelos relevantes en los datos son encontrados con anticipación y almacenados para su uso. Ofrece información condensada, respuestas rápidas, eficiencia total, calidad, precisión y actualización de la información.

7. OLAP

Actualmente, es necesario obtener información a través de múltiples dimensiones⁷, es decir, "ver los datos a través de un cubo", por lo que es necesario tener una herramienta que permita extraer información de dicha manera.

El OLAP calcula y recupera información de bases de datos multidimensionales, de bases relacionales o de ambas, ya que tiene extensiones que "perforan" las bases de datos multidimensionales y accesan a las bases de datos relacionales⁸.

El OLAP se conecta a las fuentes de datos y, mediante el uso de datos instantáneamente actualizados, presupuesta, prevé y analiza; obtiene análisis rápidos y flexibles, y modelos e informes de negocios. Se pueden crear y recrear perspectivas multidimensionales y ver resultados instantáneos para análisis, consultas y escenarios condicionales.

El OLAP usa la técnica de datawarehousing para crear un almacén de información a partir de bases de datos. Independientemente de donde residen los datos, es totalmente accesible para las aplicaciones de consulta en cualquier plataforma y en cualquier red de trabajo, incluyendo las aplicaciones Web.

El OLAP fue desarrollado para apoyar a las grandes empresas, pero está disponible para todas las organizaciones y es completamente escalable.

Una vez que se conoce la plataforma necesaria para la implementación del modelo en la Banca Hipotecaria, se debe hablar de los parámetros bajo los cuales se extrae y maneja la información de dicha unidad de negocio.

IV.4 Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales para el levantamiento de la información para la cartera hipotecaria son los siguientes:

- Acceso a la información de riesgo del crédito hipotecario⁹. El acceso que se requiere es sólo de lectura, con la facilidad de poder consultar y extraer la información a través del Business Objects.
- Instalación de un acceso a los sistemas y a las bases de datos, en todas las subdirecciones de administración de portafolio. El acceso a los sistemas o a las bases de datos deberá ser funcional sin degradar el performance de la máquina en que se instale.

IV.4.1 Forma de acceso a la información de riesgo del crédito hipotecario

Para obtener la información de riesgo de crédito hipotecario es necesario realizar las siguientes actividades:

- Acceso de consulta a las tablas de riesgo hipotecario en el warehouse, mediante el Business Objects, instalado en una PC de la administración de riesgo central.
- Acceso al sistema de préstamos hipotecarios, mediante un usuario de consulta; de la pantalla de consulta se obtendrán los datos de Plaza y Sucursal del cliente, los cuales se utilizarán para consultar el nombre del centro de asignación en clientes del warehouse.

⁷ Adelante se verá como se maneja la información en una base multidimensional para el crédito hipotecario.

⁸ La estructura de almacenamiento de la información varía de acuerdo al tipo de OLAP.

⁹ Para conocer la información de riesgo requerida en la banca hipotecaria, ver el anexo 4

- Obtención de informes de las solicitudes aprobadas y rechazadas, que se enviará vía correo electrónico, a la dirección del usuario de administración de riesgo.
- Solicitud de acceso para consultar las tablas de información de clientes y de riesgo hipotecario en warehouse.

IV.4.2 Políticas de acceso a la información de riesgo del crédito hipotecario

Para mantener segura la información confidencial es necesario que la institución bancaria disponga de ciertas políticas de acceso que restrinjan el acceso a determinados usuarios, bajo los siguientes lineamientos:

- El acceso a la información sólo estará permitido a las vistas de las tablas de información de clientes y riesgo hipotecario en warehouse.
- Solo se permitirá el acceso a la información de consulta utilizando el software Business Objects.
- Para tener acceso a la información mensual, se deberá mantener comunicación directa con el responsable de la información, a fin de conocer la disponibilidad de la misma.
- El administrador de la información sobre el riesgo hipotecario será el responsable de dar apoyo y asesoría al usuario de esta información.

Así como es importante garantizar que la información que se va a ocupar sea consistente y confiable, también es fundamental explicar la manera en que ésta será manejada.

A continuación, se muestra la manera en que un datamart maneja la información en bases multidimensionales, y cómo se perciben distintas situaciones de acuerdo a "la cara del cubo" (dimensión) por la que se observen los datos.

IV.4.3 Esquema del modelo multidimensional

Un modelo multidimensional es una matriz de números que puede ser analizada desde varios puntos de vista o dimensiones. El modelo incluye una serie de fórmulas que se deben ejecutar para obtener las cifras resultantes.

Dimensiones		
Dimensión: Banco Asignación	Dimensión: Medidas Números de Cuentas Cartera	Loan to Value Loan to Value promedio Morosidad
Dimensión: CRM CRM	Cartera promedio FED FED promedio	Morosidad promedio Limite de riesgo Ingreso ajustado por riesgo
Dimensión: Calificación de riesgo CR	Severidad Severidad promedio ER ER promedio	Capital regulatorio Capital de recuperación Múltiplo de capital de crédito
Dimensión: Apoyo Reestructura	Perdida esperada Perdida esperada Prom.	Edo. Resultados (ER) ER ingresos ER costo de fondeo ER margen financiero ER reservas contables
Dimensión: Cluster Cluster Localidad División Región	Ingreso Ingreso promedio Gastos Gastos promedio	ER ingreso financiero ER ingreso no financiero ER gasto directo ER quebrantos ER costo directo ER gasto directo sistemas
Dimensión: Productos Productos Segmentos	Beneficio Capital Beneficio Capital Prom. Capital Económico Capital Económico Prom. Capital de crédito	ER gasto (transferencias interbancarias) ER utilidad de operación ER UAFIR ER ingreso neto
Dimensión: Moneda Pesos UDI's Dólares	Capital de crédito Prom. Capital de operación Capital de operación Prom. RAROC	Dimensión: Tiempo Año Trimestre Mes

IV.4.4 Descripción de indicadores

La siguiente tabla muestra los indicadores de riesgo, su origen y su fórmula. Si en la columna Origen aparece:

- Cálculo, implica que una vez extraída la información de la unidad de negocio, el datamart realizará el cálculo descrito de forma automática. El cálculo de las fórmulas se especifica en la columna fórmula, por lo que el usuario final verá reflejado el resultado en el datamart.
- Archivo, el dato viene del archivo de información de la unidad de negocio y el datamart lo tomará de esta fuente de información.
- Captura, indica que el usuario final deberá capturar ese dato en una pantalla destinada para efectuar dicha operación.

Referencia	Origen	Fórmula
Número de cuentas	Archivo	
Cartera	Archivo	Cartera * 1,000,000
Cartera promedio	Cálculo	Cartera/número de cuentas
Frecuencia esperada de default	Archivo	
FED promedio	Cálculo	FED/número de cuentas
Severidad	Archivo	
Severidad promedio	Cálculo	Severidad/número de cuentas
Exposición	Archivo	ER * 1,000,000
Exposición promedio	Cálculo	Exposición/número de cuentas
Perdida esperada	Archivo	PE * 1,000,000
Perdida esperada Prom.	Cálculo	Pérdida esperada/número de cuentas
Perdida no esperada	Archivo	PNE * 1,000,000
Perdida no esperada Prom.	Cálculo	Perdida no esperada/número de cuentas
Ingreso	Archivo	Ingreso*1,000,000
Ingreso promedio	Cálculo	Ingreso/número de cuentas
Gastos	Archivo	Gastos * 1,000,000
Gastos promedio	Cálculo	Gasto/número de cuentas
Beneficio capital	Archivo	Beneficio de capital * 1,000,000
Beneficio capital Prom.	Cálculo	Beneficio capital/número de cuentas
Capital económico	Archivo	Capital económico * 1,000,000
Capital económico Prom.	Cálculo	Capital económico * 1,000,000
Capital de crédito	MR=Archivo IS=Cálculo	MR = capital de crédito * 1,000,000 IS = capital económico - capital de operación
Capital de crédito Prom.	Cálculo	Capital de crédito/número de cuentas
Capital de operación	Archivo	Capital de operación * 1,000,000

Referencia	Origen	Fórmula
Capital de operación Prom.	Cálculo	Capital de operación/número de cuentas
RAROC	Cálculo	(ingreso-gastos-pérdida esperada + beneficio de capital)/capital económico
Loan to Value	Archivo	
Loan to Value promedio	Cálculo	Loan to Value/número de cuentas
Morosidad	Archivo	
Morosidad promedio	Cálculo	Morosidad/número de cuentas
Límite de riesgo	Crear	
Ingreso ajustado por Riesgo (RAI)	MR = Cálculo IS = Archivo	Ingreso-gastos-pérdida esperada + beneficio de capital
Capital regulatorio	Captura	
Capital de recuperación	Cálculo	Pérdida no esperada * múltiplo de capital de crédito
Múltiplo de capital de crédito	Cubo	Viene del modelo RSQ

IV.5.2 Cruces de información

Dentro del modelo multidimensional existen cruces de información, es decir, que es posible analizar la información de una variable desde diversos puntos de vista, con respecto a las demás variables.

En la siguiente tabla se muestra los cruces de información de las variables del cubo. Si en algún cruce se encuentra el símbolo ✓, significa que la información está disponible, es decir, que si existe cruce entre esas variables; por el contrario, si aparece X, ese cruce no existe y por lo tanto la información no está disponible.

Variable	unidades	año	trimestre	mes	GB/BB	fopa/sin fopa	CRM	BS	Cluster	División	Localidad	Productos	Subproducto	Moneda	Tipo de reestructura
Número de cuentas	#	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cartera	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cartera promedio	%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Frecuencia esperada de Default	%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FED promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Severidad	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Severidad promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Exposición	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Exposición promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pérdida esperada	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pérdida esperada promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pérdida no esperada	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pérdida no esperada promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingreso	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingreso promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gastos	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gastos promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Beneficio capital	%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Beneficio capital promedio	%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capital económico	%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capital económico promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capital de crédito	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capital de crédito promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Variable	unidades	año	trimestre	mes	GB/BB	foba/sin foba	CRM	BS	Cluster	División	Localidad	Productos	Subproducto	Moneda	Tipo de reestructura
Capital de operación	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capital de operación promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RAROC	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Loan to Value	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Loan to Value promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Morosidad	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Morosidad promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Limite de riesgo	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingreso ajustado por Riesgo	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capital regulatorio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capital de recuperación	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Múltiplo de capital de crédito	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Múltiplo capital crédito promedio	\$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estado de resultados															
Ingresos	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Costo de fondeo	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Margen financiero	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Reservas contables	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ingreso financiero neto	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ingreso no financiero	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gasto directo	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Quebrantos	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Costo directo	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gasto directo (sistemas)	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gasto (Transf. interbancarias)	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Utilidad de operación	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
UAFIR	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ingreso neto	\$	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

En la siguiente tabla se muestran los cruces de información que existen entre las diferentes dimensiones que forman el datamart.

Cruces entre dimensiones	Año	Trimestre	Mes	Banco	BG/BB	foba/sin foba	Total BS	BS	Total CRM	CRM	Total cluster	Cluster	División	Localidad	Total producto	Productos	Subproducto	Total moneda	Moneda
Año	x																		
Trimestre	✓	x																	
Mes	✓	✓	x																
Banco	✓	✓	✓	x															
GB/BB	✓	✓	✓	✓	x														
Foba/Sin Foba	✓	✓	✓	✓	✓	x													
Total BS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x												
BS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x											
Total CRM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x										
CRM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x									
Total de cluster/región	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x								
Cluster (agrup. económica)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x							
División	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x						
Localidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x					
Total de productos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x				
Productos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x			
Subproducto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x		
Total de moneda	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	
Moneda	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Apoyo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tipo de reestructura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

IV.5 Definición del plan de trabajo para la implementación de la arquitectura tecnológica

Para efecto de definir un plan de trabajo con el cual sea posible implementar la solución técnica más adecuada, es preciso desarrollar tareas previas que ayuden a clarificar la situación actual, así como la aceptación de la propuesta:

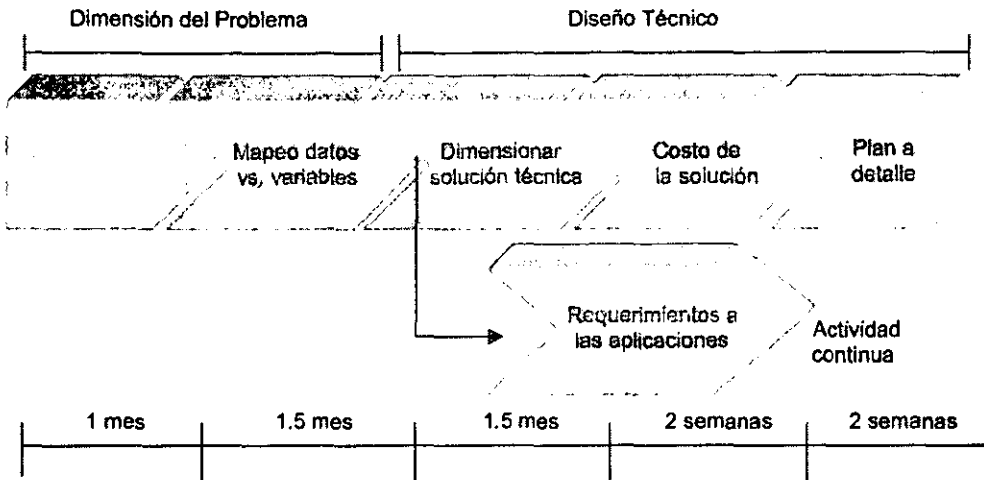
- Dimensionar el análisis de los cálculos y la definición de variables¹⁰, así como el mapeo de datos aplicativos existentes contra las variables requeridas para el cálculo.
- Diseñar el desarrollo a la medida o paquete de cálculo, el desarrollo de módulos paramétricos, la población de la base de datos central del desarrollo a la medida o de paquetes de front-ends y la conectividad de las capas.
- Evaluar económicamente las soluciones
- Priorizar las actividades/unidades de negocio
- Desarrollar el plan a detalle

¹⁰ Este análisis se lleva a cabo en el Capítulo III (Metodología para calcular la rentabilidad de capital ajustada por riesgo)

IV.5.1 Cronograma estimado para el diseño del plan de trabajo

La estimación del tiempo necesario para desarrollar el modelo, naturalmente depende de la institución en particular; sin embargo, es factible dimensionar de manera genérica, apoyados en la experiencia de lo que significa en esfuerzo, la fase de análisis de un proyecto de esta naturaleza o tamaño.

De acuerdo con lo anterior, el tiempo en que se espera desarrollar el modelo anterior está en el siguiente cronograma:



IV.5.2 Costo estimado

El costo de la implementación está en función del tiempo y el tipo de arquitectura que desee instalar cada institución bancaria, tomando en cuenta las soluciones que se van a utilizar (desarrollo a la medida o paquetería).

De acuerdo con lo propuesto en este capítulo, el costo estimado para diseñar el modelo que se instalaría en la Banca Hipotecaria, es el siguiente:

IV.5.2.1 Análisis y diseño técnico

El Factor Humano mínimo necesario para llevar a cabo el análisis del proyecto es:

Cantidad	Perfil	Tarifa x hora	Horas	Monto
1	Consultor	68.00	688	46,784.00
2	Analista	27.00	1,376	37,152.00
1	Lider	33.50	232	7,772.00
Viajes y viáticos (2 viajes, 4 personas)				12,835.00
TOTAL				104,543.00

Nota: montos expresados en dólares

IV.5.2.2 Software

Módulo	Precio en dólares
Essbase Enterprise Server	21,000
Decision Access Module	16,800
Essbase SQL Interface Module	6,300
Essbase Extended Spreadsheet Toolkit	4,200
Essbase SQL Drill-Through	6,300
10 Decision Desktop	2,520
5 Puertos	14,700
TOTAL	71,820
Puertos Decisión Extras	
Puertos de Essbase (precio por puerto)	2,940
Decisión Desktop	1,260

Nota: estos precios incluyen un año de mantenimiento

IV.5.2.3 Herramientas de apoyo

Módulo	Costo Unitario (precio en dólares)	Precio Total
Base SAS SAS/Access to PC files SAS/Assist SAS/Graph	1,770.00	17,700.00
SAS/STAT SAS/IML SAS/Insight SAS/Lab	443.50	4,435.00
SAS/QC SAS/ETS	178.00	1,780.00
TOTAL	2,569.50	25,695.00

IV.5.2.4 Hardware

En las necesidades de equipamiento se contemplan herramientas OLAP, por lo que aunado al equipo antes mencionado, pudiera ser necesaria otra infraestructura, como:

- Un servidor Proliant 6500 de Rack (con Windows NT)
- Rack
- Smart Switch MMAC PLUS
- Costo de instalación

En consecuencia, el costo del Hardware será de:

Total 90,000 USD

Aunado a esto, el área de diseño de sistemas deberá realizar un diagnóstico de los requerimientos del sistema y establecer la configuración del servidor con apego a estándares definidos. El costo estimado del equipo varía, dependiendo del resultado del estudio que realice el área de diseño.

Fuente de información	Dimensionamiento	Frecuencia	Incremento	Requerimiento de disco (anual)
Unidades de Negocio	100 MB	Mensual	100 MB	1.2 GB
Modelos de administración del portafolio	1.5	Trimestral	15%	2.3 GB
Requerimiento funcional de Software estadístico				17.5 GB
			TOTAL	21 GB

IV.5.3 Costo total del proyecto

Ahora, es preciso conocer el costo total de la solución propuesta. Dada la metodología de desarrollo, no es posible calcular los costos exactos hasta el término del análisis, donde se define el plan a detalle; sin embargo, el siguiente cálculo resulta ser una buena aproximación del costo real.

Con lo antes expuesto, se sabe que el costo del análisis y diseño técnico del plan es de 104,543.00 USD. De acuerdo con el plan que se decida seguir, se determinará el tiempo que se necesitará invertir en el desarrollo del proyecto. Pese a esto, es factible suponer que, para un proyecto de esta naturaleza, 9 meses es un tiempo adecuado para llevarlo a cabo.

Cantidad	Perfil	Tarifa	Horas al mes	Monto
1	Líder	33.50	176	53,064.00
2	Analista	27.00	176 c/u	85,536.00
5	Programadores	21.50	176	170,280.00
			TOTAL	308,880.00 USD

Esta estimación del costo del factor humano para un desarrollo de 9 meses, resulta ser muy conservador, contando con un equipo mínimo; no obstante, se debe recordar que esto es meramente para fines presupuestales, ya que el costo real del proyecto sólo se puede obtener de la evaluación de tiempos al finalizar el cronograma anterior.

Por lo tanto, el costo total del Factor Humano, incluyendo tanto el análisis y diseño del plan, como el desarrollo del proyecto, es de **413,423.00 USD**.

A esta cifra, se debe sumar la inversión en hardware y el gasto en software, que se obtuvo en el estudio anterior:

Concepto	Gasto total en dólares
Hardware	90,000.00
Software y herramientas de apoyo	101,715.00

La inversión en hardware debe estar reflejada como depreciación¹¹, por lo se esperará que el equipo tenga una vida útil de 40 meses (3.33 años) y un valor de salvamento de cero. Con esto se tiene que la depreciación mensual es de:

$$\begin{aligned} \text{Depreciación total} &= \text{costo original} - \text{valor de salvamento} \\ &= 90,000.00 - 0 \\ &= 90,000.00 \end{aligned}$$

∴

$$\begin{aligned} \text{Depreciación promedio mensual} &= \frac{\text{Depreciación total}}{\text{vida útil}} = \frac{90,000.00}{40} \\ &= 2,250.00 \end{aligned}$$

por lo que tenemos que la depreciación promedio anual es de \$27,000.00

Una vez que se tiene la depreciación promedio anual, es posible estimar el costo total de la implementación de la arquitectura propuesta:

$$\begin{aligned} \text{Costo Total} &= \text{Factor Humano} + \text{Software} + \text{depreciación HW 1er año} + 2.3(\text{depreciación HW prom. anual}) \\ &= \underbrace{413,423.00 + 101,715.00 + 27,000.00}_{\text{Costo 1er año}} + 2.3(27,000.00) \\ &= 605,048.00 \text{ USD} \end{aligned}$$

De esta manera, tenemos que el:

Costo Total del Proyecto
605,048.00 USD

Es importante subrayar, que ésta es solo una aproximación al costo real, ya que únicamente será posible obtener el costo exacto al evaluar los tiempos al finalizar el cronograma (Plan a Detalle).

Hoy, la Circular 1423 de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores es exigible. Dado que la cultura de riesgo es incipiente en México, seguramente habrá instituciones no preparadas para hacer frente a los requerimientos de esta circular, de tal modo que este es un planteamiento general para dar solución a esa solicitud.

¹¹ DEPRECIACIÓN: pérdida de valor de un activo físico, como consecuencia del uso. Para prevenir el reemplazo de un activo al fin de su vida útil, cada año se traspasa parte de las utilidades de la empresa a un fondo especial llamado *fondo de depreciación*. A estos depósitos se les conoce como *cargos por depreciación*. A la diferencia entre el costo original del activo y el importe del fondo para depreciación se le llama *valor en libros*. El valor de un activo al fin de su vida útil es su *valor de salvamento*. Existen distintos métodos de depreciación (método de fondo de amortización, de porcentaje constante, de suma de dígitos, etc.); sin embargo, ya que en este trabajo únicamente se hará una aproximación al costo total del proyecto, se utilizará del método más simple para depreciar activos, conocido como *método de promedios* o *método lineal*, donde se efectúan depósitos anuales iguales en el fondo para depreciación, durante toda la vida útil del activo.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo de tesis era mostrar la manera en que se realiza la estimación del RAROC y como se utiliza en la designación de los recursos necesarios reales de las unidades de negocio de una institución bancaria, específicamente en el área de crédito hipotecario. Además, y como complemento del anterior, otro objetivo fue describir la arquitectura tecnológica necesaria para la aplicación de esta metodología en el sistema de dicha institución.

Así, se definieron tres acciones para lograr dicho objetivo: observar la importancia que tiene el crédito hipotecario para la obtención de una vivienda para la mayor parte de la población del país, con el fin de comprender por que me enfoqué a este tipo de crédito; llevar a cabo la deducción de la metodología para la estimación del RAROC, explicando como se calculan sus componentes, especialmente la pérdida esperada, dado que en ella se basa gran parte de la evaluación de este estimador; y, por último, describir la arquitectura tecnológica necesaria para la aplicación de esta metodología en el sistema de la institución bancaria, dando una aproximación, en tiempo y costo, de la inversión que se tendría que hacer para lograr dicha implementación.

Consecuentemente, después de analizar el material presentado, considero que el objetivo se alcanzó ampliamente, dado que se cumplió con la expectativa de obtener un estimador que permita una mejor distribución del capital de la empresa, en función del riesgo y la utilidad real que cada unidad de negocio represente para ella, aprovechando al máximo los bienes de la compañía.

Por lo tanto, es posible concluir que la Rentabilidad de Capital Ajustada por Riesgo (RAROC) es un estimador sumamente importante para toda empresa, ya que permite conocer de forma anticipada la pérdida que una empresa podría tener al final de un ciclo económico, y así, anticiparse y protegerse económicamente para dicha contingencia; además, basándose en esta estimación, los recursos de la empresa son apropiadamente asignados, de acuerdo a la rentabilidad real de cada área e impide excesos en aquellas que presenten un rendimiento por debajo del promedio. Es importante señalar que este estimador resulta de gran utilidad en las instituciones crediticias, pues especialmente en ellas se presentan las más altas pérdidas debido a la alta morosidad de los clientes en sus pagos.

Esta es una metodología muy efectiva, sin embargo, se debe subrayar que es esencial contar con información veraz y consistente, ya que es indispensable para los cálculos y desarrollar el sistema que los realiza; por esto, es fundamental garantizar que se cuenta con todos los datos requeridos, antes de decidir implementar esta metodología en la empresa.

Asimismo, estimo que tanto la metodología descrita, como la arquitectura tecnológica básica que fue expuesta en el último capítulo permiten consolidar la medición, el monitoreo y el control de los riesgos y da una solución general a las disposiciones de la Circular No.1423 de la CNBV.

Cabe señalar que la inversión a realizar es privativa de cada compañía y que es preciso llevar a cabo un análisis individual para desarrollar el plan a detalle, pues únicamente será posible obtener el costo exacto evaluando los tiempos al final de análisis mencionado. Sin embargo, confío en que el presupuesto presentado resulta ser una buena aproximación al costo real.

Como áreas de oportunidad, queda el desarrollar los programas que realicen en su totalidad la estimación del RAROC para el crédito hipotecario, indicando las funciones y subfunciones necesarias para su cálculo, ya que en este trabajo únicamente se expuso el equipo de computo básico, no así la programación; asimismo, es conveniente extender la implementación de esta metodología a las distintas unidades de negocio del mismo banco, ya que cada una de ellas requiere otro tipo de infraestructura, de información, de programas a desarrollar y, por lo tanto, diferentes inversiones.

ANEXO 1

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS

ANEXO 1 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS

Esperanza o media

De acuerdo con el tema de esta tesis, para una empresa la cantidad que espera ganar es una variable aleatoria y la esperanza matemática de ella es la suma (o integral, en el caso continuo) de los productos obtenidos al multiplicar cada valor de la variable aleatoria por la probabilidad correspondiente. A esto también se le llama valor esperado.

Definición¹. Si X es una variable aleatoria discreta y $f(x)$ es el valor de su distribución de probabilidad en x , la esperanza de esta variable aleatoria es

$$E(X) = \sum_x x \cdot f(x)$$

En forma correspondiente, si X es una variable aleatoria continua y $f(x)$ es el valor de su densidad de probabilidad en x , la esperanza de esta variable aleatoria es

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx$$

En muchos problemas de estadística no solamente interesa el valor esperado de una variable aleatoria X , sino también los valores esperados de variables relacionadas con X ; por ejemplo, puede ser la variable aleatoria Y , cuyos valores estén relacionados con los de X mediante la ecuación $y = g(x)$.

Teorema 1. Si X es una variable aleatoria discreta y $f(x)$ es el valor de su distribución de probabilidad en x , el valor esperado de la variable aleatoria $g(x)$ está dado por

$$E[g(X)] = \sum_x g(x) \cdot f(x)$$

En forma correspondiente, si X es una variable aleatoria continua y $f(x)$ es el valor de su densidad de probabilidad en x , la esperanza de la variable aleatoria $g(x)$ es

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

Demostración: ya que una demostración general escapa al contenido de este trabajo, se demostrará este teorema solo en el caso donde X es discreta y toma un conjunto de valores finito. Como $y = g(x)$ no necesariamente define una correspondencia biunívoca, supóngase que $g(x)$ toma el valor g_i cuando X toma los valores $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$. Por lo tanto, la probabilidad de que $g(X)$ tomará el valor g_i es:

$$P[g(X) = g_i] = \sum_{j=1}^{n_i} f(x_{ij})$$

¹ En esta definición se supone la existencia de la suma o integral; de lo contrario, no existiría la esperanza.

y si $g(x)$ toma los valores g_1, g_2, \dots, g_m , se deduce que

$$\begin{aligned} E[g(X)] &= \sum_{i=1}^m g_i \cdot P[g(X) = g_i] \\ &= \sum_{i=1}^m g_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} f(x_{ij}) \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} g_i \cdot f(x_{ij}) \\ &= \sum_x g(x) \cdot f(x) \end{aligned}$$

donde la sumatoria se extiende sobre todos los valores de X .

El cálculo de la esperanza puede simplificarse a partir de otras esperanzas conocidas que se determinan sin dificultad.

Teorema 2. Si a y b son constantes, entonces

$$E(aX + b) = aE(X) + b$$

Demostración: mediante el uso del teorema anterior con $g(X) = aX + b$, se obtiene

$$\begin{aligned} E(aX + b) &= \int_{-\infty}^{\infty} (ax + b) \cdot f(x) dx \\ &= a \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx + b \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx \\ &= aE(X) + b \end{aligned}$$

Si hacemos, respectivamente, $b = 0$ y $a = 0$, se tiene los siguientes corolarios:

Corolario 1. Si a es una constante, entonces

$$E(aX) = aE(X)$$

Corolario 2. Si b es una constante, entonces

$$E(b) = b$$

Teorema 3. Si c_1, c_2, \dots, c_n son constantes, entonces

$$E\left[\sum_{i=1}^n c_i g_i(X)\right] = \sum_{i=1}^n c_i E[g_i(X)]$$

Demostración: según el teorema 1 con $g(X) = \sum_{i=1}^n c_i g_i(X)$

$$\begin{aligned} E\left[\sum_{i=1}^n c_i g_i(X)\right] &= \sum_x \left[\sum_{i=1}^n c_i g_i(x)\right] f(x) \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_x c_i g_i(x) f(x) \\ &= \sum_{i=1}^n c_i \sum_x g_i(x) f(x) \\ &= \sum_{i=1}^n c_i E[g_i(x)] \end{aligned}$$

El concepto de esperanza se puede ampliar fácilmente a situaciones en que intervienen más de una variable aleatoria. Por ejemplo, si Z es la variable aleatoria cuyos valores se relacionan con las dos variables aleatorias X y Y por medio de la ecuación $z = g(x, y)$.

Teorema 4. Si X y Y son variables aleatorias discretas y $f(x, y)$ es el valor de la distribución de probabilidad conjunta² en (x, y) , la esperanza de la variable aleatoria $g(X, Y)$ está dado por

$$E[g(X, Y)] = \sum_x \sum_y g(x, y) \cdot f(x, y)$$

En forma correspondiente, si X y Y son variables aleatorias continuas y $f(x, y)$ es el valor de su densidad conjunta en (x, y) , el valor esperado de la variable aleatoria $g(X, Y)$ está dado por

$$E[g(X, Y)] = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x, y) \cdot f(x, y) dx dy$$

Varianza

La medida más común de la variabilidad de los datos usada en la estadística es la varianza que es una función de las desviaciones (o distancias) de las mediciones muestrales con respecto a su media. En una empresa, la varianza indica la variación de las ganancias que se esperan obtener.

Definición. Sea X una variable aleatoria y $E(X)$ es el valor de su esperanza; la varianza de esta variable aleatoria es

$$\text{Var}(X) = E(X - \mu)^2 \quad \text{donde } \mu = E(X)$$

Frecuentemente la varianza se denota por el símbolo σ^2 . A mayor varianza de una distribución, corresponde a una mayor variación dentro de ella.

Teorema 5.

$$\text{Var}(X) = E(X^2) - E^2(X)$$

² **FUNCIÓN DE PROBABILIDAD CONJUNTA:** es una función que da la probabilidad de que X tome un valor particular de x mientras, al mismo tiempo, Y tome un valor determinado de y .

Demostración: de la definición tenemos

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= E(X - \mu)^2 \\ &= E(X^2 - 2X\mu - \mu^2) \\ &= E(X^2) - 2E(X)\mu - \mu^2 \quad \text{pero } \mu = E(X) \\ &= E(X^2) - 2E^2(X) - E^2(X) \\ &= E(X^2) - E^2(X) \end{aligned}$$

Teorema 6. Sea a una constante, entonces

$$\text{Var}(a) = 0$$

Esto es lógico ya que una constante no tiene variación.

Teorema 7. Sean a y b constantes, entonces

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

Demostración:

$$\begin{aligned} \text{Var}(aX + b) &= \text{Var}(aX) + \text{Var}(b) \\ &= \text{Var}(aX) \quad \text{por teorema 6} \\ &= E(a^2 X^2) - E^2(aX) \quad \text{por teorema 5} \\ &= a^2 E(X^2) - a^2 E^2(X) \\ &= a^2 [E(X^2) - E^2(X)] \\ &= a^2 \text{Var}(X) \end{aligned}$$

Es útil en la comparación de la variación relativa de dos variables aleatorias, pero sólo aporta información con respecto a la variación en una sola distribución cuando se interpreta en función de la desviación estándar.

Desviación estándar

Definición. La desviación estándar de una variable aleatoria es la raíz cuadrada positiva de la varianza, es decir

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}(X)}$$

La desviación estándar puede utilizarse para dar una idea bastante exacta de la variación de los datos en una sola distribución, pues está en las mismas unidades que el valor esperado.

Hasta ahora se han mencionado los parámetros asociados con la distribución de variables aleatorias unidimensionales tal como $E(X)$ y $\text{Var}(X)$. Estos parámetros miden ciertas características de la distribución; sin embargo, si tenemos una variable aleatoria bidimensional³ (X, Y) , se necesita un parámetro significativo que mida de alguna manera el "grado de asociación" entre X y Y .

³ Si en un experimento observamos dos cantidades, es necesario asociar dos variables aleatorias.

Covarianza

Este parámetro mide el efecto que tiene el movimiento de una de las variables sobre la otra. Para una empresa, este parámetro mide el grado de relación de los activos de un portafolio o entre portafolios.

Definición. Sea X y Y 2 variables aleatorias con distribución bivariada cuyas medias y varianzas son

$$\begin{aligned} E(X) &= \mu_x & E(Y) &= \mu_y \\ \text{Var}(X) &= \sigma_x^2 & \text{Var}(Y) &= \sigma_y^2 \end{aligned}$$

Luego, la covarianza (COV) de X y Y se define como

$$\begin{aligned} \text{COV}(X, Y) &= E[(X_i - E(X_i))(Y_j - E(Y_j))] \\ &= E[(X_i - \mu_x)(Y_j - \mu_y)] \end{aligned}$$

Esta definición puede expresarse como

$$\begin{aligned} \text{COV}(X, Y) &= E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)] \\ &= \sum_i \sum_j (x_i - \mu_x)(y_j - \mu_y) f(x_i, y_j) \end{aligned}$$

En donde la suma $\sum_i \sum_j$ es para todas las combinaciones posibles de x_i y y_j , y

$f(x_i, y_j)$ es la función de probabilidad conjunta de X_i y Y_j .

Si X y Y covarían en la misma dirección, entonces la $\text{COV}(X, Y) > 0$ y si covarían en dirección opuesta, entonces $\text{COV}(X, Y) < 0$. Sin embargo, el inverso de esto no es verdad en general. No se puede decir que si $\text{COV} > 0$, entonces X y Y covarían en la misma dirección.

Puesto que $\text{COV}(X, Y) = \sum_i \sum_j (x_i - \mu_x)(y_j - \mu_y) f(x_i, y_j)$, siempre que la suma de los productos cruzados $(x_i - \mu_x)(y_j - \mu_y)$ es mayor que la suma de los productos cruzados negativos, $\text{COV} > 0$. Podemos hallar casos en los que $\text{COV}(X, Y) > 0$ y, sin embargo, X y Y no covarían en la misma dirección en casos de no-linealidad.

Sin embargo, si se limita esto a los casos en que la relación entre X y Y es lineal, entonces $\text{COV}(X, Y) > 0$ ó $\text{COV}(X, Y) < 0$ implicará que X y Y covarían en la misma dirección o en la opuesta, respectivamente. A mayor valor absoluto de $\text{COV}(X, Y)$ corresponde una mayor dependencia lineal entre X y Y .

Teorema 8. Sean X y Y dos variables aleatorias con una función de densidad conjunta $f(x, y)$, entonces

$$\text{COV}(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y)$$

Demostración:

$$\begin{aligned}
 COV(x,y) &= E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)] \\
 &= E(XY - X\mu_y - Y\mu_x + \mu_x\mu_y) \\
 &= E(XY) - \mu_y E(X) - \mu_x E(Y) + \mu_x\mu_y \\
 &= E(XY) - E(Y)E(X) - E(X)E(Y) + E(X)E(Y) \\
 &= E(XY) - E(X)E(Y)
 \end{aligned}$$

Teorema 9. Si X y Y son variables aleatorias independientes, entonces

$$COV(X,Y) = 0$$

Demostración: sabemos que

$$\begin{aligned}
 COV(X,Y) &= E(XY) - E(X)E(Y) \\
 &= E(X)E(Y) - E(X)E(Y) \quad X \text{ y } Y \text{ dependientes} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Sin embargo, el recíproco no es cierto. El que la $COV(X,Y) = 0$ no implica necesariamente que X y Y sean independientes. La $COV(X,Y)$ puede ser igual a cero aun cuando X y Y estén relacionadas.

Utilizando el concepto de covarianza podemos hallar importantes resultados relativos a la $Var(X+Y)$:

$$\begin{aligned}
 Var(X+Y) &= E[(X+Y) - E(X+Y)]^2 \\
 &= E[(X+Y) - (\mu_x + \mu_y)]^2 \\
 &= E[(X - \mu_x) + (Y - \mu_y)]^2 \\
 &= E[(X - \mu_x)^2 + 2(X - \mu_x)(Y - \mu_y) + (Y - \mu_y)^2] \\
 &= E(X - \mu_x)^2 + 2E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)] + E(Y - \mu_y)^2 \\
 &= Var(X) + 2COV(X,Y) + Var(Y)
 \end{aligned}$$

Del mismo modo,

$$Var(X - Y) = Var(X) - 2COV(X,Y) + Var(Y)$$

Si X y Y son independientes, entonces

$$\begin{aligned}
 Var(X+Y) &= Var(X) + Var(Y) \\
 Var(X-Y) &= Var(X) + Var(Y)
 \end{aligned}$$

Es difícil utilizar la covarianza como una medida absoluta de la dependencia por que su valor depende de la escala de medición y, por consiguiente, es difícil determinar si una covarianza en particular es grande a simple vista. Es posible eliminar este problema al estandarizar su valor, utilizando el coeficiente simple de correlación lineal.

Coefficiente de Correlación Lineal

Definición. Sea (X, Y) una variable aleatoria bidimensional. Se define $\rho(X, Y)$ el coeficiente de correlación entre X y Y como sigue

$$\begin{aligned}\rho(X, Y) &= \frac{COV(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}} \\ &= \frac{E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]}{\sqrt{E(X - \mu_x)^2} \sqrt{E(Y - \mu_y)^2}}\end{aligned}$$

Se puede observar lo siguiente con respecto a la definición anterior:

- 1) Suponemos que todas las esperanzas existen y que $Var(X)$ y $Var(Y) \neq 0$.
- 2) El coeficiente de correlación es una cantidad adimensional.
- 3) La fórmula es simétrica con respecto a X y Y .
- 4) Al dividir entre σ_x y σ_y , la ρ es independiente de las unidades de medida.
- 5) La sustracción de μ_x y μ_y , indica que el origen se ha llevado a μ_x y μ_y , por lo que ρ se considera como la covarianza de dos variables normales.

Las propiedades de la $COV(X, Y)$ con respecto al signo y a la magnitud se extienden a ρ , ya que la fórmula del coeficiente de correlación se puede escribir como sigue:

$$\begin{aligned}\rho(X, Y) &= \frac{COV(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y} \\ &= \frac{E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]}{\sigma_x \sigma_y} \\ &= E\left[\frac{X - \mu_x}{\sigma_x} \cdot \frac{Y - \mu_y}{\sigma_y}\right]\end{aligned}$$

Sea

$$X^* = \frac{X - \mu_x}{\sigma_x} \quad Y^* = \frac{Y - \mu_y}{\sigma_y} \quad \text{variables tipificadas}$$

entonces

$$E(X^*) = E\left[\frac{X - \mu_x}{\sigma_x}\right] = \frac{\mu_x - \mu_x}{\sigma_x} = 0$$

Del mismo modo, $E(Y^*) = 0$, entonces

$$\begin{aligned}\rho(X, Y) &= E[X^* Y^*] \\ &= E[X^* - E(X^*)][Y^* - E(Y^*)] \\ &= COV(X^*, Y^*)\end{aligned}$$

El valor máximo que puede alcanzar ρ es $|\rho| = 1$.

Esto se puede demostrar así:

$$\begin{aligned} 2 + 2\rho(X, Y) &= 2 + 2COV(X^*, Y^*) \\ &= Var(X^*) + Var(Y^*) + 2COV(X^*, Y^*) \\ &= Var(X^* + Y^*) \end{aligned}$$

Sabemos que la varianza no puede ser negativa, entonces

$$Var(X^* + Y^*) \geq 0$$

entonces,

$$2 + 2\rho(X, Y) \geq 0$$

De igual modo

$$2 - 2\rho(X, Y) \geq 0$$

entonces,

$$|\rho(X, Y)| \leq 1$$

Luego, el valor máximo que ρ puede alcanzar es 1.

Por lo tanto, el coeficiente de correlación ρ satisface la desigualdad

$$-1 \leq \rho \leq 1$$

Así, -1 o $+1$ implican una correlación perfecta con todos los puntos sobre la línea recta. El valor $\rho = 0$ implica $COV = 0$ y ninguna correlación lineal. Si el coeficiente tiene signo positivo, significa que las variables están directamente relacionadas. Si es negativo, están inversamente correlacionadas.

Teorema 10.

$$\rho(X, Y) = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}}$$

Teorema 11. Si X y Y son independientes, entonces $\rho = 0$.

Al igual que en la COV el recíproco del teorema no es verdadero generalmente.

Teorema 12. Si la relación entre X y Y es lineal como $Y = a + bX$ y si $\rho(X, Y) = 1$, entonces X y Y son dependientes linealmente una de otra.

Demostración: se sabe que $\rho(X, Y) = 1$, entonces

$$2 - 2\rho(X, Y) = 0$$

luego,

$$2 - 2\rho(X, Y) = \text{Var}(X^* - Y^*) = 0$$

esto significa que $X^* - Y^* = k$ (constante), entonces

$$Y^* = X^* - k$$

$$\frac{Y - \mu_y}{\sigma_y} = \frac{X - \mu_x}{\sigma_x} - k$$

luego,

$$Y = a + bX \quad \text{endonde} \quad a = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \quad b = \frac{-\sigma_y}{\sigma_x} + \mu - k$$

por lo tanto, si $\rho(X, Y) = 1$ entonces X y Y son dependientes linealmente. Del mismo modo ocurre si $\rho(X, Y) = -1$.

Cuando X y Y son independientes o cuando la relación de X y Y no es lineal (por ejemplo, $X = Y^2$), la $\rho(X, Y) = 0$. Por lo tanto, si $\rho(X, Y) = 0$, entonces sólo se puede decir, en general, que X y Y no son linealmente dependientes una de la otra. Así, $\rho(X, Y)$ puede considerarse una medida de la dependencia lineal de X y Y mutuamente.

Los valores de ρ próximos a $+1$ o -1 indican un alto grado de linealidad, mientras que los valores de ρ próximos a 0 indican una ausencia de linealidad entre X y Y , pero no impide la posibilidad de alguna relación no lineal.

Distribución Normal

La distribución normal sirve como una aproximación excelente a una gran cantidad de distribuciones que tienen gran importancia práctica.

Definición. Una variable aleatoria X tiene una distribución de probabilidad normal $N(\mu, \sigma^2)$, si y sólo si la función de densidad de x es

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad \text{con } \sigma > 0$$

$$-\infty < \mu < \infty$$

$$-\infty < x < \infty$$

Teorema 13. Si X es una variable aleatoria distribuida normalmente con parámetros μ y σ^2 , entonces,

$$E(X) = \mu \quad \text{y} \quad \text{Var}(X) = \sigma^2$$

Demostración: calculamos la esperanza de X ,

$$E(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} x e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Haciendo $z = (x - \mu)/\sigma$ y observando que $dx = \sigma dz$, se tiene

$$\begin{aligned} E(X) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} (\sigma z + \mu) e^{-z^2/2} dz \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sigma \int_{-\infty}^{\infty} z e^{-z^2/2} dz + \mu \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-z^2/2} dz \end{aligned}$$

La primera de las integrales anteriores es igual a cero puesto que el integrando, llamémoslo $g(z)$, tiene la propiedad de que $g(z) = -g(-z)$, y, por lo tanto, g es una función impar. La segunda integral (sin el factor μ) representa el área total bajo la distribución normal y, por lo tanto, es igual a la unidad. Luego $E(x) = \mu$.

Por otro lado, se considera

$$E(X^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-\sqrt{2}(x-\mu)/\sigma^2} dx$$

Haciendo nuevamente $z = (x - \mu)/\sigma$, se obtiene

$$\begin{aligned} E(X^2) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} (\sigma z + \mu)^2 e^{-z^2/2} dz \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma^2 z^2 e^{-z^2/2} dz + 2\mu\sigma \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} z e^{-z^2/2} dz + \mu^2 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-z^2/2} dz \end{aligned}$$

Como ya se vio anteriormente, la segunda integral es igual a cero, por el mismo argumento. La última integral (sin el factor μ^2) es igual a la unidad. Para calcular la primera integral, se integra por partes haciendo $dv = z e^{-z^2/2}$ y $z = u$.

Luego $v = -e^{-z^2/2}$ mientras que $dz = du$. Se obtiene

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} z^2 e^{-z^2/2} dz = \left. \frac{-z^2 e^{-z^2/2}}{\sqrt{2\pi}} \right|_{-\infty}^{\infty} + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-z^2/2} dz = 0 + 1 = 1$$

Luego, $E(X^2) = \sigma^2 + \mu^2$, y por tanto $Var(X) = E(X^2) - E^2(X) = \sigma^2$.

Así se tiene que el parámetro μ localiza el centro de la distribución y σ^2 mide su dispersión.

Por otra parte, se debe verificar que

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\sqrt{2}(x-\mu)/\sigma^2} dx = 1$$

Al hacer $t = (x - \mu)/\sigma$, lo anterior se escribe como

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2/2} dt = I$$

Aquí lo que se debe hacer es considerar en vez de I , el cuadrado de esta integral, llamada I^2 . Así,

$$\begin{aligned} I^2 &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2/2} dt \int_{-\infty}^{\infty} e^{-s^2/2} ds \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(s^2+t^2)/2} ds dt \end{aligned}$$

Se hace el cambio a coordenadas polares para evaluar la integral doble:

$$s = r \cos \alpha, \quad t = r \operatorname{sen} \alpha$$

Entonces el elemento de área $ds dt$ se convierte en $r dr d\alpha$. Cambian los límites de integración ya que mientras s y t varían entre $-\infty$ y $+\infty$, r varía entre 0 y ∞ , y α varía entre 0 y 2π . Luego,

$$\begin{aligned} I^2 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} r e^{-r^2/2} dr d\alpha \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} -e^{-r^2/2} \Big|_0^{\infty} d\alpha \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} d\alpha = 1 \end{aligned}$$

La suma de variables aleatorias independientes distribuidas normalmente está también distribuida en forma normal. Es decir, sea $X = Y_1 + Y_2$, con Y_1 y Y_2 distribuidas normalmente, entonces X se distribuye normalmente. Además, la media μ y la varianza σ^2 de X están dadas por $\mu = \mu_1 + \mu_2$ y $\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$, respectivamente. Igualmente, si X se distribuye normal y $X = Y_1 + Y_2$, entonces cada Y_1 y Y_2 está también distribuido normalmente.

Por último, es necesario decir que si X tiene una distribución $N(0,1)$ se dice que tiene una distribución normal estandarizada. Esto es, la función de probabilidad de X puede escribirse como

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$$

Cada vez que X tiene una distribución $N(\mu, \sigma^2)$, siempre se puede obtener la forma estandarizada, tomando simplemente una función lineal de X .

La importancia de la distribución normal estandarizada se debe a que, como la distribución normal desempeña un papel básico en la estadística y su densidad no puede integrarse de manera directa, se han tabulado sus áreas.

Dado que la función de densidad normal es simétrica con respecto a μ , entonces solamente es necesario tabular las áreas de un sólo lado de la media. Las áreas tabuladas son áreas a la derecha de los valores de z , en donde z es la distancia de un valor de X respecto a la media, expresada en unidades de la desviación estándar.

Distribución Binomial

Ensayos de Bernoulli

A los experimentos que tienen únicamente dos resultados, como el lanzamiento de una moneda (águila o sol), los resultados de un examen (aprobar o reprobado), o, en el caso de esta tesis, que un cliente pague su crédito o no lo haga, se les llama Ensayos de Bernoulli.

Definición. Un fenómeno aleatorio que tiene exactamente dos resultados posibles, cuyas probabilidades permanecen iguales en cada ensayo, es un Ensayo de Bernoulli. Su espacio muestral consiste en dos elementos E, F llamados éxito y fracaso respectivamente.

La probabilidad de un ensayo de Bernoulli es la función definida por

$$P(E) = p, \quad P(F) = 1 - p = q \quad \text{donde } 0 \leq p \leq 1$$

Cuando se tiene n ensayos de Bernoulli con x éxitos, se tiene un experimento Binomial.

Definición. Una variable aleatoria X tiene una distribución binomial, basada en n pruebas, con probabilidad de éxito p , si y sólo si

$$f(x) = np^x q^{n-x}, \quad \text{con } x = 0, 1, 2, \dots, n \text{ y } 0 \leq p \leq 1$$

Un experimento binomial tiene las siguientes características:

- 1) El experimento consta de n pruebas idénticas.
- 2) Cada prueba tiene dos resultados posibles. Se llama a uno el éxito E y al otro fracaso F .
- 3) La probabilidad de tener éxito en una sola prueba es igual a p , y permanece constante de experimento en experimento. La probabilidad de un fracaso es igual a $(1 - p) = q$.
- 4) Las pruebas son independientes.
- 5) La variable aleatoria bajo estudio es X , el número de éxitos observados en las n pruebas.

Es importante notar que un éxito no es necesariamente "lo mejor", como se usa comúnmente la palabra. Éxito es solamente la denominación de uno de los dos resultados posibles de una sola prueba en un experimento.

La media y la varianza de una variable aleatoria binomial se obtiene el teorema siguiente.

Teorema 14. Sea X una variable aleatoria con distribución binomial, basada en n pruebas y con la probabilidad de éxito p , entonces

$$E(X) = np \quad \text{y} \quad \text{Var}(Y) = npq$$

Demostración: por definición

$$E(x) = \sum_x x f(x) = \sum_{x=0}^n x \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

El primer término de la suma es cero y, por lo tanto,

$$\begin{aligned} E(x) &= \sum_{x=1}^n x \frac{n!}{(n-x)! x!} p^x q^{n-x} \\ &= \sum_{x=1}^n \frac{n!}{(n-x)! (x-1)!} p^x q^{n-x} \end{aligned}$$

La expresión después del signo de la sumatoria se parece a una probabilidad binomial. Si factorizamos np de cada término de la suma y si se hace $z = x - 1$,

$$\begin{aligned} E(X) &= np \sum_{y=1}^n \frac{(n-1)!}{(n-x)! (x-1)!} p^{x-1} q^{n-x} \\ &= np \sum_{z=0}^{n-1} \frac{(n-1)!}{(n-1-z)! z!} p^z q^{n-1-z} \\ &= np \sum_{z=0}^{n-1} \binom{n-1}{z} p^z q^{n-1-z} \end{aligned}$$

Como $f(z) = \binom{n-1}{z} p^z q^{n-1-z}$ es la función de probabilidad binomial que se basa en $(n-1)$ pruebas, se tiene que $\sum_x f(z) = 1^4$ y se deduce que $E(X) = np$

Por otro lado, utilizando el hecho de que $Var(X) = E(X^2) - E^2(X)$, se puede calcular la varianza de la variable aleatoria binomial.

Se sabe que $E^2(X) = n^2 p^2$, por lo que lo que se necesita conocer es el valor de $E(X^2)$, lo cual es difícil si se trata de hacer directamente, ya que

$$\begin{aligned} E(X^2) &= \sum x^2 f(x) = \sum x^2 \binom{n}{x} p^x q^{n-x} \\ &= \sum x^2 \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x q^{n-x} \end{aligned}$$

y la cantidad x^2 no aparece como un factor de $x!$. Por esto se utilizará el factor $X(X-1)$

$$E[X(X-1)] = E(X^2 - X) = E(X^2) - E(X)$$

⁴ Se utiliza el hecho de que $\sum f(x) = 1$ para cualquier variable aleatoria discreta.

entonces

$$\begin{aligned} E(X^2) &= E[X(X-1)] + E(X) \\ &= E[X(X-1)] + np \end{aligned}$$

En este caso

$$\begin{aligned} E[X(X-1)] &= \sum_{x=0}^n x(x-1) \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x q^{n-x} \\ &= \sum_{x=2}^n \frac{n!}{(x-2)!(n-x)!} p^x q^{n-x} \end{aligned}$$

El prever la cancelación anterior es lo que origina la consideración de $E[x(x-1)]$.

Los términos de la última expresión se parecen a la probabilidad binomial. Factorizando $n(n-1)p^2$ fuera de la suma y haciendo $z = x - 2$, se obtiene

$$\begin{aligned} E[X(X-1)] &= n(n-1)p^2 \sum_{x=2}^n \frac{(n-2)!}{(x-2)!(n-x)!} p^{x-2} q^{n-x} \\ &= n(n-1)p^2 \sum_{z=0}^{n-2} \frac{(n-2)!}{z!(n-2-z)!} p^z q^{n-2-z} \\ &= n(n-1)p^2 \sum_{z=0}^{n-2} \binom{n-2}{z} p^z q^{n-2-z} \end{aligned}$$

Como $f(z) = \binom{n-2}{z} p^z q^{n-2-z}$ es la función de probabilidad binomial basada en $(n-2)$ pruebas,

entonces $\sum_{z=0}^{n-2} f(z) = 1$, con lo que

$$E[X(X-1)] = n(n-1)p^2$$

Entonces,

$$\begin{aligned} E(X^2) &= E[X(X-1)] + E(X) \\ &= n(n-1)p^2 + np \end{aligned}$$

y

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= E(X^2) - E^2(X) \\ &= n(n-1)p^2 + np - n^2p^2 \\ &= np[(n-1)p + 1 - np] \\ &= np(1-p) \\ &= npq \end{aligned}$$

El cálculo de las probabilidades binomiales puede resultar laborioso. Afortunadamente, existen tablas en las que se han calculado estas probabilidades para ciertos valores. Las tablas proporcionan valores de p entre $0.01 \leq p \leq 0.5$. Cuando $p > 0.5$, es posible transformar las probabilidades para que correspondan a fórmulas equivalentes de $p < 0.5$ y utilizar las tablas.

ANEXO 2

SELECCIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN

**ANEXO 2
SELECCIÓN DE UN PORTAFOLIO ÓPTIMO DE INVERSIÓN¹**

Un inversionista siempre espera obtener la mayor riqueza posible, por lo que para lograrlo debería elegir los activos de la cartera seleccionando únicamente aquellos que le proporcionen el mayor retorno esperado. Sin embargo, también es necesario que dichos activos sean seguros. De acuerdo con lo anterior, el inversionista debe elegir los activos que tengan máximo retorno y mínimo riesgo.

El análisis media-varianza permite esto, cuantificando el riesgo del portafolio a través de la varianza que presentan los retornos de los activos, en el supuesto primordial de que los inversionistas son adversos al riesgo². Anexo a esto, es necesario que se cumplan otros dos supuestos:

- a) la distribución de probabilidad de los activos se comporta como una Normal o,
- b) los inversionistas definan sus preferencias a través de una función de utilidad cuadrática.

Para el objetivo de este trabajo sólo se revisará el supuesto a) y se eximirá a la función de utilidad de tener una forma preestablecida.

Análisis Media-Varianza

Para este análisis se tomará a la tasa como una variable aleatoria, dado que en el momento en que se lleva a cabo la inversión se desconoce el valor que tomará el retorno; además, propone a la varianza de los retornos esperados como la medida del riesgo de un activo, estimando la variación que pueda existir entre los retornos esperados y los obtenidos; asimismo, este modelo reconoce que el riesgo total del portafolio depende tanto del riesgo individual de cada activo, como de la manera en que están relacionados.

La varianza de cada uno de los retornos R_i se expresa de la siguiente forma:

$$Var(R_i) = \sigma_i^2 = E(R_i - \mu_i)^2$$

Por lo que la varianza del portafolio (σ_p^2) está medida por

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i \sigma_{ij} X_j \\ &= \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n X_i \sigma_{ij} X_j \end{aligned}$$

El primer término representa la suma de las varianzas individuales de cada activo y el segundo es la suma de las covarianzas entre los activos.

Estandarizando la covarianza con el coeficiente de correlación se tiene

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n X_i X_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

¹ Este modelo fue desarrollado por Harry Markowitz ("Portfolio Selection", Journal of Finance No. 7, 1952).

² El que el inversionista sea adverso al riesgo es que él siempre preferirá aquel portafolio con menor nivel de riesgo entre aquellos con igual rendimiento esperado.

Es necesario mencionar que:

- si $\rho_{ij} = 1$, no hay oportunidad de diversificación
- si $0 < \rho_{ij} < 1$, existen oportunidades de reducir el riesgo diversificando
- si $\rho_{ij} = 0$, no hay dependencia lineal entre los activos, por lo que el riesgo total del portafolio es igual a la suma de las varianzas de los activos individuales
- si $-1 < \rho_{ij} < 0$, diversificando, el riesgo es menor a la suma de las varianzas individuales
- si $\rho_{ij} = -1$, los retornos de los activos están relacionados indirectamente, por lo que diversificando es posible reducir el riesgo hasta cero

En esta teoría, el inversionista favorece medias altas y varianzas pequeñas; por esto, los portafolios óptimos son aquellos con el menor riesgo (varianza) con respecto a todos los portafolios que ofrecen el mismo retorno esperado, y al mismo tiempo, el mayor retorno esperado con respecto a los portafolios expuestos al mismo nivel de riesgo. Dichos portafolios se les conoce como **portafolios eficientes** o **portafolios de mínima varianza**.

Con el fin de exponer el modelo, se asumirá que un inversionista adverso al riesgo tiene n instrumentos financieros riesgosos en los que desea invertir y el retorno de cada activo tiene una distribución normal $N(\mu_i, \sigma_i^2)$, por lo que su retorno esperado es μ_i y su riesgo σ_i^2 .

El conjunto de posibilidades de inversión llamado **frontera de portafolios eficientes** está definido en el espacio $R^2(\mu, \sigma^2)$ por los puntos (μ_p, σ_p^2) , tal que μ_p es el retorno esperado del portafolio y σ_p^2 es la mínima varianza posible asociada a ese nivel de retorno esperado.

El inversionista busca minimizar el riesgo del portafolio con respecto a la variable de decisión el cual es el porcentaje a invertir en cada activo X_i . De una manera formal, el problema de optimización se plantea de la siguiente manera:

$$\underset{\{X_i\}}{\text{Min}} \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i \sigma_{ij} X_j$$

sujeto a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n X_i &= 1 \\ \sum_{i=1}^n X_i \mu_i &= \mu_p \\ X_i &\in R^n \end{aligned}$$

donde:

- n : número total de activos considerados
- X_i : porcentaje de riqueza invertida en el activo i
- R_i : retorno del activo i
- $E(R_i) = \mu_i$: retorno esperado del activo i
- $\text{Var}(R_i) = \sigma_i^2$: varianza del retorno del activo i
- $\text{COV}(R_i, R_j) = \sigma_{ij}$: covarianza entre el retorno del activo i y del activo j
- μ_p : retorno esperado del portafolio
- σ_p^2 : varianza del retorno del portafolio

La primera restricción se refiere a que el total de la riqueza del inversionista será invertida; la segunda define el retorno esperado del portafolio; y la tercera indica que los elementos del vector X pueden tomar valores positivos y negativos³.

Una vez que solucionado este problema, el inversionista sabrá la asignación adecuada de su riqueza entre los diferentes activos a los que tiene acceso, es decir, encontrará los valores del vector X que permitan tener la estrategia óptima de inversión para cada nivel de retorno esperado del portafolio.

Para solucionar este problema es necesario expresar las ecuaciones en forma matricial, de tal manera que

N : número total de activos considerados

X : vector columna de dimensión N que contiene las proporciones de la riqueza invertida en cada uno de los activos N

R : vector columna de dimensión N que contiene los rendimientos esperados de cada activo

Ω : matriz de varianza – covarianza de dimensiones $N \times N$

e : vector columna de unos de dimensión N

Ahora el problema consiste en

$$\underset{\{x\}}{\text{Min}} \frac{1}{2} \sigma_p^2 = \frac{1}{2} X \Omega X$$

sujeto a

$$e' \cdot X = 1$$

$$R' \cdot X = \mu_p$$

$$X \in R^n$$

Formando el Lagrangeano:

$$L = \frac{1}{2} X \Omega X - \eta(e' \cdot X - 1) - \lambda(R' \cdot X - \mu_p)$$

diferenciando se obtienen las condiciones de primer orden:

$$\partial L / \partial X = \Omega X - \eta e - \lambda R = 0 \tag{1}$$

$$\partial L / \partial \eta = 1 - e' \cdot X = 0 \tag{2}$$

$$\partial L / \partial \lambda = \mu_p - R' \cdot X = 0 \tag{3}$$

Multiplicando la ecuación (1) por Ω^{-1} se obtiene

$$X = \eta \Omega^{-1} e + \lambda \Omega^{-1} R \tag{4}$$

³ Al permitir que x_i tome valores negativos se contempla la posibilidad de realizar ventas en corto, es decir, vender anticipadamente activos que no existen en la cartera.

Luego, se multiplica la ecuación (4) primero por e' y, por separado, por R' y sustituyendo en éstas las ecuaciones (2) y (3) en cada una, se tiene

$$\eta e' \Omega^{-1} e + \lambda e' \Omega^{-1} R = 1 \quad (5)$$

$$\eta R' \Omega^{-1} e + \lambda R' \Omega^{-1} R = \mu_p \quad (6)$$

de las cuales resultan los valores de los multiplicadores de Lagrange η y λ :

$$\eta^* = \frac{C - \mu_p B}{\Delta} \quad (7) \quad \lambda^* = \frac{\mu_p A - B}{\Delta} \quad (8)$$

donde:

$$A = e' \Omega^{-1} e$$

$$B = e' \Omega^{-1} R$$

$$C = R' \Omega^{-1} R$$

$$\Delta = AC - B^2$$

y la solución óptima está dada por la siguiente ecuación⁴:

$$X^* = \eta^* \Omega^{-1} e + \lambda^* \Omega^{-1} R \quad (9)$$

Se puede describir la ecuación (9) como sigue

$$X^* = (\eta^* A) \Omega^{-1} e + (\lambda^* B) \Omega^{-1} R \quad (10)$$

para observar que el portafolio óptimo X^* es una combinación de los portafolios

$$\frac{\Omega^{-1} e}{A} \quad \text{y} \quad \frac{\Omega^{-1} R}{B}$$

cuyas ponderaciones dependen de los valores de los multiplicadores η y λ ⁵.

Cuando $\lambda^* = 0$, es decir, cuando se minimiza la varianza del portafolio sin tomar en cuenta el rendimiento esperado, el portafolio óptimo es

$$X^* = \frac{\Omega^{-1} e}{e' \Omega^{-1} e}$$

el cual es el portafolio de mínima varianza total en el conjunto de todos los portafolios óptimos y al punto PMV en la frontera eficiente (ver gráfica), y se le llama **portafolio de cobertura**. Asimismo, si $\eta^* = 0$, el portafolio óptimo es

$$X^* = \frac{\Omega^{-1} R}{e' \Omega^{-1} R}$$

En este caso el portafolio está poco diversificado y se le llama **portafolio especulativo**.

⁴ Se debe asumir que el retorno de ningún activo puede expresarse como una combinación lineal del retorno de los otros instrumentos y por lo tanto, los retornos de todos los activos no tienen dependencia lineal; como consecuencia, Ω es no singular y existe una solución única para el vector X .

⁵ $\eta^* A + \lambda^* B = 1$

Ya que se encuentra la solución óptima representada por el vector X^* (ecuación 9), podemos revisar la frontera eficiente. Ésta es el lugar geométrico de los puntos (μ, σ^2) tales que, dado el rendimiento esperado μ , la cartera definida por el vector X^* tiene la varianza mínima σ^2 dentro de todo el conjunto de portafolios factibles. Esta frontera indica el riesgo mínimo que se puede aceptar para cada nivel de rendimiento esperado.

Para encontrar la frontera eficiente se debe observar que la varianza del portafolio es

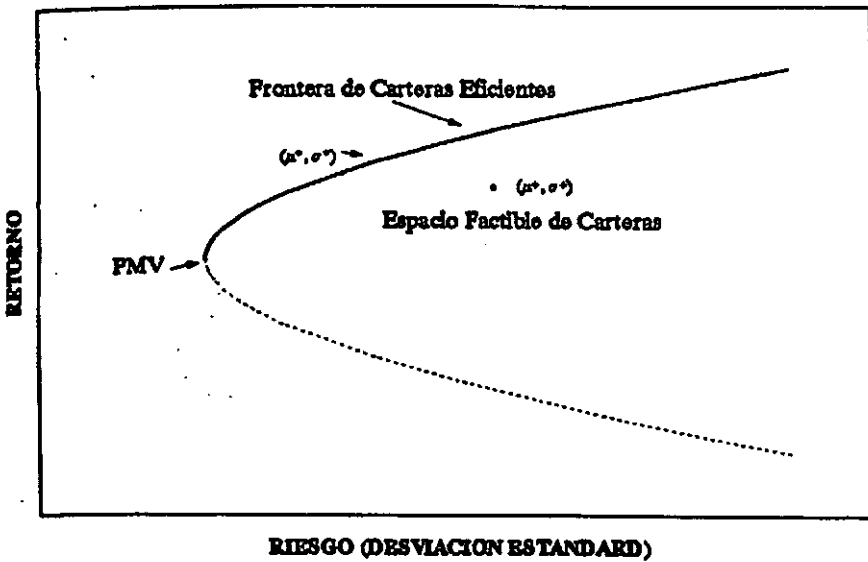
$$\sigma_p^2 = X \Omega X$$

Sustituyendo X^* en σ_p^2 , se tiene

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= X^* \Omega (\eta^* \Omega^{-1} e + \lambda^* \Omega^{-1} R) \\ &= \eta^* X^* e + \lambda^* X^* R \\ &= \eta^* + \lambda^* \mu_p \\ &= \frac{C - 2B\mu_p + A\mu_p^2}{\Delta} \end{aligned}$$

Esta última ecuación representa una parábola en el plano (μ, σ^2) , o una hipérbola en el espacio media-desviación estándar (μ, σ) . Generalmente, es más común representarla como una hipérbola por que la desviación estándar está medida en las mismas unidades que el retorno (ver gráfica).

FRONTERA DE CARTERAS EFICIENTES



Un inversionista siempre deberá escoger los portafolios cuyo rendimiento y desviación estándar (μ^*, σ^*) se encuentren sobre la frontera eficiente, no así portafolios (μ^+, σ^+) que estén por debajo de ésta, pues en ese caso la cartera seleccionada tendrá mayor varianza que los portafolios de la frontera, lo cual contradice el supuesto básico de la aversión al riesgo. Así, la única parte importante de la curva en la gráfica es la línea continua, ya que los puntos que están debajo de ésta son ineficientes, ya que siempre existirá un portafolio que presente un mayor rendimiento para el mismo nivel de riesgo.

Una de las ventajas de este modelo es que la decisión de inversión depende únicamente de la media y la varianza de la distribución del portafolio y, por lo tanto, cada portafolio óptimo queda totalmente caracterizado por estos dos parámetros. De esta manera, es relativamente fácil cuantificar las posibilidades de inversión y la relación que existe entre el riesgo y el retorno esperado. El modelo permite soluciones cerradas en la ausencia de restricciones de no negatividad. Además, la estimación de la frontera eficiente es independiente de la definición de preferencias del inversionista, es decir, no es necesario definir una función de utilidad.

La aportación principal de este análisis es que reconoce que el riesgo total de la cartera depende tanto del riesgo individual de cada activo, como de la interacción de los retornos de todos ellos, es decir, siempre que los retornos tengan un coeficiente de correlación que se encuentre en el intervalo $-1 \leq \rho_{ij} < 1$, la diversificación de un portafolio permitirá reducir el riesgo total de cada nivel de retorno esperado.

Las ventajas de la diversificación se observan en lo siguiente:

La varianza del portafolio está dada por

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N X_i \sigma_{ij} X_j$$

Si los instrumentos fueran independientes, es decir, $\sigma_{ij} = 0$, la varianza se reduciría a

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_i^2$$

Si, además, se supone que se invertirá el mismo porcentaje de la riqueza en cada uno de los N activos, es decir, $X_i = 1/N$ entonces

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= \sum_{i=1}^N \frac{1}{N^2} \sigma_i^2 \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_i^2}{N} \\ &= \frac{1}{N} \sigma_i^2 \end{aligned}$$

donde σ_i^2 representa la varianza promedio de los activos en el portafolio. Así, conforme N aumenta, la varianza del portafolio disminuye acercándose a cero.

No obstante, generalmente los rendimientos de los activos están relacionados y su covarianza es distinta de cero, por lo que el riesgo del portafolio no puede eliminarse; sin embargo, puede ser mucho menor que la varianza de un activo individual.

Manteniendo los supuestos anteriores y agregando las covarianzas, la varianza del portafolio es

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{N}\right)^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \left(\frac{1}{N}\right) \sigma_{ij} \left(\frac{1}{N}\right)$$

Factorizando $1/N$ del primer término y $(N-1)/N$ del segundo, se tiene

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{\sigma_i^2}{N}\right) + \frac{(N-1)}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \left[\frac{\sigma_{ij}}{N(N-1)} \right]$$

donde el segundo término en corchetes es el valor promedio de las $N(N-1)$ covarianzas.

Reemplazando las sumatorias por los promedios, se obtiene

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{N} \sigma_i^2 + \frac{(N-1)}{N} \sigma_{ij}$$

La contribución de las varianzas de los activos individuales a la varianza del portafolio tiende a cero al aumentar N . Por otro lado, la contribución de las covarianzas tiende a la covarianza promedio a medida que N aumenta. De tal manera que, a medida que se agregan activos el portafolio, la varianza de éste disminuye acercándose a la covarianza promedio del portafolio. Por lo que, para portafolios bien diversificados, una medida adecuada de la contribución de un activo al riesgo del portafolio es la covarianza con los otros activos en el portafolio.

En conclusión, se puede decir que mientras más independientes se muevan los retornos de los diferentes instrumentos, se podrá reducir el riesgo individual de los activos manteniendo un portafolio bien diversificado, aumentando el número de activos en éste.

Una desventaja importante del proceso de optimización es que muchas veces la composición del portafolio adquiere posiciones extremas. Dado que no se imponen restricciones de no negatividad, la optimización propone portafolios con un gran número de posiciones cortas en varios activos; cuando se restringen las ventas cortas, el modelo asigna ponderaciones de cero a muchos activos y altas ponderaciones a un reducido número de instrumentos. Esto también sucede cuando los mercados de activos están muy correlacionados, por lo que el proceso de optimización se centra en la comparación de rendimientos esperados.

ANEXO 3
CIRCULAR DE LA COMISIÓN NACIONAL
BANCARIA Y DE VALORES No. 1423

ANEXO 3

CIRCULAR DE LA COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES No. 1423

SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO
COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES

México, D.F. a 25 de enero de 1999

CIRCULAR Núm. 1423

**ASUNTO: DISPOSICIONES DE CARÁCTER PRUDENCIAL EN
MATERIA DE ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DE
RIESGOS**

A LAS INSTITUCIONES DE BANCA MÚLTIPLE:

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 97 de la Ley de Instituciones de Crédito y 4 fracción II, 6 y 19 de la Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, y

CONSIDERANDO

Que resulta necesario impulsar la cultura de la administración de riesgos en las instituciones de banca múltiple, estableciendo al efecto lineamientos mínimos que habrán de ser implementados para llevar a cabo la identificación, medición, monitoreo, limitación, control y divulgación de los distintos tipos de riesgo que enfrenten en su actividad diaria;

Que la eficacia de la administración de riesgos depende en gran medida de un adecuado seguimiento por parte de los órganos sociales responsables de la marcha de las instituciones, así como de la instrumentación, difusión y correcta aplicación de manuales de políticas y procedimientos en la materia;

Que contar con prácticas sólidas de administración de riesgos consistentes con las recomendaciones formuladas a nivel internacional, coadyuvará a la operación prudencial de las instituciones, la reducción del riesgo sistémico y a la estabilidad del sistema financiero mexicano, y

Que una eficiente administración de riesgos permitirá a las instituciones de banca múltiple realizar sus actividades con niveles de riesgo acordes con su capacidad operativa y suficiencia de capital, ha resultado emitir las siguientes:

**DISPOSICIONES DE CARÁCTER PRUDENCIAL EN
MATERIA DE ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DE RIESGOS
APLICABLES A LAS INSTITUCIONES DE BANCA MÚLTIPLE**

PRIMERA.- Las presentes disposiciones tienen por objeto establecer lineamientos mínimos que las instituciones de banca múltiple deberán observar para implementar una adecuada administración integral de riesgos.

SEGUNDA- Para los efectos de las presentes disposiciones, se entenderá por:

- I. **Administración de riesgos**, al conjunto de objetivos, políticas, procedimientos y acciones que se implementarán para identificar, medir, monitorear, limitar, controlar, informar y revelar los distintos tipos de riesgo a que se encuentran expuestas las instituciones, así como sus subsidiarias financieras.
- II. **Riesgo de crédito o crediticio**, a la pérdida potencial por la falta de pago de un acreditado o contraparte en las operaciones que efectúan las instituciones.
- III. **Riesgo legal**, a 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.
- IV. **Riesgo de liquidez**, a la pérdida potencial por la imposibilidad de renovar pasivos o de contratar otros en condiciones normales para la institución; por la venta anticipada o forzosa de los 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.
- V. **Riesgo de mercado**, a la pérdida potencial por cambios en los factores de riesgo que inciden sobre la valuación de las disposiciones por operaciones activas, pasivas o causantes de pasivo contingente, tales como tasas de interés, tipos de cambio, índices de precios, entre otros.
- VI. **Riesgo operativo**, a la pérdida potencial por fallas o deficiencias en los sistemas de información, en los controladores internos o por errores en el procesamiento de las operaciones.

TERCERA- Las instituciones para la administración de riesgos deberán:

- I. Definir sus objetivos sobre la exposición al riesgo y desarrollar políticas y procedimientos para la administración de los distintos tipos de riesgos a los que se encuentra expuesta, sean estos cuantificables o no.
- II. Determinar claramente las diferentes funciones y responsabilidades en materia de administración de riesgos entre sus distintos órganos sociales, unidades administrativas y personal, en los términos de las presentes disposiciones.
- III. Identificar, medir, monitorear, limitar, controlar, informar y revelar los riesgos cuantificables a los que están expuestas, considerando, en lo conducente, los riesgos no cuantificables.

CUARTA- Serán responsabilidad exclusiva del consejo de administración de cada institución, aprobar las políticas y procedimientos para la administración de riesgos, así como establecer los objetivos sobre la exposición al riesgo. Al efecto, el citado consejo deberá aprobar a propuesta del comité de riesgo el manual aplicable.

El consejo deberá revisar cuando menos una vez al año, los objetivos, políticas y procedimientos para la administración de riesgos de la institución.

DEL COMITÉ DE RIESGOS

QUINTA.- El consejo de administración de cada institución deberá constituir un comité cuyo objetivo será la administración de los riesgos a que se encuentra expuesta, sean estos cuantificables o no, así como vigilar que la realización de las operaciones se ajusten a los objetivos, políticas y procedimientos para la administración de riesgos aprobados por el citado consejo.

El comité de riesgos deberá integrarse por al menos dos miembros del consejo de administración, uno de los cuales deberá presidirlo, el director general, el responsable de la unidad para la administración integral de riesgos y los de las distintas unidades de negocios involucradas en la toma de los riesgos que al efecto señale el propio consejo, estos últimos participando con voz pero sin voto. Dicho comité contará con la presencia del auditor interno de la institución, quien asistirá en calidad de invitado sin derecho a voz ni a voto.

Tratándose de filiales de instituciones financieras del exterior, el mencionado comité de riesgos deberá contar, en lo conducente, con la participación de al menos uno de los miembros de su consejo de administración, siempre que no se trate de aquellas filiales que resulten de adquisiciones autorizadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, conforme a lo dispuesto en el artículo segundo transitorio del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley para Regular las Agrupaciones Financieras, de la Ley de Instituciones y de Crédito de la Ley del Mercado de Valores, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de febrero de 1995.

El comité de riesgos se deberá reunir cuando menos una vez al mes.

Todas las sesiones y acuerdos del comité de riesgo deberán hacerse constar en actas debidamente circunstanciadas y suscritas por todos y cada uno de sus integrantes.

SEXTA.- El comité de riesgos para el desarrollo de su objeto desempeñará las siguientes funciones:

- I. Proponer para aprobación del consejo de administración:
 - a) El manual que contenga los objetivos, políticas y procedimientos para la administración integral de riesgos.
 - b) Los límites de exposición al riesgo consolidado por línea y unidad de negocio y por tipo de riesgo, tomando en cuenta según corresponda, lo establecido en la vigésima a la vigésima cuarta de las presentes disposiciones.
 - c) La estrategia de la asignación de recursos para la realización de operaciones.
- II. Aprobar:
 - a) La metodología para cuantificar, medir, monitorear, limitar, controlar, informar y revelar los distintos tipos de riesgo a que se encuentra expuesta la institución.
 - b) Los modelos, parámetros y escenarios que habrán de utilizarse para llevar a cabo la medición y control de los riesgos.
 - c) La realización de nuevas operaciones y servicios que por su propia naturaleza conllevan a un riesgo.
- III. Designar al responsable de la unidad de administración integral de riesgo.

- IV. Informar al consejo de administración cuando menos trimestralmente, sobre la exposición al riesgo asumida por la institución y los efectos negativos que se podrían producir en la marcha de la misma, así como sobre la inobservancia de los límites de exposición al riesgos establecidos.
- V. Informar al consejo de administración sobre las medidas correctivas implementadas, tomando en cuenta el resultado de las auditorias y evaluaciones relativas a los procedimientos de administración de riesgos a que se refieren las disposiciones décima octava y décima novena.
- VI. Crear los subcomités que se consideren convenientes para el ejercicio de sus funciones.

El comité de riesgos revisará cuando menos una vez al año, lo señalado en los incisos a) y b) de la fracción II de la presente disposición, sin perjuicio de realizar dicha función con mayor frecuencia, cuando así se requiera, dadas las condiciones del mercado o en particular las de la institución.

SÉPTIMA.- El comité de riesgos podrá en los términos que se señalen en el manual respectivo ajustar o, en su caso, autorizar se excedan los límites de exposición a los distintos tipos de riesgo, cuando las condiciones y el entorno de la institución así lo requiera, informando al consejo de administración oportunamente sobre el ejercicio de las facultades a que se hace mención.

DE LA UNIDAD PARA LA ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DE LOS RIESGOS

OCTAVA.- El comité de riesgos para llevar a cabo la administración de los riesgos, se apoyará en una unidad especializada, cuyo objeto será identificar, medir, monitorear e informar los riesgos cuantificables que enfrenta la institución en sus operaciones, tales como riesgo de crédito, de mercado y de liquidez, ya sea que estos se registren dentro o fuera del balance, incluyendo, en su caso, los riesgos de sus subsidiarias financieras, excepto administradoras de fondos para el retiro y sociedades de inversión.

La unidad para la administración integral de riesgos será independiente de las unidades de negocio, a fin de evitar conflictos de intereses y asegurar una adecuada separación de responsabilidades.

NOVENA.- La unidad para la administración integral de riesgos para el cumplimiento de su objeto desempeñará las siguientes funciones:

- I. Vigilar que la administración de riesgos sea integral y considere los riesgos en que incurre la institución dentro de sus diversas líneas y unidades de negocio, así como en forma global y consolidada, es decir, en éste último caso, considerando las posiciones de riesgo que mantienen las subsidiarias financieras de la propia institución, excepto administradoras de fondos para el retiro y sociedades de inversión.
- II. Proponer la metodología y aplicarla una vez aprobada por el comité de riesgos para identificar, medir y monitorear los distintos tipos de riesgos a que se encuentra expuesta la institución, así como los límites consolidado y global, por línea y unidad de negocio y por tipo de riesgo, utilizando para tal efecto los modelos, parámetros y escenarios para la medición y control del riesgo establecidos por el citado comité.
- III. Informar al comité de riesgos y al director general sobre:
 - a) La exposición global y por tipo de riesgo de la institución, así como la específica de cada unidad de negocio, la cual se informará adicionalmente a los responsables de las unidades de negocio. Dichos informes sobre la exposición de riesgo, deberán incluir análisis de sensibilidad y pruebas bajo condiciones extremas.

- b) Las decisiones que, en su caso, se presenten con respecto a los límites de exposición al riesgo establecidos, proponiendo cuando así corresponda a las acciones correctivas necesarias.

Los informes a lo que se refiere esta fracción deberán presentarse mensualmente, o bien, con la frecuencia que se requiera en atención al dinamismo de los riesgos. Asimismo, se entregará diariamente al director general y a los responsables de las unidades de negocio, un informe sobre el comportamiento de los riesgos de mercado de la institución.

- IV. Investigar y documentar las causas que originan desviaciones a los límites de exposición al riesgo establecidos. Identificar si dichas desviaciones se presentan en forma reiterada e informar de manera oportuna sus resultados al comité de riesgos, al director general y al auditor interno.
- V. Recomendar al director general y a los responsables de las unidades de negocio, disminuir la exposición al riesgo a los límites previamente aprobados por el consejo de administración.
- VI. Calcular con base a la información que habrán de proporcionarle las unidades administrativas correspondientes de la institución, los requerimientos de capitalización por riesgos de crédito y de mercado con que deberá cumplir esta última, con el objeto de verificar que la misma se ajuste a las disposiciones aplicables.

DÉCIMA.- Para los efectos de lo establecido en la décima cuarta y décima quinta de las "Disposiciones de carácter prudencial en materia de crédito" expedidas conjuntamente por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores y por el Banco de México, se entenderá que las instituciones darán cumplimiento a la obligación de evaluar y dar seguimiento a su riesgo crediticio, realizando dicha función en los términos de las presentes disposiciones a través de la unidad para la administración integral de los riesgos.

DE LA MEDICIÓN, MONITOREO, CONTROL Y CONTENIDO DE LOS INFORMES INTERNOS

DÉCIMA PRIMERA.- Para llevar a cabo la medición, monitoreo y control de los diversos tipos de riesgo cuantificables y la valuación de las posiciones de la institución, la unidad para la administración integral de riesgos deberá:

- I. Contar con modelos y sistemas de medición de riesgos que incorporen información de mercado que comprenda variables tales como rendimientos, volatilidad y potencial de movimientos adversos, en donde se refleje de forma precisa el valor de las posiciones y su sensibilidad a los diversos factores de riesgo.
- II. Llevar a cabo estimaciones de la exposición al riesgo de la institución, ligadas a resultados o al valor del capital de la misma.
- III. Asegurarse que la información sobre las posiciones de la institución utilizada en los modelos y sistemas de medición de riesgos, sea precisa, íntegra y oportuna, por lo que toda modificación a la citada información deberá quedar documentada y contar con la explicación sobre su naturaleza y motivo que la originó.
- IV. Efectuar revisiones periódicas a los supuestos contenidos en los modelos y sistemas referidos en la fracción I de la presente disposición.

- V. Comparar periódicamente las estimaciones de la exposición al riesgo contra los resultados efectivamente observados para el mismo periodo de medición y, en su caso, modificar los supuestos empleados al formular dichas estimaciones.

DÉCIMA SEGUNDA.- Los sistemas a los que se refiere la fracción I de la disposición décima primera anterior, deberán:

- I. Permitir la medición, monitoreo y control de los riesgos a que se encuentra expuesta la institución, así como la generación de informes al respecto.
- II. Considerar para efectos de análisis:
 - a) Los diferentes tipos de riesgo cuantificables, tales como riesgo de mercado, de crédito y de liquidez.
 - b) Los factores de riesgo, tales como tasas de interés, índices de precio, tipo de cambio y precios de bienes conocidos como "commodities", considerando su impacto sobre el valor de capital y el estado de resultados de la institución.
 - c) La exposición al riesgo global, por línea y unidad de negocio y por tipo de riesgo de la institución y, en su caso, consolidando el riesgo a cargo de sus subsidiarias financieras, excepto administradoras de fondos para el retiro y sociedades de inversión.
 - d) Las concentraciones de riesgo, incorporando un tratamiento especial a las operaciones con instrumentos financieros que puedan afectar la posición consolidada de la institución.
 - e) Las técnicas de medición adecuadas para el análisis requerido y que permitan identificar los supuestos y los parámetros utilizados en dicha medición.
- III. Evaluar el riesgo asociado con los activos, pasivos y posiciones fuera de balance de la institución.

DÉCIMA TERCERA.- La unidad para la administración integral de riesgos complementará su medición de riesgos con la realización de pruebas bajo condiciones extremas, que permitan identificar el riesgo que enfrentaría la institución en dichas condiciones y reconocer las posiciones o estrategias que hacen más vulnerable a la propia institución, para lo cual deberán:

- I. Estimar el riesgo bajo condiciones en las cuales los supuestos fundamentales y los parámetros utilizados para la medición de riesgos se colapsen, así como la capacidad de respuesta de la misma institución ante tales condiciones.
- II. Evaluar el diseño y los resultados de las pruebas bajo condiciones extremas, para que a partir de dicha evaluación, se establezcan planes de contingencia aplicables al presentarse esas condiciones en los mercados financieros en que participe la propia institución.
- III. Considerar los resultados generados por las pruebas bajo condiciones extremas en la revisión de políticas y límites para la toma de riesgos.

La unidad para la administración integral de riesgos deberá aplicar pruebas bajo condiciones extremas para la medición de riesgos cuantificables a que está expuesta la institución.

DÉCIMA CUARTA.- Las instituciones deberán contar con informes que se basen en datos íntegros, precisos y oportunos relacionados con la administración de sus riesgos y que contengan como mínimo:

- I. La exposición al riesgo consolidada, global, por línea y unidad de negocio y por tipo de riesgo de la institución.
- II. El grado de cumplimiento de las políticas y procedimientos de administración de riesgos.
- III. Los resultados de los diferentes análisis de sensibilidad y pruebas bajo condiciones extremas.
- IV. Los resúmenes de los resultados de las auditorías por lo que hace al cumplimiento de las políticas y procedimientos de administración de riesgos, así como sobre las evaluaciones de los sistemas de medición de riesgos.
- V. Los casos en que los límites de exposición al riesgo fueron excedidos, ya sea que se contara o no con autorización previa.

Cualquier cambio significativo en el contenido y estructura de los informes, así como en las metodologías empleadas en la medición de riesgos, deberá especificarse dentro de los propios informes.

DEL MANUAL DE POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DE LOS RIESGOS

DÉCIMA QUINTA.- El manual de políticas y procedimientos para la administración integral de riesgos deberá contemplar, cuando menos, los siguientes aspectos:

- I. Los objetivos sobre la exposición al riesgo.
- II. Una estructura organizacional diseñada para llevar a cabo la administración de riesgos. Dicha estructura deberá establecerse de manera que exista independencia entre la unidad para la administración integral de riesgos y aquellas otras unidades de negocio y de control de operaciones, así como clara delimitación de funciones y perfil de puestos en todos sus niveles.
- III. Las facultades y responsabilidades en función del empleo o cargo que se desempeñe, cuando este último implique la toma de riesgos para la institución.
- IV. Los riesgos por tipo de operación y línea de negocios.
- V. La determinación o procedimiento para calcular los límites para la toma de riesgos a nivel consolidado y global, por línea y unidad de negocio, por tipo de riesgo y en forma individual por acreditado o contraparte.
- VI. La forma y periodicidad con la que se deberá informar al consejo de administración, al comité de riesgos, al director general y a las unidades de negocio, sobre la exposición al riesgo de la institución y de cada unidad de negocio.
- VII. Las medidas de control interno, así como las correspondientes para corregir las desviaciones que se observen sobre los límites de exposición al riesgo.

- VIII. El proceso para la aprobación de propuestas de nuevas operaciones, servicios y líneas de negocio, así como de estrategias o iniciativas de administración de riesgos y, en su caso, de coberturas. Dichas propuestas deberán contar, entre otros aspectos, con una descripción general de la nueva operación, servicio o línea de que se trate, el análisis de sus riesgos implícitos, el procedimiento a utilizar para identificar, medir, monitorear, controlar, informar y revelar tales riesgos, así como una opinión sobre la viabilidad jurídica de la propuesta.
- IX. Los planes de acción en caso de contingencias por caso fortuito o fuerza mayor.
- X. El proceso para la autorización de exceso a los límites de exposición al riesgo.

El manual deberá ir acompañado de los modelos y metodologías para la valuación de los distintos tipos de riesgo, aprobados por el comité de riesgos, así como de los requerimientos de los sistemas de procesamiento de información y para el análisis de riesgos.

DÉCIMA SEXTA.- El director general deberá hacer observar la independencia entre las unidades para la administración integral de riesgos y las de negocios, así como difundir una mayor cultura en materia de administración de riesgos, adoptando al efecto entre otras medidas:

- I. Programas de revisión del cumplimiento de objetivos, procedimientos y controles en la celebración de operaciones, así como de los límites de exposición al riesgo, semestralmente, o bien, con una mayor frecuencia cuando por las condiciones del mercado se justifique.
- II. Sistemas de almacenamiento, procesamiento y manejo de información que permitan el desarrollo de una administración de riesgos.
- III. Difusión y, en su caso, implementación de los planes de acción para casos de contingencia por caso fortuito o fuerza mayor, que impidan el cumplimiento de los límites de exposición al riesgo establecidos.
- IV. Programas de capacitación para el personal de la unidad para la administración integral de riesgos y para todo aquél involucrado en las operaciones que impliquen riesgo para la institución.

DE LA CONTRALORÍA INTERNA Y AUDITORIA

DÉCIMA SÉPTIMA.- Las instituciones deberán contar con un área de contraloría interna independiente, que establezca y dé seguimiento permanente a medidas de control que se integren al proceso de operación diaria, relativas a:

- I. El registro, documentación y liquidación de las operaciones que impliquen algún tipo de riesgo, ya sea cuantificable o no, conforme a las políticas y procedimientos establecidos en los manuales de la institución.
- II. La observancia de los límites de exposición al riesgo.

DÉCIMA OCTAVA.- Las instituciones deberán contar con área de auditoría interna independiente o encomendar a un auditor externo, que lleve a cabo cuando menos una vez al año o con una mayor frecuencia de acuerdo a las condiciones de los mercados en que participen, una auditoría de administración de riesgos que contemple, entre otros, los siguientes aspectos:

- I. El desarrollo de la administración de riesgos de conformidad con lo establecido en las presentes disposiciones y en el manual de políticas y procedimientos para la administración integral de riesgos de la institución.
- II. La organización de la unidad para la administración integral de riesgos y su independencia de las unidades de negocios.
- III. La suficiencia, integridad, consistencia y grado de integración de los sistemas de procesamiento de información y para el análisis de riesgos, así como de su contenido.
- IV. La consistencia, precisión, integridad, oportunidad y validez de las fuentes de información utilizadas en los modelos de medición.
- V. Las modificaciones en los modelos de medición de riesgos y su correspondiente aprobación por el comité de riesgos.
- VI. El proceso de aprobación de los modelos de medición de riesgos utilizados por el personal de las unidades de negocios y de control de operaciones.
- VII. Los cambios relevantes en la naturaleza de los instrumentos financieros adquiridos, en los límites de exposición al riesgo y en las medidas de control interno, ocurridos durante el periodo de revisión.
- VIII. El adecuado funcionamiento de los controles internos a que se refiere la disposición décima séptima anterior.

Los resultados de la auditoría se asentarán en un informe que contendrá, en su caso, recomendaciones para solucionar las irregularidades observadas. Dicho informe se presentará al consejo de administración, al comité de riesgos y al director general.

DÉCIMA NOVENA.- Las instituciones deberán encomendar a un experto independiente, quien podrá ser el auditor externo de la misma institución, que cuando menos una vez al año, lleve a cabo una evaluación sobre los siguientes aspectos:

- I. La funcionalidad de los modelos y sistemas de medición de riesgo utilizados, realizando pruebas entre resultados estimados y observados, así como del cumplimiento de los procedimientos para llevar a cabo la medición de riesgos.
- II. Los supuestos, parámetros y metodologías utilizados en los sistemas de procesamiento de información y para el análisis de riesgos.

Los resultados de la evaluación se asentarán en un informe que contendrá, en su caso, recomendaciones para solucionar las irregularidades observadas. Dicho informe se presentará al consejo de administración, al comité de riesgos y al director general.

DE LA ADMINISTRACIÓN POR TIPO DE RIESGO

VIGÉSIMA.- Las instituciones en la administración del riesgo de crédito, deberán como mínimo:

- I. Por lo que hace al riesgo de crédito en general:
 - a) Establecer políticas y procedimientos que contemplen los siguientes aspectos:

1. Límites de riesgo que la institución está dispuesta a asumir.
 2. Sector económico y zona geográfica en los que las instituciones podrán celebrar operaciones.
 3. Límites de riesgo a cargo de una persona o grupo de personas que constituyan riesgo común de conformidad con las disposiciones aplicables.
 4. Monitoreo y control efectivo de la naturaleza, características, diversificación y calidad del portafolio de crédito.
- b) Elaborar análisis del riesgo crediticio global de la institución, considerando al efecto tanto las operaciones de otorgamiento de crédito como con instrumentos financieros. Dicho análisis deberá ser comparado con los límites de exposición al riesgo establecidos.
- II. Por lo que hace al riesgo de la cartera crediticia:
- a) Medir, evaluar y dar seguimiento a su concentración por tipo de operación, calificación, sector económico, zona geográfica y acreditado.
 - b) Dar seguimiento a su evaluación y posible deterioro, con el propósito de anticipar pérdidas potenciales.
 - c) Estimar su exposición al riesgo considerando su valor a lo largo del tiempo.
 - d) Calcular la probabilidad de incumplimiento por parte de los deudores.
 - e) Analizar el valor de recuperación de la cartera vencida y estimar la pérdida esperada.
- III. Por lo que hace al riesgo crediticio en operaciones con instrumentos financieros:
- a) Diseñar procedimientos de control del riesgo de crédito de operaciones a plazo, de acuerdo con la liquidez de los activos relacionados con dicha operación y con la calidad crediticia de la contraparte.
 - b) Estimar la exposición al riesgo con instrumentos financieros, tanto actual como futura, extendiéndose por esto el valor de reemplazo de la posición y a los cambios en dicho valor a lo largo de la vida remanente de la misma posición, respectivamente. Para tal efecto, las instituciones deberán considerar los medios de pago, así como las garantías en función de su liquidez y riesgo de mercado.
 - c) Calcular la probabilidad de incumplimiento de la contraparte.
 - d) Analizar el valor de recuperación y estimar la pérdida esperada en la operación.

VIGÉSIMA PRIMERA.- Las instituciones en la administración de riesgo legal deberán como mínimo:

- I. Establecer políticas y procedimientos que procuren una adecuada instrumentación de los convenios y contratos en los que participe la institución, incluyendo la formalización de las garantías, a fin de evitar vicios en la celebración de operaciones.

- II. Estimar la probabilidad de que se emitan resoluciones judiciales o administrativas desfavorables, así como la posible aplicación de sanciones, en relación con las operaciones que se lleven a cabo. En dicha estimación se deberán incluir los litigios en los que las instituciones sean actoras o demandadas, así como los procedimientos administrativos en que participe.
- III. Evaluar los efectos que habrán de producirse sobre los actos que realice la institución, cuando los mismos se rijan por un sistema jurídico distinto al propio.
- IV. Dar a conocer a sus funcionarios y empleados, las disposiciones legales y administrativas aplicables a las operaciones.
- V. Realizar auditorías legales internas.

VIGÉSIMA SEGUNDA.- Las instituciones en la administración del riesgo de liquidez deberán como mínimo:

- I. Medir y monitorear el riesgo ocasionado por diferencias entre los flujos de efectivo proyectados en distintas fechas, considerando para tal efecto todos los activos y pasivos de la institución denominados en moneda nacional, en moneda extranjera y en unidades de inversión.
- II. Evaluar la diversificación de las fuentes de fondeo a que tenga acceso la institución.
- III. Cuantificar la pérdida potencial derivada de la venta anticipada o forzosa de activos a descuentos inusuales, para hacer frente a sus obligaciones de manera oportuna, así como por el hecho de que una posición no pueda ser oportunamente enajenada, adquirida o cubierta mediante el establecimiento de una posición contraria equivalente.
- IV. Contar con un plan que incorpore las acciones a seguir en caso de requerimientos de liquidez.

VIGÉSIMA TERCERA.- Las instituciones en la administración del riesgo de mercado deberán como mínimo:

- I. Evaluar y dar seguimiento a todas las posiciones sujetas a riesgo de mercado, utilizando para tal efecto modelos en valor en riesgo que tengan la capacidad de medir la pérdida potencial en dichas posiciones, asociada a movimientos de precios, tasa de interés o tipos de cambio, con un nivel de probabilidad dado y sobre un periodo específico.
- II. Definir normas cuantitativas y cualitativas para la elaboración y uso de los modelos de valor en riesgo.
- III. Procurar la homogeneidad entre los modelos de valuación de las posiciones e instrumentos financieros, utilizados por la unidad para la administración integral de riesgos y aquellos aplicados por las diversas unidades de negocios.
- IV. Evaluar la diversificación del riesgo de mercado de sus posiciones.
- V. Comparar sus exposiciones estimadas de riesgo de mercado con los resultados efectivamente observados. En caso de que los resultados proyectados y los observados difieran significativamente, se deberán analizar los supuestos y modelos utilizados para realizar las proyecciones y, en su caso, modificar dichos supuestos o modelos.

- VI. Allogarse de información histórica de los factores de riesgo que afectan las posiciones de la institución, a fin de calcular el riesgo de mercado.
- VII. Contar con sistemas de monitoreo que permitan estimar las pérdidas potenciales generadas por las brechas en las tasas de interés de las posiciones activas y pasivas de la institución.

VIGÉSIMA CUARTA.- Para llevar a cabo la administración de riesgo operativo, las instituciones deberán como mínimo:

- I. Implementar controles internos que procuren la seguridad en las operaciones, que permitan verificar la existencia de una clara delimitación de funciones en su ejecución, previniendo distintos niveles de autorización en razón a la toma de posiciones de riesgo.
- II. Establecer mecanismos para el control de la liquidación de las operaciones.
- III. Contar con sistemas de procesamiento de información para la administración de riesgos que contemplen planes de contingencia en el evento de fallas técnicas o de caso fortuito o fuerza mayor.
- IV. Establecer procedimientos relativos a la guarda, custodia, mantenimiento y control de expedientes que correspondan a las operaciones e instrumentos adquiridos.

DE LA REVELACIÓN DE LA INFORMACIÓN

VIGÉSIMA QUINTA.- Las instituciones deberán revelar al público inversionista, a través de notas a sus estados financieros, la información relativa a sus políticas, procedimientos, metodologías y demás medidas adoptadas para la administración de riesgos, así como información sobre las pérdidas potenciales que enfrentan por tipo de riesgo, en los diferentes mercados en que participa.

VIGÉSIMA SEXTA.- Las instituciones deberán proporcionar a la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, en la forma y términos que la misma establezca, la información que en ejercicio de sus facultades de supervisión les requiera, relativa a la administración de riesgos que lleven a cabo, así como los resultados obtenidos de los procesos de auditoría y evaluación a que se refieren las disposiciones décima octava y décima novena.

DE LOS REQUERIMIENTOS ADICIONALES DE CAPITALIZACIÓN

VIGÉSIMA SÉPTIMA.- La Comisión Nacional Bancaria y de Valores podrá exigir a las instituciones de banca múltiple requerimientos de capitalización adicionales a los establecidos en las "Reglas para los requerimientos de capitalización de las instituciones de banca múltiple", publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1996, cuando a juicio de la propia Comisión así se justifique, tomando en cuenta, entre otros aspectos, la integración de su capital, la composición de los activos, y en particular, la administración de sus riesgos, de conformidad con lo establecido en la novena de las citadas Reglas y en las presentes disposiciones.

TRANSITORIAS

PRIMERA.- La presente Circular entrará en vigor el 1º de febrero de 1999.

SEGUNDA.- Las instituciones de banca múltiple contarán con un plazo que vencerá el 30 de abril de 1999 para presentar la autorización de la Coordinación General de Normatividad de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, sita en Insurgentes Sur 1971, Conjunto Plaza Inn, Torre Sur, Piso 10, Colonia Guadalupe Inn, de esta Ciudad, un plan estratégico de implementación para ajustarse a lo dispuesto en esta Circular, el cual deberá estar aprobado por su consejo de administración.

La implementación del citado plan deberá quedar totalmente concluida a más tardar el 31 de diciembre del 2000.

Hasta en tanto las instituciones de banca múltiple se ajusten a lo dispuesto en la presente Circular, continuarán aplicando las políticas y procedimientos que en materia de administración de riesgo han adoptado conforme a las disposiciones aplicables y a los sanos usos y prácticas bancarias, debiendo sujetarse a las observaciones que, en su caso, les formule la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.

Atentamente,
COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES

Firma
Eduardo Fernández García
Presidente

ANEXO 4

INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA ESTIMACIÓN DEL RAROC EN LA BANCA HIPOTECARIA

ANEXO 4

INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA ESTIMACIÓN DEL RAROC EN LA BANCA HIPOTECARIA

A lo largo de este trabajo, en numerosas ocasiones se mencionó la "información requerida en la banca hipotecaria". Esta información es fundamental para llevar a cabo los cálculos para la estimación del RAROC, por lo que es necesario conocer de que información se trata:

Información administrativa

- Número de cuenta del cliente
- Nombre del cliente
- Número de cliente
- Número de cuenta de cheques
- Clave de la banca a que pertenece
- Nombre de la banca a la que pertenece
- Número de funcionario
- Número de sucursal
- Número de plaza
- Clave del centro de asignación
- Centro regional
- Nombre del centro regional
- Clave de la división regional
- Nombre de la división regional

Información de la calificación de riesgo

- Número de cuenta del cliente
- Número de solicitud rechazada (mensual e histórica)
- Número de solicitud aprobada (mensual e histórica)
- Causa de rechazo
- Credit Score
- Behavior Score
- Fecha de la calificación
- Clave de la calificación regulatoria
- Fecha de la calificación regulatoria
- Reservas reales
- Reservas teóricas

Información de crédito

- Número de cuenta del cliente
- Clave del tipo de producto (crédito)
- Descripción del tipo de producto
- Cuenta contable
- Descripción de la cuenta contable
- Clave de la moneda
- Descripción de la moneda
- Tipo de cambio de la moneda
- Monto dispuesto
- Valor en libros (principal e intereses)
- Código Banxico
- Código de la institución bancaria
- Fecha de inicio del crédito/cuenta
- Fecha de vencimiento del crédito
- Frecuencia de reprecación o ajuste de tasa
- Días de morosidad
- Periodo restante (resto de vida del documento)
- Indicar el tipo de tasa (variable o fija)
- Porcentaje del costo de fondeo
- Tasa cobrada al cliente
- Margen sobre la tasa base
- Tasa base con la que se contrato el crédito

Información de la cartera

- Número de cuenta del cliente
- Monto autorizado de la línea de crédito
- Monto de la cartera total
- Cartera vigente
- Cartera vencida
- Fecha de vencimiento del próximo pago
- Pago del ultimo mes
- Fecha del ultimo pago
- Pago del mes anterior
- Fecha de pago del mes anterior
- Fecha de pago del mes ante-anterior
- Pago mensual de capital e intereses
- Pagos efectuados a la fecha

Información del riesgo

- Número de cuenta del cliente
- Porcentaje de la FED
- Porcentaje de la severidad
- Monto de la exposición
- Monto de la pérdida esperada
- Porcentaje de la pérdida no esperada
- Monto de la pérdida no esperada
- Monto del límite de concentración de riesgo
- Monto del capital económico de crédito
- Monto del capital económico de operación
- Porcentaje del RAROC
- Ajuste por ciclo económico

Información de los ingresos y gastos

- Número de cuenta del cliente
- Monto de ingresos finales normales
- Monto de ingresos finales moratorios
- Monto de ingresos no financieros
- Monto de los gastos de operación
- Monto de los impuestos

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Bengoa, David Eric. *Las UDI's y el acuerdo de apoyo inmediato a deudores de la banca como alternativa de reestructuración de la cartera vencida.*

Ansell, Jake; Wharton, Frank. *Risk analysis, assessment and management.*

Ayres Jr., Frank. *Matemáticas Financieras*; editorial Mc Graw Hill, México, 1991.

Ballarín Hernández, Rafael. *La hipoteca (génesis de su estructura y función)*; editorial Montecorvo, Madrid, 1980.

Bancomer, S.A. Grupo de crédito, división política y capacitación de crédito. *Crédito Hipotecario.*

Carol, Alexander. *The handbook of risk management and analysis.*

Celis Hernández, Miguel Ángel. *Sistemas actuales de financiamiento*; editorial ECASA, S.A., México, 1992.

Centro de investigación para el desarrollo, A.C. *El Sistema Financiero Mexicano: alternativas para el futuro. Motor de desarrollo económico*; editorial Diana, primera edición, México, 1990.

Córdova López, Cutberto. *El riesgo en México, ¿previsible?*

Eiton y Gruber. *Modern portfolio theory and investment analysis*; John Wiley & Sons.

Ettinger, Richard. *Crédito y cobranzas*; editorial Continental.

Euromoney. *Management of interest risk.*

Farías García, Pedro; Pérez Murillo, José D. *Avance objetivo de la contabilidad bancaria, ... ¿Qué es un banco?.*

Freund, John; Walpole, Ronald. *Estadística matemática con aplicaciones*; Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., Cuarta edición, México, 1990.

Garza Wilson, Armando. *El riesgo como elemento importante en la toma de decisiones de inversión.*

Goodman, G. T.; Rowe, W.D. *Energy Risk Management*; Academic Press.

Hert, David B.; Thomas, Howard. *Risk analysis and its applications*; John Wiley & Sons, 1983.

Kauf, Erick. *Risk management*; editorial MAPFRE, Madrid, 1978.

Klugman, Stuart A.; Hogg, Robert U. *Loss distributions*; Wiley Series in probability and statistics, John Wiley & Sons, Inc.

Klugman, Stuart A.; Panjer Harry H., Willmot, Gordon E. *Loss models from data to decision*; Wiley Series in Probability and Statistics, John Wiley & Sons, Inc.

Markowitz, H. *Portfolio Selection: efficient diversification of investments*; Journal of Finance No. 7, 1952.

Meyer, Paul. *Probabilidad y estadística*; Fondo Educativo Interamericano, México, 1986.

Montes Barreto, Ramón. *UDI's, un avance en la administración del riesgo en México*; Mare ediciones, México, 1995.

Parzen, Emmanuel. *Teoría moderna de las probabilidades y sus aplicaciones*; editorial Limusa, México, 1987.

Schwartz, Robert. *Advanced strategics in financial risk management*.

Smithson. *Managing financial risk*.

Soriano Escobedo, Juan Gabriel. *Las unidades de inversión como herramienta en la reestructuración financiera*.

Villaseñor Fuente, Emilio. *Elementos de administración de crédito y cobranza*; editorial Trillas, México, 1991.

Villegas H., Eduardo; Ortega O., Rosa Ma. *El Sistema Financiero Mexicano*; editorial LARO, primera edición, México, 1985.

Uyemura, Dennis; Van Deventer, Donald. *Financial risk management in banking*; Bankers Publishing Company, Chicago, Illi., 1993.

Yamane, Taro. *Estadística*; Harla, S.A. Tercera edición, México, 1974.

PÁGINAS DE INTERNET

www.as400.ibm.com/overview/

www.banxico.org.mx/aAcercaBanxico/Organigrama/Organigrama.asp

www.banxico.org.mx/hOtros_Servicios/OtrasPaginas/.../SistemaFinancieroMexicano.htm

www.bmv.com.mx/bmv/quesbmv.html

www.br.ibm.com/productos/as400/db2.htm

www.businessobjects.com/about/press/press99/bisuite.htm

www.businessobjects.com/products/enduser_tools/businessobjects/busobject.htm

www.cnbv.gob.mx/aspgra/funciones.htm

www.cnsf.gob.mx/mision.htm

www.condusef.gob.mx/infgeneral/que_hacemos.htm

www.consar.gob.mx/consar/consar.htm

www.datamining.com/datamine/dm-ka.htm

www.datamining.com/datamine/industry.htm#banking

www.fciencias.unam.mx/revista/soluciones/30s/No34/bmiramon.html

www.ibm.com/servers/about/about.phtml

www.ibm.com/servers/about/whyasrvr.phtml

www.indeval.com.mx/indeval/objetivo_gral_.html

www.ipab.org.mx/queues.html

www.olap.com/powerolap/overview.htm

www.olap.com/powerolap/seeworks.htm

www.sas.com/software/app/client.html

www.sas.com/software/data_mining/

www.sas.com/software/olap/

www.sat.gob.mx/mision/Derecha.htm

www.shcp.gob.mx/estruc/index_d.html

www.shcp.gob.mx/servs/casfim/fl02.html

www.shcp.gob.mx/servs/casfim/flcnbv.html

www.shcp.gob.mx/servs/casfim/flcnsf.html

www.shcp.gob.mx/servs/casfim/flconsar.html

www.shcp.gob.mx/servs/casfim/flshcp.html

www.software.ibm.com/data/db2/db2olap/about.html