

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS
CARRERA DE ECONOMÍA**



TESIS DE GRADO

**“LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO DEL SISTEMA
BANCARIO Y SUS DETERMINANTES”**

UN ENFOQUE CON REDES NEURONALES ARTIFICIALES

TUTOR : Msc. Lic. ERNESTO RIVERO VILLARROEL

POSTULANTE : JORGE FABIÁN MENDIVIL GÓMEZ

LA PAZ – BOLIVIA

2007

DEDICATORIA

***ESTA TESIS ESTÁ DEDICADA A MI MADRE AMANDA, QUIEN
CON SU INAGOTABLE AMOR Y APOYO EN TODOS LOS
MOMENTOS DIFÍCILES DE MI VIDA, HA HECHO POSIBLE QUE
SALGA ADELANTE Y ME HA ENSEÑADO A LUCHAR.***

A Dios, por demostrarme que en la felicidad y en la amargura
Él siempre estará ahí, dándome fuerzas y enseñándome el
camino.

A mis hermanos,
Aldito, Isabelita, por el cariño, la paciencia y el apoyo
permanente, sin los cuales no hubiera podido lograr esto.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la continua y valiosa colaboración prestada por el Lic. Ernesto Rivero, tutor de la presente tesis de grado.

También agradezco los importantes comentarios y sugerencias realizados por el Lic. Hugo Argote, docente relator.

De igual manera, agradezco al tribunal por el tiempo dedicado a la revisión y evaluación del presente trabajo y por todas las observaciones y comentarios que me servirán en mi futuro profesional. A los docentes: Lic. Marcelo Montenegro, Lic. Edwin Delgado, Lic. Armando Méndez, a todos ellos mi mas profundo agradecimiento.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

INTRODUCCIÓN.....	1
I. JUSTIFICACIÓN.....	3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
II.1. Las condiciones de financiamiento de en el Sistema Bancario.....	4
II.1.1. La tasa de interés activa del Sistema Bancario.....	4
II.1.2. El plazo de los créditos en la banca.....	6
II.1.3. Las garantías exigidas en la banca.....	8
II.2. Colocación y captación en el Sistema Bancario boliviano.....	11
III. MARCO TEÓRICO.....	13
IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
IV.1. Fuentes principales de información estadística y bibliográfica.....	19
IV.2. Fuentes secundarias de información estadística y bibliográfica.....	19
IV.3. Delimitación espacio temporal.....	20
V. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	20
V.1. Identificación de las variables.....	20
VI. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	22
VI.1. Objetivos específicos.....	22
VII. ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	22
REFERENCIAS.....	23

PRIMERA PARTE

CAPÍTULO 1: ANÁLISIS Y DESGLOSE CONCEPTUAL.....	26
1.1. CONCEPTOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	26
REFERENCIAS.....	30

CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN GENERAL A LA TEORÍA FINANCIERA.....	31
2.1. LA TEORÍA DE CARTERAS DE MARKOWITZ.....	31
2.1.1. Operacionalización del Riesgo.....	31
2.1.2. La diversificación del riesgo y el teorema de la varianza.....	34
2.2. EL ORIGEN DE LOS INTERMEDIARIOS FINANCIEROS.....	41
2.2.1. Los costos de transacción.....	42
2.2.2. Los intermediarios financieros y el seguro de liquidez.....	42
2.2.3. Los intermediarios financieros y las coaliciones para compartir información.....	42
2.2.4. Los intermediarios financieros y la supervisión delegada.....	43
REFERENCIAS.....	44

CAPÍTULO 3: TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES AL FINANCIAMIENTO.....	45
3.1. CAUSAS DE LA RESTRICCIÓN AL FINANCIAMIENTO.....	45
3.1.1. El efecto de la selección adversa y el riesgo moral en el acceso al financiamiento.....	45
3.1.2. Otras causas de las restricciones al financiamiento.....	50
3.1.2.1. Costos crediticios fijos.....	50
3.1.2.2. Ejecución imperfecta de contratos de crédito.....	51
3.1.2.3. Costos de quiebra.....	52
REFERENCIAS.....	52

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO 4: TEORÍA DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	54
4.1. INTRODUCCIÓN.....	54
4.2. CONCEPTOS BÁSICOS.....	55

4.2.1. Características de las Redes Neuronales Artificiales.....	55
4.2.2. Elementos básicos que componen una RNA.....	56
4.3. TOPOLOGÍA DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	65
4.3.1. El mecanismo de funcionamiento de las RNA.....	65
4.3.2. El mecanismo de aprendizaje de las RNA.....	66
4.4. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.....	69
4.5. TIPOS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	71
4.5.1. Redes Perceptron.....	71
4.5.2. Redes Backpropagation.....	73
4.5.3. Redes Hopfield.....	74
4.5.4. Redes Kohonen.....	75
4.6. APLICACIONES DE LAS RNA.....	76
REFERENCIAS.....	78

TERCERA PARTE

CAPÍTULO 5: EL COMPORTAMIENTO DE LA BANCA BOLIVIANA Y SUS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO.....	80
5.1. PARTICIPACIÓN Y CONCENTRACIÓN EN EL MERCADO DE PRÉSTAMOS.....	81
5.2. PARTICIPACIÓN Y CONCENTRACIÓN EN EL MERCADO DE DEPÓSITOS.....	83
5.3. LAS TASAS DE INTERÉS EN EL SISTEMA BANCARIO.....	85
5.3.1. Tasas de interés activas.....	85
5.3.2. Tasas de interés pasivas.....	85
5.3.3. El spread financiero en la banca.....	87
5.4. LAS OPERACIONES DE LARGO PLAZO EN EL SISTEMA BANCARIO.....	87
5.5. LAS GARANTÍAS REALES EN EL SISTEMA BANCARIO.....	90
5.6. EL NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA BANCARIO.....	91
5.6.1. Eficiencia en el manejo de la cartera.....	92
5.6.2. Eficiencia en la administración de los depósitos.....	92
REFERENCIAS.....	94

CAPÍTULO 6: PROPUESTA DE UN INDICADOR COMO MEDICIÓN APROXIMADA DE LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO.....	95
6.1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES INSUMO.....	97
6.1.1. El componente costo financiero.....	98
6.1.2. El componente vencimiento.....	101
6.1.3. El componente garantía.....	102
6.2. LÍMITES Y CARACTERÍSTICAS DEL NFC.....	102
6.2.1. Criterio adoptado para jerarquizar las variables utilizadas en el indicador.....	104
6.3. DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DEL NFC.....	108
6.4. CÁLCULO DEL NFC PARA EL SISTEMA.....	111
REFERENCIAS.....	120

CUARTA PARTE

CAPÍTULO 7: ESTIMACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO DEL SISTEMA BANCARIO MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	123
7.1. VARIABLES INPUT UTILIZADAS PARA ALIMENTAR LA RNA.....	124
7.1.1. Variables input de naturaleza microeconómica.....	124
7.1.2. Variables input de naturaleza macroeconómica.....	131
7.2. APLICACIÓN DE LAS RNA PARA INVESTIGAR LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO.....	134
7.2.1. Generalidades del programa.....	135
7.2.2. Comparación de los valores reales del NFC con los valores estimados por las RNA's para el periodo 2006.....	138

7.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	140
7.3.1. Determinantes de las condiciones de financiamiento de cada banco.....	140
7.3.1.1. Determinantes de las condiciones de financiamiento del Banco de Crédito.....	140
7.3.1.2. Determinantes de las condiciones de financiamiento del Banco Económico.....	143
7.3.1.3. Determinantes de las condiciones de financiamiento del Banco Ganadero.....	146
7.3.1.4. Determinantes de las condiciones de financiamiento del Banco Industrial.....	148
7.3.1.5. Determinantes de las condiciones de financiamiento del Banco Mercantil.....	150
7.3.1.6. Determinantes de las condiciones de financiamiento del Banco Nacional de Bolivia.....	152
7.3.1.7. Determinantes de las condiciones de financiamiento del Banco Santa Cruz.....	154
7.3.1.8. Determinantes de las condiciones de financiamiento del Banco Unión.....	156
7.3.2. Determinantes de las condiciones de financiamiento del sistema bancario.....	158
7.4. RESUMEN DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS.....	161
7.4.1. Resumen de los determinantes de las condiciones de financiamiento.....	161
7.4.2. Impacto de la eficiencia y la concentración en las condiciones de financiamiento.....	163
7.4.2.1. Eficiencia en la gestión de cartera y condiciones de financiamiento.....	163
7.4.2.2. Eficiencia en la gestión de los depósitos y condiciones de financiamiento.....	165
7.4.2.3. Concentración de la cartera y condiciones de financiamiento.....	166
7.4.2.4. Concentración de los depósitos y condiciones de financiamiento.....	168
7.4.2.5. Resumen de la influencia de la eficiencia y la competencia en las condiciones de financiamiento.....	169
REFERENCIAS.....	170
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES.....	172
8.1. IMPLICANCIAS Y CONCLUSIONES.....	172
8.1.1. Implicancias de los resultados hallados.....	172
8.1.2. Conclusiones y recomendaciones.....	176
8.1.2.1. Recomendaciones para el elemento tasa de interés.....	177
8.1.2.2. Recomendaciones para el elemento plazo.....	178
8.1.2.3. Recomendaciones para el elemento garantía.....	179
8.1.3. La banca de desarrollo.....	179
8.1.4. Perspectivas de las condiciones de financiamiento del sistema bancario.....	183
REFERENCIAS.....	186

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

INTRODUCCIÓN

Tabla N° 1	PRINCIPALES ESTADÍSTICOS DE LAS TASAS DE INTERÉS.....	6
------------	---	---

TERCERA PARTE

Tabla N° 5.1	PARTICIPACIÓN PROMEDIO EN LA CARTERA DEL SISTEMA BANCARIO.....	83
Tabla N° 5.2	PARTICIPACIÓN PROMEDIO EN LOS DEPÓSITOS DEL SISTEMA BANCARIO.....	84
Tabla N° 5.3	COMPORTAMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EN LA BANCA.....	85
Tabla N° 5.4	COMPORTAMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS PASIVAS EN LA BANCA.....	86
Tabla N° 5.5	SPREAD FINANCIERO PROMEDIO REGISTRADO POR LOS OCHO BANCOS MÁS REPRESENTATIVOS DEL SISTEMA.....	87
Tabla N° 5.6	PARTICIPACIÓN PROMEDIO DE LA CARTERA DE LARGO PLAZO EN LA CARTERA TOTAL.....	88
Tabla N° 5.7	PARTICIPACIÓN PROMEDIO DE SECTORES MAYORMENTE FINANCIADOS CON CRÉDITOS DE LARGO PLAZO.....	89
Tabla N° 5.8	CARTERA RESPALDADA CON GARANTÍAS REALES EN PROPORCIÓN A LA CARTERA TOTAL.....	91
Tabla N° 5.9	EFICIENCIA EN LA ADMINISTRACIÓN DE LA CARTERA.....	92
Tabla N° 5.10	EFICIENCIA EN LA ADMINISTRACIÓN DE LOS DEPÓSITOS.....	93
Tabla N° 5.11	RESUMEN DE LOS NIVELES DE EFICIENCIA EN LA INTERMEDIACIÓN.....	93
Tabla N° 6.1	PONDERACIONES ASIGNADAS A CADA VARIABLE DEL INDICADOR SEGÚN EL CRITERIO DE VARIABILIDAD.....	106
Tabla N° 6.2	RESUMEN DE LOS TRES BANCOS CON MAYOR Y MENOR NIVEL DE VOLATILIDAD EN SUS POLÍTICAS DE INTERÉS, PLAZO Y GARANTÍA.....	107
Tabla N° 6.3	NIVELES DE FACILIDAD CREDITICIA DEL SISTEMA BANCARIO NACIONAL.....	112
Tabla N° 6.4	MATRIZ DE CORRELACIONES DE LOS NFC DE LOS BANCOS DEL SISTEMA.....	118
Tabla N° 6.5	CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO PROMEDIO POR BANCO DE ACUERDO AL ORDEN DE ACCESIBILIDAD.....	119

CUARTA PARTE

Tabla N° 7.1	VARIABLES UTILIZADAS PARA DISEÑAR LA RNA.....	133
Tabla N° 7.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS RNA DISEÑADAS PARA CADA BANCO Y PARA EL SISTEMA.....	138
Tabla N° 7.3	COMPARACIÓN DE LOS VALORES REALES DEL NFC CON LOS ESTIMADOS POR LAS RNA.....	139
Tabla N° 7.4	RESUMEN DE LOS DETERMINANTES DE LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO DEL SISTEMA BANCARIO BOLIVIANO.....	162
Tabla N° 7.5	VARIABLES CAUSA MÁS IMPORTANTES DE LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO.....	163
Tabla N° 7.6	INFLUENCIA DE LA EFICIENCIA Y LA COMPETENCIA EN LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO.....	170

ÍNDICE DE GRÁFICAS

PÁGINA

INTRODUCCIÓN

Gráfica Nº 1	COMPORTAMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS NACIONALES E INTERNACIONALES.....	5
Gráfica Nº 2	CARTERA DEL SISTEMA BANCARIO POR PLAZOS.....	7
Gráfica Nº 3	TIPOS DE GARANTÍAS.....	9
Gráfica Nº 4	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS TIPOS DE GARANTÍAS EN LA CARTERA DEL SISTEMA BANCARIO.....	10
Gráfica Nº 5	COMPORTAMIENTO DE LA CAPTACIÓN DE RECURSOS Y DEL CRÉDITO EN EL SISTEMA BANCARIO.....	12
Gráfica Nº 6	TRANSMISIÓN DEL DESARROLLO FINANCIERO AL CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	13
Gráfica Nº 7	PILARES DEL SISTEMA FINANCIERO.....	15

PRIMERA PARTE

Gráfica Nº 2.1	RELACIÓN ENTRE RIESGO Y RENDIMIENTO ESPERADO.....	32
Gráfica Nº 2.2	OPERACIONALIZACIÓN DE LOS RIESGOS DE MERCADO Y ESPECÍFICO.....	33
Gráfica Nº 2.3	LA FRONTERA DE EFICIENCIA.....	37
Gráfica Nº 2.4	DIVERSIFICACIÓN DEL RIESGO DE UN PORTAFOLIO.....	38
Gráfica Nº 2.5	MAPAS DE CURVAS DE INDIFERENCIA RIESGO-RENDIMIENTO.....	39
Gráfica Nº 2.6	LA LÍNEA DEL MERCADO DE CAPITAL.....	40
Gráfica Nº 3.1	CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO PARA PRESTATARIOS RIESGOSOS Y NO RIESGOSOS.....	46
Gráfica Nº 3.2	DINÁMICA DEL MERCADO DE CRÉDITOS.....	48

SEGUNDA PARTE

Gráfica Nº 4.1	CÚMULO DE NEURONAS EN EL CEREBRO HUMANO MICROGRAFIADAS CON UNA AMPLIACIÓN DE 15.000 AUMENTOS.....	55
Gráfica Nº 4.2	PARTES QUE COMPONEN LAS NEURONAS BIOLÓGICAS.....	57
Gráfica Nº 4.3	CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE COMUNICACIÓN ENTRE NEURONAS.....	58
Gráfica Nº 4.4	SIMILITUDES ENTRE UNA NEURONA BIOLÓGICA Y UNA NEURONA ARTIFICIAL.....	59
Gráfica Nº 4.5	CARACTERÍSTICAS DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA NEURONA ARTIFICIAL.....	61
Gráfica Nº 4.6	FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA ESCALÓN.....	62
Gráfica Nº 4.7	FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA LINEAL A TRAMOS.....	63
Gráfica Nº 4.8	FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA LOGARÍTMICA SIGMOIDEA.....	64
Gráfica Nº 4.9	FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA TANGENTE SIGMOIDEA.....	64
Gráfica Nº 4.10	RED NEURONAL ARTIFICIAL DE TRES CAPAS Y NUEVE NEURONAS.....	66
Gráfica Nº 4.11	RED NEURONAL ARTIFICIAL PERCEPTRON.....	72
Gráfica Nº 4.12	RED NEURONAL ARTIFICIAL BACKPROPAGATION.....	73
Gráfica Nº 4.13	RED NEURONAL ARTIFICIAL HOPFIELD.....	74
Gráfica Nº 4.14	RED NEURONAL ARTIFICIAL KOHONEN.....	75
Gráfica Nº 5.1	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS BANCOS EN LA CARTERA TOTAL DEL SISTEMA BANCARIO.....	82
Gráfica Nº 5.2	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS BANCOS EN LOS DEPÓSITOS DEL SISTEMA BANCARIO.....	84

Gráfica N° 6.1	PROCESO DE GENERACIÓN DEL INDICADOR.....	96
Gráfica N° 6.2	FUNCIÓN MATEMÁTICA DEL COMPONENTE COSTO FINANCIERO.....	100
Gráfica N° 6.3	PESOS ASIGNADOS A CADA COMPONENTE.....	104
Gráfica N° 6.4	EVOLUCIÓN DE LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO OFRECIDAS POR LOS BANCOS DE MAYOR TAMAÑO Y EL SISTEMA.....	113
Gráfica N° 6.5	EVOLUCIÓN DE LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO OFRECIDAS POR LOS BANCOS DE MENOR TAMAÑO Y EL SISTEMA.....	116

CUARTA PARTE

Gráfica N° 7.1	INGRESO AL MÓDULO DE NEUROSOLUTIONS PARA EXCEL.....	135
Gráfica N° 7.2	VISTA DE NEUROSOLUTIONS PARA EXCEL.....	136
Gráfica N° 7.3	DISEÑO DE LA RNA.....	137
Gráfica N° 7.4	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL BCR.....	142
Gráfica N° 7.5	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL BEC.....	144
Gráfica N° 7.6	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL BGA.....	147
Gráfica N° 7.7	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL BIS.....	149
Gráfica N° 7.8	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL BME.....	151
Gráfica N° 7.9	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL BNB.....	153
Gráfica N° 7.10	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL BSC.....	155
Gráfica N° 7.11	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL BUN.....	157
Gráfica N° 7.12	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL SISTEMA BANCARIO.....	159
Gráfica N° 7.13	EFICIENCIA EN LA GESTIÓN DE CARTERA Y CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO.....	164
Gráfica N° 7.14	EFICIENCIA EN LA GESTIÓN DE LOS DEPÓSITOS Y CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO.....	166
Gráfica N° 7.15	CONCURRENCIA EN CARTERA Y CONDICIONES FINANCIAMIENTO.....	167
Gráfica N° 7.16	CONCURRENCIA EN DEPÓSITOS Y CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO.....	169
Gráfica N° 8.1	CONDICIONES ECONÓMICAS E INSTITUCIONALES PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA BANCA DE DESARROLLO.....	182

RESUMEN EJECUTIVO

El Sistema Bancario constituye el medio de financiamiento más importante del país. Si bien el desarrollo de fuentes alternativas como el sector financiero no bancario y la Bolsa de Valores han presentado un desarrollo sobresaliente durante los últimos años, la banca aún concentra aproximadamente 80% de los depósitos nacionales y administra más del 75% de los créditos concedidos en el sistema financiero.

La calidad de las condiciones de financiamiento ofrecidas a las diferentes empresas demandantes de crédito, es fundamental para determinar el acceso a la ingente cantidad de fondos prestables que posee vía captaciones. Estas condiciones de financiamiento se componen principalmente de tres elementos: tasa de interés, plazo y garantía. Los mismos intervienen en cualquier operación crediticia y su comportamiento simultáneo genera el tipo de condiciones o términos del préstamo que necesariamente el demandante de crédito debe cumplir.

Se estudian los factores que determinan las condiciones de financiamiento del Sistema Bancario a nivel agregado y de los ocho bancos más representativos del sistema para el periodo 2001 – 2005. Los bancos analizados son: Banco Nacional de Bolivia, Banco de Crédito, Banco Santa Cruz, Banco Mercantil, Banco Industrial, Banco Unión, Banco Ganadero y Banco Económico. Para dicha tarea se propone la utilización de un indicador compuesto por los tres elementos anteriormente mencionados, el cual captura sus respectivos comportamientos de forma simultánea y permite operacionalizar la variable “Condiciones de financiamiento”, a través de otra más cuantitativa y medible denominada Nivel de Facilidad Crediticia (NFC).

En especial se indaga el impacto que tiene el nivel de eficiencia y la intensidad de la competencia (tanto en cartera como en depósitos) sobre las condiciones de financiamiento que se ofrecen. Este análisis se realiza mediante el uso de Redes Neuronales Artificiales (RNA's), que constituye un poderoso método de análisis de la información de uso reciente y creciente en economía. El mismo combina técnicas matemáticas, estadísticas y sobretodo de inteligencia artificial, permite el reconocimiento de patrones ocultos en la información y la determinación de relaciones lineales y no lineales entre las variables.

Después del diseño de RNA's para investigar los NFC de cada unidad analizada, se realiza un análisis de sensibilidad que coadyuva en la determinación de las variables causa, más importantes de las condiciones de financiamiento. Las variables referidas a la eficiencia y a la competencia resultan importantes pero no son las únicas. La rentabilidad, incobrabilidad, spread financiero, tasa de interés interbancaria, tasa de interés pasiva, entre otras, constituyen algunas de las más relevantes para explicar las condiciones de los préstamos en la banca boliviana.

Finalmente se resumen los resultados encontrados y se realizan recomendaciones de política económica para cada uno de los elementos del financiamiento con la finalidad de promover condiciones para créditos más accesibles y acordes a las necesidades de las empresas, condiciones que fomenten la inversión y el crecimiento económico.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS



**“LA CIENCIA ES EL GRAN ANTÍDOTO PARA
EL VENENO DEL ENTUSIASMO Y DE LA
SUPERSTICIÓN”.**

ADAM SMITH

LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO DEL SISTEMA BANCARIO Y SUS DETERMINANTES

INTRODUCCIÓN.

Un Sistema Financiero eficiente estimula y facilita el crecimiento económico en el corto y largo plazo, coberturando del riesgo a los agentes económicos mediante la diversificación de sus activos, facilitando la asignación de capital mediante el financiamiento de proyectos rentables y la movilización del ahorro.

Por todo esto la literatura económica moderna establece una relación positiva entre desarrollo financiero y crecimiento económico, afirmando que el primero favorece al segundo, principalmente:

- Facilitando el proceso ahorro- inversión, es decir, siendo el nexo entre oferentes y demandantes de dinero,
- Minimizando los costos de transacción, de información y de análisis económico financiero de las inversiones y
- Diversificando las posibilidades de ahorro e inversión.

Estas acciones benefician ampliamente a la economía en general constituyéndose el desarrollo financiero en un poderoso factor explicativo de la acumulación de capital, de las innovaciones tecnológicas y por lo tanto del crecimiento del producto.

Son dos los componentes más importantes de un Sistema Financiero: El Sistema Bancario y el Mercado de Valores. El primero constituido por instituciones bancarias que ofrecen depósitos líquidos a los agentes económicos superavitarios (ahorradores) brindando también, implícitamente, un seguro de liquidez para los mismos. Por otro lado con estos recursos captados realizan inversiones líquidas de baja rentabilidad y también inversiones ilíquidas (a plazos mayores) de mayor rentabilidad, asumiendo ellos mismos los riesgos, en especial el riesgo de crédito. En el Mercado de Valores en cambio los ahorristas (inversionistas financieros) son los que asumen plenamente el riesgo y por lo tanto sus instituciones solo constituyen un nexo entre el ahorro y la inversión.

Tomando en cuenta lo anterior, cualquier empresa puede financiarse utilizando para ello las siguientes opciones:

1. Con aporte propio de capital.
2. Utilizando el mercado de créditos cuyo protagonista principal es la Banca.
3. Mediante el mercado de valores cuyo principal protagonista constituye la Bolsa de Valores.

En Bolivia el Sistema Bancario representa el modo de canalización de recursos del ahorro hacia la inversión, y por lo tanto de financiamiento, más importante del Sistema Financiero. El hecho de contar con un Mercado de Valores incipiente y en proceso de desarrollo, resalta aún más su importancia a la hora de demandar recursos para proyectos de inversión productivos.

En función de esto, las condiciones de financiamiento que ofrece al momento de conceder créditos para los diferentes sectores productivos son fundamentales. Estas condiciones se reflejan básicamente en tres elementos:

El **costo del financiamiento**, (costo financiero del préstamo) medido por la **tasa de interés activa** que el Banco cobra por la concesión del crédito.

El **plazo del financiamiento**, es decir, el **tiempo** durante el cual la empresa (prestatario) debe amortizar el principal más los intereses de la deuda contraída.

Las **garantías** requeridas para acceder al crédito, que por lo general son definidas por las instituciones bancarias y constituyen su forma de respaldo ante problemas de liquidez por parte de sus prestatarios.

El comportamiento de estos tres elementos en conjunto determina el grado de accesibilidad del crédito por parte de sus demandantes (familias, empresas, etc.). Por lo tanto, determinará también el flujo de inversión que pueda generarse en la economía en un momento determinado del tiempo, inversión necesaria para superar problemas que se originan en situaciones de recesión económica, como ser: desempleo, bajas tasas de crecimiento, etc.

En este sentido, se investigan los factores determinantes de éstas condiciones, proponiendo un indicador estructurado en base a los tres elementos anteriormente mencionados: la tasa de interés activa que se ofrece, el tiempo del plazo que se otorga para los créditos y el tipo de garantía que se exige para su concesión. El mismo se denominará "Nivel de Facilidad Crediticia" (NFC). Dicho indicador servirá para operacionalizar la variable cualitativa: "Condiciones de Financiamiento"¹ de la Banca boliviana que se analizará mediante Redes Neuronales Artificiales (RNA).

I. JUSTIFICACIÓN.

A pesar de existir los recursos necesarios en el Sistema Bancario para financiar diversos proyectos de inversión en el país, últimamente se advierte un comportamiento declinante en la movilización de éstos. La situación económica actual amerita en cambio una dinamización profunda de los mismos, que promueva la inversión y por ende el crecimiento económico. Uno de los factores explicativos de esta situación es precisamente la dificultad en el acceso a estos recursos por parte del grueso de las empresas, pequeñas y medianas, especialmente, debido a que las condiciones de financiamiento de la banca son ciertamente restrictivas. Las altas tasas de interés activas que se cobran por el préstamo, los plazos comúnmente de corto y mediano tiempo y la exigencia de garantías reales; constituyen un serio obstáculo para empresas con necesidades de inversión, capital reducido y en proceso de crecimiento.

La determinación de los factores causantes de este problema contribuirá en la toma de decisiones de política económica dirigidas hacia este sector, encaminadas a mejorar el acceso al crédito de una mayor cantidad de empresas.

La medición o aproximación cuantitativa de las condiciones del financiamiento en la banca, mediante un indicador, coadyuvaría en el proceso investigativo de forma interesante, pudiéndose utilizar el resultado de varias formas: análisis comparativo de las ventajas en el financiamiento del Sistema Bancario con relación al Sistema no Bancario, análisis comparativo de las condiciones de financiamiento entre sistemas bancarios de diferentes países, como instrumento de decisión por parte de demandantes de crédito, entre otros.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

II.1. Las condiciones de financiamiento en el Sistema Bancario.

El desarrollo relativamente escaso del mercado de valores en el país, profundiza grandemente la importancia que la banca tiene en la economía como componente principal del Sistema Financiero. Sin embargo una serie de estudios² han determinado que su comportamiento y entorno adolece de ciertos problemas. Entre los más importantes podríamos citar:

- ✓ Tasas de interés para crédito elevadas en relación a sus similares en mercados internacionales.
- ✓ Obstáculos existentes para el acceso al crédito que tiene que ver con garantías reales exigidas y plazos concedidos relativamente cortos.
- ✓ Existencia de información asimétrica.
- ✓ Estructura de mercado no competitiva (oligopolio).
- ✓ Excesiva ponderación del riesgo país.
- ✓ Respuesta débil o inexistente de las tasas de interés de mercado de la banca a las operaciones de mercado abierto y a las tasas del mercado primario de deuda.

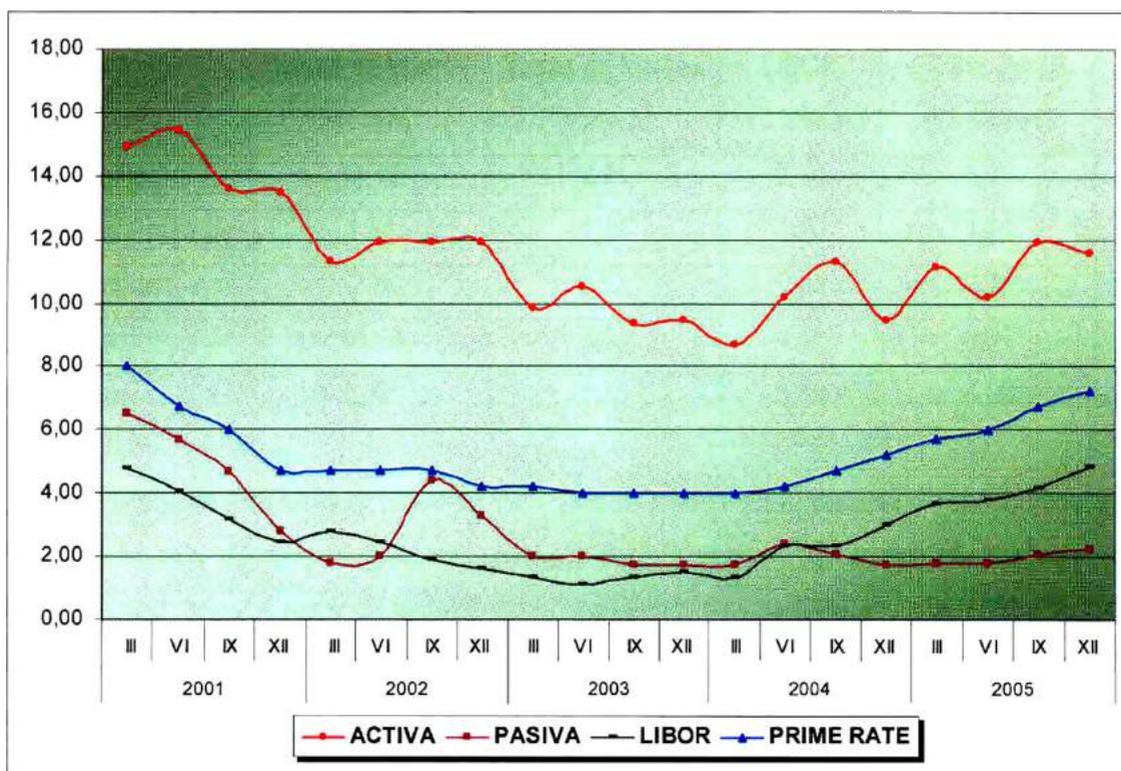
Estos rasgos generales provocan una situación delicada para los demandantes de crédito, haciendo que el financiamiento en Bolivia, vía Sistema Bancario, sea dificultoso.

II.1.1. La Tasa de Interés Activa del Sistema Bancario.

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de la tasa de interés activa registrada en el Sistema Bancario, además de otras tasas de interés internacionales.

GRÁFICA N° 1

COMPORTAMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS NACIONALES E INTERNACIONALES



FUENTE: Boletines estadísticos del BCB.

Tasa de interés activa efectiva promedio ponderada del Sistema Bancario.

Tasa de interés pasiva promedio ponderada de la tasa de interés para DPF's en Moneda Extranjera en la Banca.

Libor y Prime Rate a 12 meses.

En la gráfica N° 1 se aprecia claramente un nivel bastante superior de la tasa de interés activa registrada en el Sistema Bancario, en relación a tasas similares internacionales como ser la tasa Libor y la Prime Rate. De igual forma al comparar su comportamiento con el de la tasa de interés pasiva de éste sistema, se observa un spread considerable, cuyo promedio alcanza aproximadamente 9%.

A continuación se calculan algunos indicadores usuales para cada variable.

TABLA N° 1
PRINCIPALES ESTADÍSTICOS DE LAS TASAS DE INTERÉS

Estadísticos	Tasas de Interés	Tasas de Interés	LIBOR	PRIME RATE
	ACTIVA	PASIVA	(12 Meses)	(12 Meses)
Promedio	11,42	2,71	2,70	5,21
Desvío Estándar	1,84	1,44	1,20	1,21
Variabilidad	0,16	0,53	0,44	0,23
Máximo	15,46	6,51	4,83	8,00
Mínimo	8,72	1,70	1,10	4,00

Como se aprecia en ésta tabla, el promedio de la tasa de interés activa durante el periodo trimestral 2001-2005 ha sido de más de 11%, muy superior a los promedios registrados por las tasas de interés internacionales. A pesar de la caída de su nivel en los últimos años, todavía registra valores relativamente altos que reflejan el fuerte costo financiero que implica el financiamiento a través de la banca.

II.1.2. El plazo de los créditos en la banca.

El plazo del financiamiento es fundamental a la hora de solicitar un préstamo. Créditos con un mayor plazo implican menores cuotas de amortización y una estructura de pagos más flexible. Existen tres tipos de créditos tomando en cuenta los plazos:

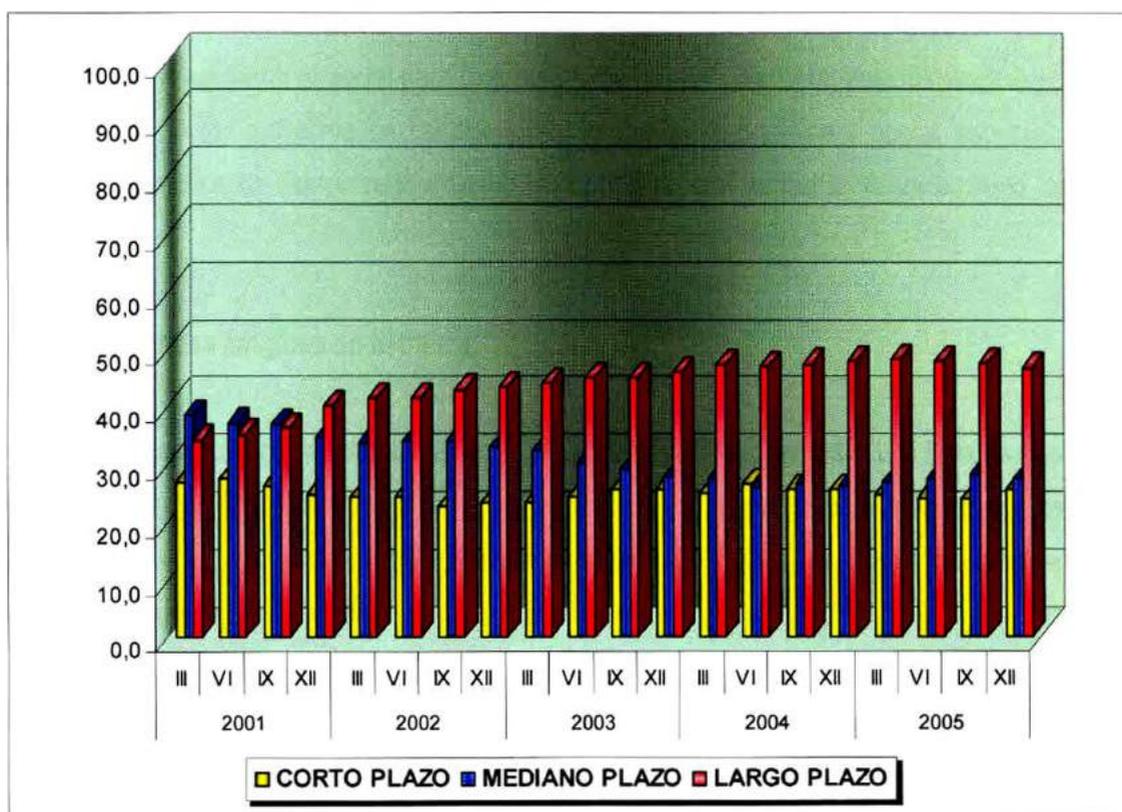
Créditos de corto plazo; cuando el deudor se compromete a pagar su deuda en un plazo no mayor a un año.

Créditos de mediano plazo; cuando el deudor se compromete a pagar su deuda en un plazo de entre uno y cinco años a partir del momento en que se ha otorgado el crédito.

Créditos de largo plazo; cuando el deudor se compromete a pagar su deuda en un plazo mayor a cinco años.

Tomando en cuenta esta clasificación la siguiente gráfica nos muestra el comportamiento de la cartera del Sistema Bancario en Bolivia, discriminado precisamente por el tiempo de vencimiento de los créditos durante el periodo trimestral 2001-2005.

GRÁFICA N° 2
CARTERA DEL SISTEMA BANCARIO POR PLAZOS



FUENTE: Elaboración propia con base a información de la Superintendencia de Bancos y Entidades financieras. (SBEF)

La cartera discriminada por plazos, muestra que desde finales del año 2001 los créditos de largo plazo han cobrado importancia. Esto se aprecia claramente en la gráfica N° 2 que muestra el crecimiento de la cartera de largo plazo en este importante sistema. Empero en el periodo analizado los créditos de corto y mediano plazo ascendieron en promedio a más de 56%, mientras los créditos de largo plazo a 44%.³

Sin embargo, analizando más detalladamente la información, se constata que la cartera de largo plazo está concentrada en no más de 6 sectores económicos: agricultura, hoteles y restaurantes,

servicios inmobiliarios, administración pública, educación y servicios sociales. Siendo los créditos dirigidos a los restantes 12 sectores de corto y mediano plazo únicamente. Esto implica que actividades como el de la industria manufacturera, hidrocarburífera, minera, construcción, producción y distribución de energía, comercio, transporte; por citar sólo los más importantes, se movilizan y financian con créditos de corto plazo.

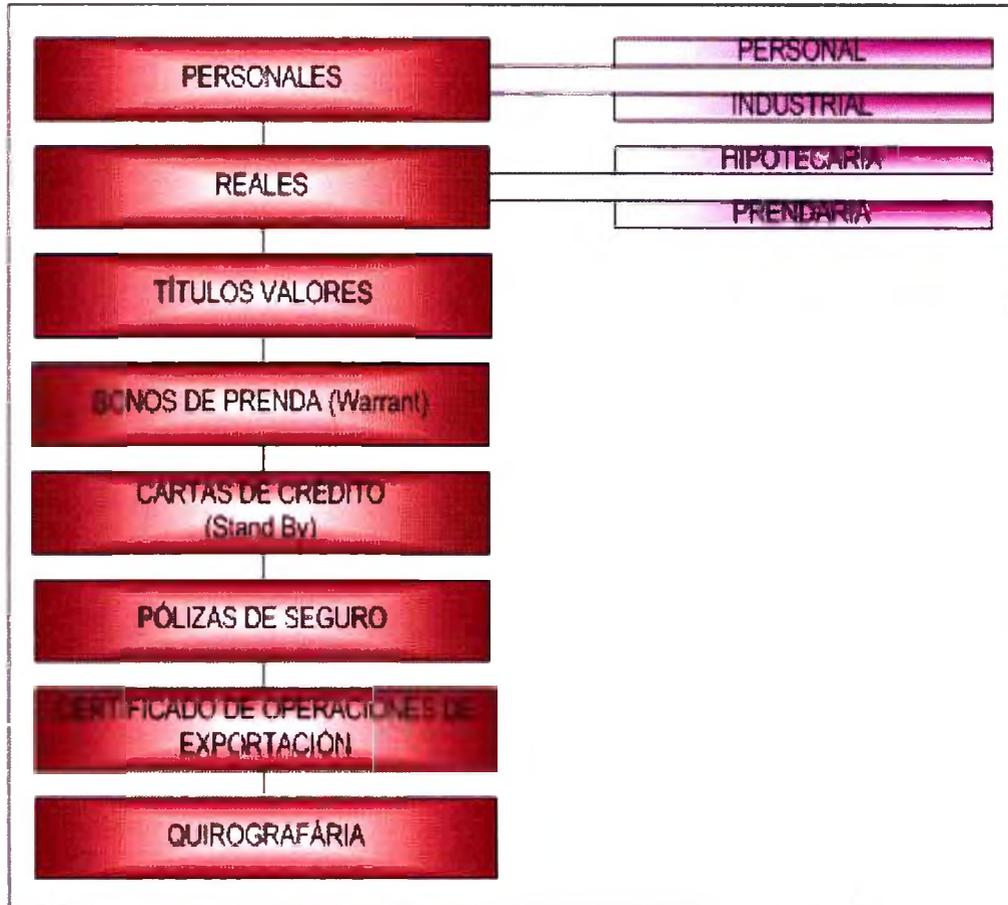
La importancia e impacto del financiamiento de largo plazo en el crecimiento del producto es crucial, ya que constituye un factor esencial para mejorar los niveles de vida en un país, tomando en cuenta que el grueso de los proyectos de considerable rentabilidad económica y social, especialmente, maduran en periodos de tiempo relativamente largos, por lo que necesitan financiamiento también de este tipo.

II.1.3. Las garantías exigidas en la banca.

Las garantías constituyen parte fundamental en el proceso de financiamiento. Los Bancos necesitan garantizar de alguna forma la devolución de sus recursos y son, por lo tanto, una alternativa de pago de los mismos ante cualquier eventualidad. Existen varios tipos de garantías debidamente reglamentadas por la SBEF, la gráfica N° 3 las resume.

De todas las garantías que se muestran en la gráfica, las que el Sistema Bancario exige como requisito para otorgar un crédito son principalmente garantías reales y garantías personales. Las garantías personales se exigen comúnmente cuando el monto del crédito es pequeño. En cambio cuando éste constituye un monto importante (como el que generalmente demandan las empresas) el tipo de garantía más exigida es la real y más específicamente la garantía hipotecaria, que básicamente está constituida por bienes inmuebles (departamentos, casas, terrenos, etc.) o bienes muebles (líneas telefónicas, aviones, autos, etc.), todos debidamente registrados en "Derechos Reales". Obviamente ésta última circunstancia constituye un obstáculo serio en el acceso al financiamiento por parte de gran cantidad de empresas con proyectos económicamente viables pero con un patrimonio limitado.

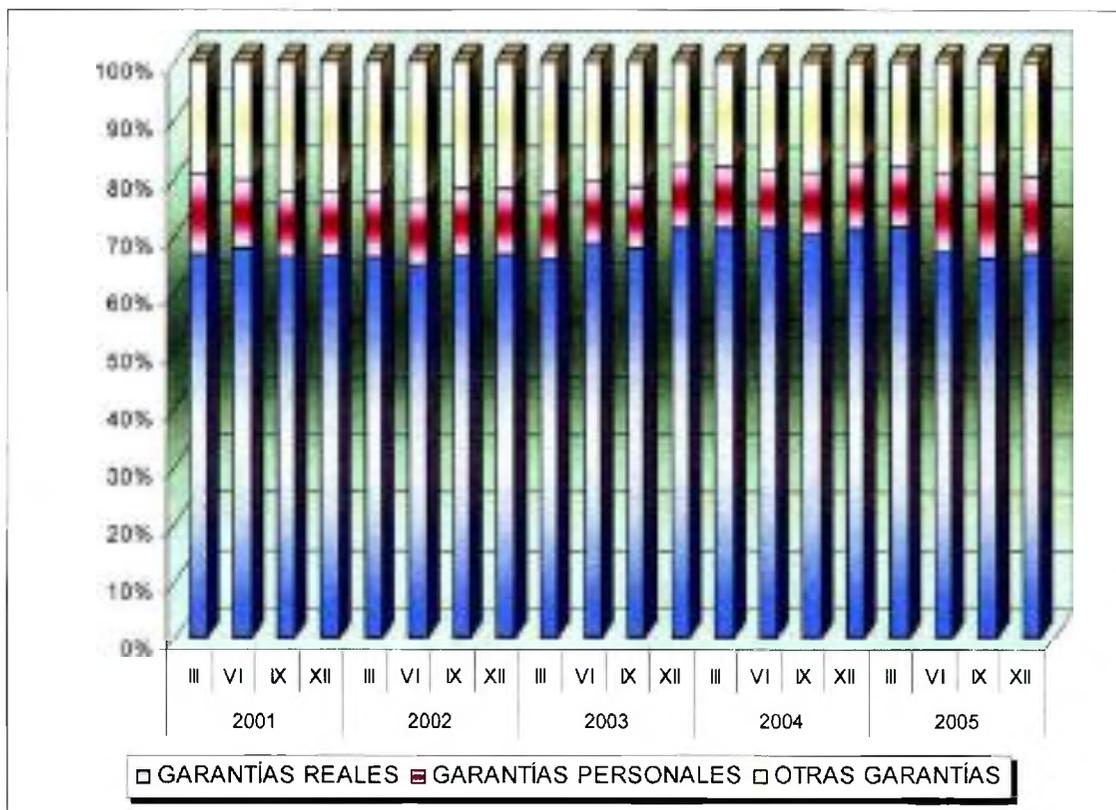
GRÁFICA N° 3
TIPOS DE GARANTÍAS



FUENTE: Elaboración propia a partir de información de la SBEF.

La gráfica N° 4 da cuenta de la importancia que las garantías reales tienen en la cartera del Sistema Bancario. Se advierte la tremenda importancia que posee la garantía real a la hora de acceder a un crédito mediante la Banca. Durante el periodo de tiempo analizado, en promedio, la participación de la garantía real en la cartera del Sistema Bancario fue de más del 67%, del cual más del 70% corresponde a la garantía hipotecaria y el resto a la prendaria. Por lo tanto se concluye que a pesar de constituir un importante impedimento del acceso al crédito, esta garantía ha sido y es bastante usada por el sistema.

GRÁFICA N° 4
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS TIPOS DE GARANTÍAS EN LA CARTERA DEL
SISTEMA BANCARIO



FUENTE: Elaboración propia a partir de información de la SBEF.

Resumiendo, desde el punto de vista del empresario (es decir, del agente económico deficitario en su liquidez que necesita financiamiento para llevar a cabo algún proyecto de inversión), es posible aseverar que estos tres elementos son los parámetros más usuales que utiliza para tomar la decisión de financiarse de una u otra institución. Todos estructuran lo que se denomina las "condiciones de financiamiento". Solamente un Banco tiene la posibilidad de mejorar o empeorar éstas condiciones en función de su política institucional vigente.

Tomando en cuenta esto y como conclusión preliminar, la estructura de las "condiciones de financiamiento" originadas en la banca boliviana, durante el periodo de tiempo analizado; refleja un escenario caracterizado por un importante costo financiero de intermediación, por tiempos de

vencimiento relativamente cortos y por requerimientos de garantías que implica la posesión de cierto nivel de riqueza.

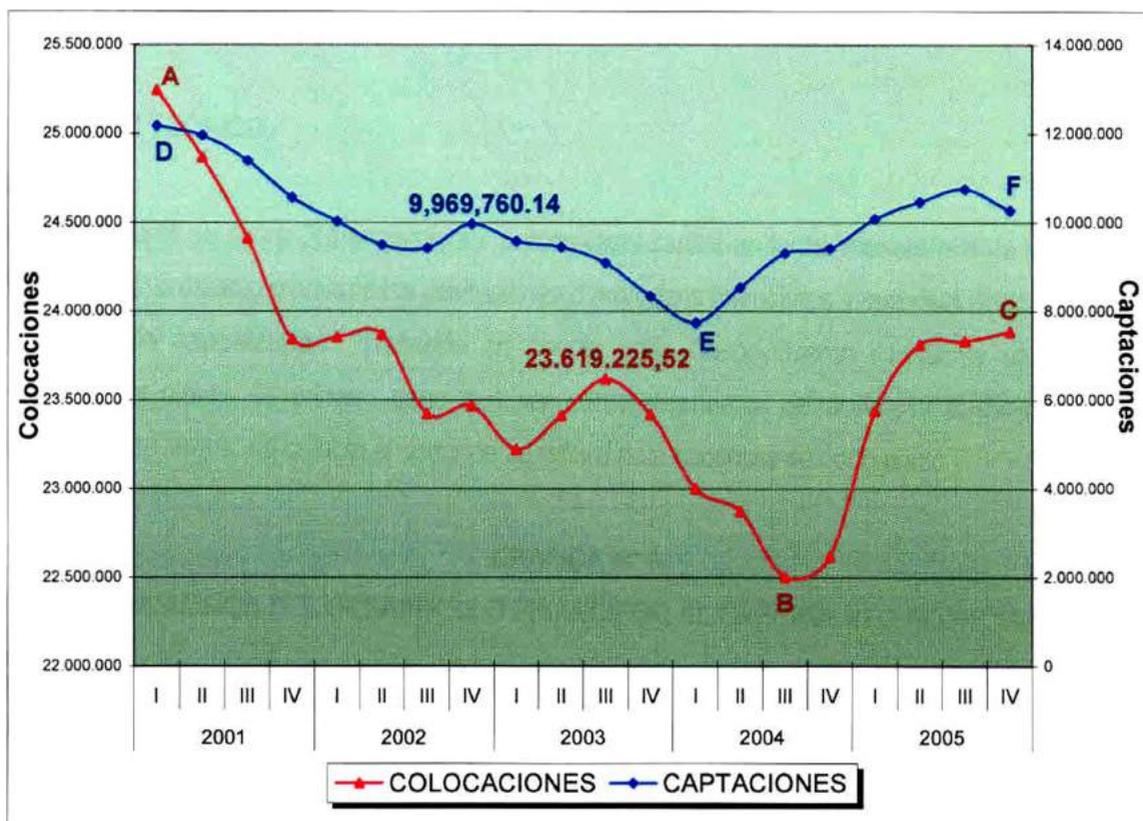
II.2. Colocación y captación en el Sistema Bancario boliviano.

Durante los últimos años la economía ha entrado en un proceso de desaceleración económica que se originó alrededor del año 1998 y que fue resultado, entre otros, de un escenario internacional adverso debido a la crisis financiera y económica desatada en el sudeste asiático que impactó negativamente nuestras exportaciones. De una tasa de crecimiento anual de aproximadamente 5% el año 1997, se cayó a 0.43% el año 1998 para posteriormente recuperarse levemente pero sin poder hacerlo a niveles que coadyuven en la disminución de la tasa de desempleo y el nivel de pobreza. El Sistema Bancario no fue la excepción, la crisis económica también le impactó fuerte y negativamente en cuanto a captación y colocación de recursos, mora, etc.

A pesar de la recuperación económica de fines de la década de los 90; el comportamiento de este sistema todavía adolece de problemas. Como se observa en la gráfica N° 5, el nivel de colocaciones ha sufrido los últimos años una caída importante. De un nivel que superaba los 25.000 millones de bolivianos a principios del año 2001 (punto A), se registró una caída importante con ciertos movimientos ondulatorios hasta llegar al nivel de colocaciones más bajo de los últimos 5 años: 22.500 millones de bolivianos, el tercer trimestre del año 2004 (punto B). A partir de ese momento se aprecia una importante recuperación hasta el segundo trimestre del año 2005. Desde ahí las captaciones parecen mantenerse, pero a niveles inferiores en relación con anteriores años, registrando a finales de ese año 23.885 millones de bolivianos aproximadamente (punto C).

Como era de esperarse, el volumen de captaciones presenta un comportamiento bastante correlacionado con las colocaciones de la Banca. En la misma gráfica se observa que a principios del año 2001 se contaba con alrededor de 12.185 millones de bolivianos (punto D), dicho nivel presenta una caída importante con movimientos también cíclicos hasta llegar a su nivel más bajo del periodo de investigación: 7.751 millones de bolivianos (punto E), el tercer trimestre del año 2004. A partir de ese momento el nivel de colocaciones en el sistema se incrementa hasta registrar aproximadamente 10.300 millones de bolivianos a finales del año 2004 (punto F).

GRÁFICA N° 5
COMPORTAMIENTO DE LA CAPTACIÓN DE RECURSOS Y DEL CRÉDITO EN EL SISTEMA
BANCARIO
(En miles de bolivianos)



FUENTE: Elaboración propia a partir de información de boletines mensuales del BCB
 Colocaciones: Nivel de crédito del Sistema Bancario al sector privado.
 Captaciones: Nivel de captación del Sistema Bancario en depósitos a plazo fijo.

El comportamiento en ambas variables obedece fundamentalmente al ambiente vivido durante los últimos años en el país, plagado de crisis sociales, situaciones políticas inestables y por ende desenvolvimiento económico desfavorable. Dicho escenario propició corridas bancarias y especulación financiera, que a su vez provocó un comportamiento poco agresivo de los banqueros en cuanto a políticas crediticias. Esto se refleja claramente en las condiciones de financiamiento que se ofrecieron y que fueron anteriormente analizadas. Las mismas, al no ser las más propicias para las unidades productivas, ahondan más la difícil situación económica vigente y no cooperan en el

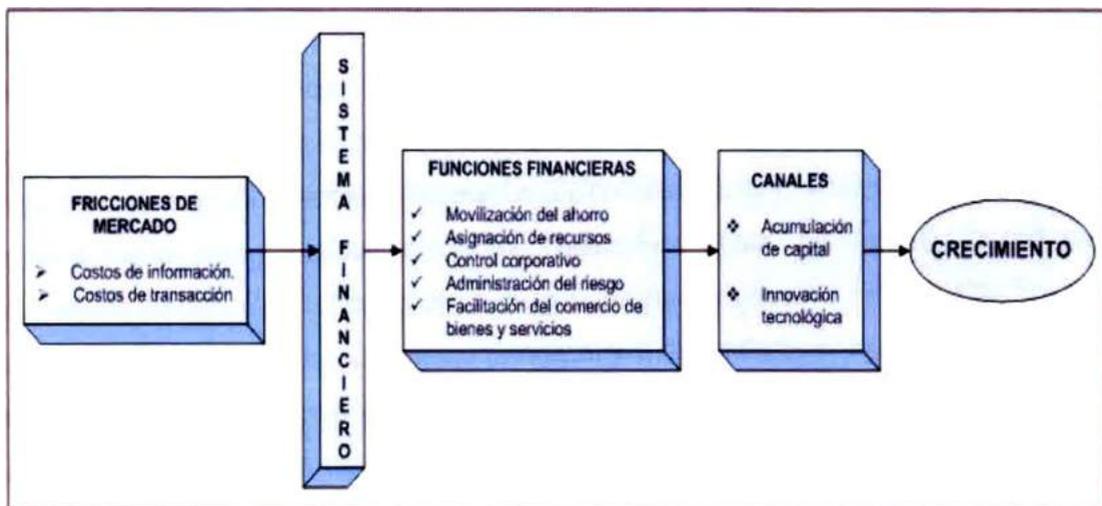
logro de un crecimiento acorde a las necesidades distributivas y de ingreso tan apremiantes en el país. A partir de esto se postula como problemática central:

La estructura de las condiciones de financiamiento del Sistema Bancario no muestra un comportamiento tendiente a coadyuvar el acceso al crédito.

III. MARCO TEÓRICO.

Rigurosamente se define "Financiamiento" como: aquel capital en forma monetaria o de fondos que se toman en préstamo mediante las instituciones o mercados financieros y que está destinado por lo general a la capitalización.⁴ Tomando en cuenta esto, financiamiento constituye un concepto diferente de dinero. El primero tiene que ver con instrumentos de activos y pasivos a plazos relativamente largos, en cambio el segundo se refiere a un concepto de corto plazo.

GRÁFICA N° 6
TRANSMISIÓN DEL DESARROLLO FINANCIERO AL CRECIMIENTO ECONÓMICO



FUENTE: "Desarrollo Financiero, Crisis Financiera y Acumulación de Capital" N. R. Ramírez (BCRP) y J.C. Aquino (PUCP).

Tal como lo muestra la gráfica N° 6, desde el punto de vista de la teoría del crecimiento económico, la intermediación financiera influye positivamente sobre el crecimiento mediante dos canales:

incrementos en la productividad total de los factores y la acumulación de capital; en ambos casos alterando la tasa de ahorro o movilizándolo hacia tecnologías que mejoran y producen más capital.

Además, el Sistema Financiero facilita el manejo del riesgo en un escenario en el que existen costos de información y transacción. Adquiere y analiza la información referente a inversiones potenciales coadyuvando en la eficiente asignación de los recursos, supervisa la gerencia de las empresas mediante un control corporativo promoviendo una mejor y más rápida acumulación de capital, finalmente moviliza los ahorros aglomerándolos de tal forma que es posible contar con una cantidad de recursos importante para la inversión.

En una economía moderna cualquier agente económico que demanda fondos ya sea para inversión o consumo puede recurrir al endeudamiento mediante el mercado de créditos o la emisión de bonos en la bolsa de valores, además de la emisión y venta de acciones en este mercado.

En general se reconocen dos sistemas universales de financiamiento: indirecto y directo. El sistema de financiamiento indirecto está constituido fundamentalmente por el mercado de créditos (Sistema Bancario y no Bancario) además de otras instituciones del área de seguros y pensiones. El Sistema Bancario constituye el principal protagonista de este sistema. Por otro lado se tiene al sistema de financiamiento directo, que está conformado por todas las instituciones del Mercado de Valores y cuyo principal actor es la Bolsa de Valores. La diferencia básica entre ambos sistemas es que en el primero, son las propias instituciones (Bancos, Fondos Financieros, Mutuales, etc.) las que asumen el riesgo de crédito en las colocaciones de los recursos que pertenecen a los ahorristas. Por lo tanto la relación entre el poseedor de recursos (ahorrista) y el demandante de los mismos (inversionista) es indirecta, ya que la institución de crédito respectiva decide sobre la aprobación o desaprobarción de cualquier préstamo. En cambio en el financiamiento directo (Bolsa de Valores) el poseedor de recursos asume el riesgo de financiar a una u otra empresa, previo asesoramiento de instituciones especializadas, siendo por lo tanto la relación directa de éste con el demandante de recursos (empresas).

En los países denominados de menor grado de desarrollo relativo, en virtud del desarrollo todavía insuficiente del mercado de valores, el Sistema Bancario cobra importancia crucial en el financiamiento empresarial. Los Bancos se caracterizan por ofertar depósitos relativamente líquidos (cajas de ahorro, cuentas corrientes, entre otros) a los ahorradores, proporcionándoles un seguro de liquidez intrínseco.

GRÁFICA N° 7
PILARES DEL SISTEMA FINANCIERO



FUENTE: Elaboración propia a partir de los conceptos citados.

A partir de la captación de esos recursos, estas instituciones realizan colocaciones componiendo su activo con una combinación de inversiones líquidas de baja rentabilidad y otras ilíquidas de

rentabilidad mayor. De esto se deriva que los Bancos sean instituciones con un nivel de apalancamiento muy alto y patrimonio pequeño en relación a los otros componentes de su balance. Ésta situación explica su fragilidad ante coyunturas económicas adversas y justifica su fuerte regulación y supervisión.

La literatura económica actual discrimina cuatro grandes funciones de la Banca (Xavier Freixas y Jean-Charles Rochet, 1997):

- ✚ Facilitar el acceso a un sistema de pagos.
- ✚ Transformar activos.
- ✚ Gestionar el riesgo.
- ✚ Procesar la información y supervisar a los prestatarios.

a) **Servicios pago.** Son redes que facilitan la transferencia de fondos mediante cuentas bancarias entre agentes económicos que se originan principalmente al momento de efectuar pagos o transacciones que implican el uso de mucho efectivo o su transferencia a lugares distantes.

b) **Transformación de activos.** Que puede ser de tres tipos: conveniencia de la denominación, transformación de calidades y transformación de vencimientos.

i. **Conveniencia de la denominación.** Los Bancos determinan la magnitud o denominación unitaria de los productos que ofrecen (depósitos y préstamos) de acuerdo a sus clientes. De esta forma captan depósitos menores y los colocan a préstamos de mayor magnitud.

ii. **Transformación de calidades.** Que se da cuando un banco ofrece una combinación de riesgo y rendimiento mayor emitiendo un título propio que vendiendo una cartera de préstamos.

iii. Transformación de vencimientos. Los Bancos son instituciones que transforman títulos de corto plazo (depósitos que demandan los depositantes), en títulos de largo plazo (créditos que demandan los prestatarios). A pesar de que ésta transformación conlleva un riesgo importante para la institución, los mercados interbancarios coadyuvan en su disminución.

c) Administración del riesgo. Actualmente la actividad de evaluación o estimación del riesgo y el consiguiente análisis correlativo entre rendimiento y riesgo de un crédito es fundamental y común en la Banca. Los riesgos más importantes que enfrenta un Banco son: el riesgo crediticio, riesgo de tasas de interés, riesgo de liquidez, y riesgo operativo.⁵

i. Riesgo de crédito. Representa la posibilidad de incurrir en pérdida (el Banco) por el incumplimiento de las obligaciones contractuales de pago, debido fundamentalmente a la pérdida de solvencia por parte de los prestatarios.

ii. Riesgo de tasas de interés. Es la posibilidad de incurrir en pérdida debido a movimientos adversos de las tasas de interés. En el caso de los Bancos este riesgo surge principalmente en la actividad de transformación de vencimientos, es decir, al momento de ofrecer depósitos líquidos garantizados por préstamos ilíquidos que concede la institución. El costo de los fondos (tasa de interés pasiva) podría incrementarse equiparando o superando el nivel de las tasas a las que se concedieron los préstamos (tasa de interés activa).

iii. Riesgo de liquidez. Definido como la posibilidad de incurrir en pérdida originada en la dificultad, total o parcial, de la realización de ventas o compras de activos. En el caso de los Bancos este tipo de riesgo se origina al momento de existir diferencia entre las posibilidades de negociar títulos emitidos y las posibilidades de negociar títulos que se poseen.

iv. Riesgos operativos. Posibilidad de incurrir en pérdida por malas prácticas operativas en la institución (errores humanos). Pérdidas debido a pólizas sin firmar, garantías no

verificadas, operaciones no registradas, etc. Este riesgo incluye fraudes o errores humanos intencionales.

d) Supervisión y procesamiento de información. Los Bancos, una vez concedido el crédito, supervisan rigurosamente a la empresa financiada con el fin de evitar que los recursos sean utilizados para otros fines. Este control sirve también para monitorear la situación económica y financiera de la empresa, con el fin de disminuir la probabilidad de un cambio adverso en su calidad crediticia, que conduciría al deterioro de la capacidad de pago.

Por todo esto, los Bancos “desempeñan una importante función en la economía debido a la demanda de diferentes tipos de dinero: de pasivos divisibles, de bajo riesgo y a corto plazo, de capital indivisible, arriesgado y a largo plazo y de supervisión de los proyectos” (X. Freixas y J. C. Rochet, 1997).

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

En el presente trabajo se hará uso del método descriptivo y analítico, especialmente a la hora de analizar el comportamiento de las variables estudiadas, como ser: Cartera, tasas de interés, depósitos, ratios financieros, entre otros.

Como se mencionó al principio se utilizarán las RNA como principal instrumento para determinar las características de las variables estudiadas y sus consiguientes interrelaciones, indagando sobre todo el origen y determinación de las condiciones de financiamiento de la banca privada nacional.

Ocho bancos constituirán la muestra para la presente investigación: Banco Nacional, Banco Mercantil, Banco Ganadero, Banco Unión, Banco Bisa, Banco Económico, Banco Santa Cruz y Banco de Crédito.⁶

IV.1. Fuentes principales de información estadística y bibliográfica.

La información estadística que será utilizada a lo largo de la investigación será recabada de las siguientes fuentes autorizadas:

- ✚ Instituto Nacional de Estadística (INE)
- ✚ Banco Central de Bolivia (BCB)
- ✚ Superintendencia de Bancos y Entidades Financieras (SBEF)

La base bibliográfica que proporcionará información teórica y conceptual a la investigación será la siguiente:

- ✚ Libros referidos al tema de investigación.
- ✚ Documentos de análisis del BCB y SBEF.
- ✚ Libros, ensayos y otros documentos de interés provenientes del Centro Latinoamericano de Estudios Monetarios (CEMLA).
- ✚ Papers referidos al campo bancario y financiero, como ser: Journal of Monetary, Journal of Finance, Journal of Money, Credit, and Banking, Journal of Economic Perspective, Journal of Economic Literature, entre otros.

IV.2. Fuentes secundarias de información estadística y bibliográfica.

- ✚ Fundación Milenium.
- ✚ Muller & Asociados.

IV.3. Delimitación espacio temporal.

El periodo de análisis estará comprendido entre los años 2001 y 2005, determinado fundamentalmente por la disponibilidad de información. Adicionalmente se utilizará información de los tres primeros trimestres del año 2006 para fines comparativos con las estimaciones de las RNA's. La desagregación temporal de las variables será trimestral con el fin de obtener resultados más finos y consistentes.

V. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

El Sistema Bancario constituye la pieza más importante del Sistema Financiero Boliviano en la actualidad, no solo por que la mayor parte de los recursos que se generan en la economía vía ahorro se encuentran a su disposición, sino también por la gran tradición que posee y la casi inexistente competencia (complementariedad) que le genera el Mercado de Valores. Pero las condiciones de financiamiento ya analizadas, no coadyuvan mucho en la movilización de estos recursos. El costo financiero del crédito (tasa de interés activa) relativamente alto, los plazos concedidos por lo general de corto y mediano vencimiento y las garantías sumamente inflexibles estructuran, en conjunto, un escenario complicado a la hora de demandar financiamiento.

Esta situación a su vez impacta de forma adversa sobre los niveles de inversión y crecimiento deseables para la economía, ya que la intermediación financiera (directa o indirecta) representa el motor fundamental que mueve y activa recursos ociosos para su uso más productivo y eficiente. Por todo esto se plantea la siguiente hipótesis:

“Un incremento en el nivel de eficiencia y competencia del Sistema Bancario, mejorará las condiciones de financiamiento”

V.1. Identificación de las variables. Se distinguen tres variables de investigación:

VI. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.

El objetivo general del presente trabajo es el siguiente:

Identificar los factores que determinan las condiciones de financiamiento del Sistema Bancario, diseñando un indicador adecuado para su medición.

VI.1. Objetivos específicos.

- ✓ Analizar el comportamiento del financiamiento bancario en la economía.
- ✓ Determinar los factores que intervienen en las condiciones de financiamiento que ofrece cada institución bancaria.
- ✓ Evaluar el comportamiento de las condiciones del financiamiento, tomando en cuenta cada Banco de la muestra elegida.
- ✓ Proponer un indicador "compuesto"⁷ que tome en cuenta: el costo financiero del crédito (tasa de interés activa), el plazo otorgado (vencimiento) y las garantías exigidas; para medir o aproximar cuantitativamente las condiciones de financiamiento.

VII. ESTRUCTURA DE LA TESIS.

El presente trabajo investigativo está dividido en cuatro partes. La primera parte consta de tres capítulos, la segunda de uno y las dos últimas de dos capítulos.

La **primera parte** presentará un análisis y desglose conceptual de cada uno de los elementos que serán estudiados a lo largo de la tesis. Posteriormente se estudiará una introducción general a la teoría financiera, junto a un estudio del origen de los intermediarios financieros.

A continuación se realizará un análisis teórico de la restricción al financiamiento y su relación con el fenómeno de información asimétrica. Se explicarán además otras causas que lo originan.

En la **segunda parte** se estudiará el concepto de Redes Neuronales Artificiales (RNA), su origen, funcionamiento y la variedad de aplicaciones que actualmente existen, enfatizando su uso en la resolución de problemas de naturaleza económica.

En la **tercera parte** se llevará a cabo una revisión de la situación real, con cifras y análisis, de las condiciones de financiamiento de la banca nacional. Para tal fin se estudiarán aquellas variables que se relacionan con la cartera.

A continuación se propondrá un indicador "compuesto", denominado Nivel de Facilidad Crediticia (NFC) que servirá para medir cuan favorable o desfavorable son, en conjunto, las condiciones que ofrece un financiador cualquiera en un momento determinado del tiempo y que será estructurado a partir de las variables anteriormente tratadas.

En la **cuarta parte** se compilarán y explicarán todas las variables que serán utilizadas en el diseño de la RNA, incluyendo el indicador. Mediante el mismo se investigará a fondo el objeto de conocimiento de la presente tesis: Las condiciones de financiamiento de la banca boliviana.

Finalmente se presentarán las conclusiones a las que se llegaron y las posibles recomendaciones que podrían seguirse.

REFERENCIAS

¹ La misma constituirá, por lo tanto, la variable dependiente o explicada de la investigación.

² Para un resumen consultar: "El Comportamiento de las Tasas de Interés en el Sistema Bancario Boliviano y el Margen del Banco Central de Bolivia para Políticas de Tasas de Interés" Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia. 1998.

³ Este comportamiento es relativamente reciente ya que si se observan los datos de la década de los 90 se constatará que la cartera de largo plazo presentó menor peso relativo frente a la cartera de corto y mediano plazo, durante mucho tiempo.

⁴ Extractado de: "El Financiamiento de los Países en Desarrollo", Richard L. Kitchen 1990

⁵ Fuente: "Turbulencias Financieras y Riesgos de Mercado" Á. Vilarriño Sanz. 2001.

⁶ La elección de la muestra siguió los siguientes criterios: tamaño de la institución en el territorio nacional, participación en el mercado, actividad orientada a la empresa pequeña, mediana y grande especialmente y operaciones activas y pasivas regulares.

⁷ Compuesto en el sentido de que su estructura incluye más de un elemento: costo financiero, vencimiento del préstamo y garantía requerida.

PRIMERA PARTE



“AHORA PARECE QUE HE VUELTO A PENSAR RACIONALMENTE DE NUEVO, EN EL ESTILO CARACTERÍSTICO DE LOS CIENTÍFICOS. SIN EMBARGO ESO NO ES ALGO DE LO QUE HAYA QUE ALEGRARSE COMO SI ALGUIEN CON ALGUNA LIMITACIÓN FÍSICA HUBIERA RECUPERADO SU BUENA SALUD. UN ASPECTO DE ESTO ES QUE LA RACIONALIDAD DEL PENSAMIENTO IMPONE UN LÍMITE AL CONCEPTO QUE TIENE UNA PERSONA DE SU RELACIÓN CON EL COSMOS”.

JOHN F. NASH

CAPITULO 1

ANÁLISIS Y DESGLOSE CONCEPTUAL

1.1. CONCEPTOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.

A continuación se realizará un análisis conceptual resumido de algunos de los términos que serán utilizados con frecuencia en el presente trabajo.

Riesgo. En términos generales riesgo es la posibilidad de sufrir un daño, es decir, es una situación adversa potencial que puede o no darse. El concepto de riesgo entraña una característica más o menos medible o mensurable. Caso contrario, cuando no es posible hacerlo, el riesgo se aproxima al concepto de incertidumbre. Existe una gran variedad de tipos de riesgo algunos de los cuales ya fueron expuestos y conceptualizados anteriormente. Los siguientes son riesgos que reconoce la teoría moderna del capital¹ (TMC) y no fueron conceptualizados: sistemático o de mercado y no sistemático o específico.

- El riesgo sistemático o de mercado hace referencia a la situación adversa que se origina cuando se dan factores negativos no controlables por el agente económico, como ser: imperfecciones en el mercado, mercados pequeños, etc. En sentido estricto la TMC define el riesgo sistemático como la sensibilidad del precio de una acción al movimiento de todas las demás, medidas por un índice bursátil.
- El riesgo no sistemático o específico, es aquel que se origina por factores específicos a la empresa o institución, como ser: cambios en el precio de venta, el costo de la materia prima, etc. Estos factores solo influyen en la institución o empresa y no en el mercado. Solo este tipo de riesgo es posible disminuir mediante la diversificación del portafolio de inversiones.

Tasa de interés. En general la tasa de interés es la cantidad (en términos porcentuales) en que se incrementa el principal de un préstamo por periodo de tiempo y que debe ser pagado por el prestamista como una retribución al capital obtenido. Por lo tanto la tasa de interés mide el retorno de un ahorro o inversión (en el caso de los créditos bancarios) actual en términos de la cantidad de

dinero que se obtiene en el futuro. Si se mide el retorno de éste ahorro o inversión en términos de la cantidad de bienes y servicios que se podrán adquirir en el futuro, se está refiriendo a la tasa de interés real.

En las finanzas modernas existe una infinidad de tasas de interés que fueron surgiendo de forma paralela al desarrollo de las operaciones financieras, sin embargo el presente trabajo centra su atención en la tasa de interés que los bancos cobran por los créditos concedidos. A ésta tasa de interés se la denomina tasa de interés activa y representa en general el costo financiero que cualquier prestatario debe asumir desde el momento en el que recibe el préstamo. Asimismo para el análisis se toma en cuenta la tasa de interés activa nominal, es decir, aquella que refleja el retorno del préstamo en términos de dinero, debido a que es la tasa que en última instancia se oferta a los clientes o potenciales prestatarios y la que determina en parte la accesibilidad del crédito. Finalmente para contar con una tasa que refleje de mejor forma todo el peso financiero con que carga cualquier prestatario se utiliza la **tasa de interés activa efectiva** que se estructura con la tasa de interés activa nominal más otros costos financieros como ser: comisiones, recargos, etc.

Plazo. Se define al plazo como: "Cada uno de los intervalos temporales fijados para el cumplimiento de una obligación"² Se refiere al tiempo pactado entre prestamista y prestatario para que el segundo amortice el total de la deuda: capital más intereses, contraída con el primero. Como ya se dijo, un plazo mayor generalmente permite formar una estructura de pagos más suave y accesible para el prestatario. El financiamiento de largo plazo es el que por lo común se prefiere y se demanda por parte de una gran cantidad de empresas que emprenden proyectos con tiempos de maduración considerables. Tiempos de vencimiento cortos pueden provocar que muchos proyectos relativamente líquidos dejen de serlo. Por todo esto el plazo es un elemento muy importante que junto a otros conforma las condiciones de financiamiento que ofrece cualquier institución financiera.

Garantía. La garantía es, en general, un objeto que se utiliza para coberturarse del riesgo. Tiene que ver mucho con el concepto de "seguridad" que se refiere al traslado del riesgo de una operación financiera cualquiera (el préstamo en el caso de los bancos), mediante el uso de una serie de objetos como ser: garantías personales corporativas y estatales, títulos de fianza, pólizas de

seguros, etc. En el caso del mercado de créditos, la garantía de hecho transfiere el riesgo crediticio al prestatario (empresa) y libera del mismo al prestamista (banco).

Intermediación. La intermediación es un proceso financiero muy importante que consiste en la actividad que realizan personas, instituciones o simplemente mercados, quienes por un lado reciben fondos emitiendo títulos contra si mismos (pasivos) y por otro los utilizan proporcionando dichos fondos a terceros contra los que adquieren títulos (activos). Un intermediador por lo tanto constituye un nexo o mediador entre dos tipos de agentes económicos: unos cuyo movimiento económico les permite generar ahorro, es decir, fondos que no desean utilizarlos en el momento para adquirir bienes y servicios y otros que precisamente carecen de estos fondos pero los requieren o demandan para adquirir bienes y servicios inmediatamente.

Por lo tanto cualquier intermediario financiero cumple dos funciones importantes:

- ✓ Concede a los agentes económicos ahorradores la posibilidad de obtener un rendimiento por depositar sus fondos que tienen un destino potencialmente inactivo y movilizándolos hacia un uso más productivo, proporcionando a su vez un escenario (mercado, institución, etc.) al que pueden acudir agentes económicos demandantes de fondos y que conforman los potenciales prestatarios.
- ✓ Promueve la “transferencia del riesgo”. En general los tenedores de fondos carecen de los instrumentos técnicos necesarios para evaluar riesgos y oportunidades de inversión porque que estas actividades son muy costosas. Hay que tomar en cuenta además la característica aversión al riesgo que generalmente poseen. Por lo tanto estos agentes económicos solucionan el problema confiando todas estas tareas al intermediador, que sí tiene la posibilidad y los recursos para llevarlas a cabo. A partir de esto se “transfiere el riesgo” de un agente económico sin la capacidad de asumirlo hacia otro que si tiene la capacidad.

Movilización. Éste también es un proceso financiero y denota el proceso específico de trasladar los ahorros desde los agentes económicos que lo generan hacia los que los utilizan en diversas actividades.

Transformación de Vencimientos. Las instituciones financieras se caracterizan por transformar instrumentos financieros de corto plazo (depósitos) en instrumentos de largo plazo (préstamos), incurriendo en cierto peligro al realizar esta actividad ya que puede darse la situación de que en cualquier momento el nivel de retiros sea mayor al nivel de disponibilidades de la institución, originando serios problemas de confianza al no poder responder a los depositantes (ahorristas). Por lo tanto para evitar este problema potencial, las instituciones realizan dos tareas: primero mantienen una proporción adecuada de fondos de corto plazo con el fin de satisfacer los retiros esperados y segundo intentan captar depósitos en un número tal que logran suavizar de manera importante las fluctuaciones de los retiros en relación a otra institución que posee un número limitado de depositantes.

Asimetrías en la información. Este concepto hace referencia a la circunstancia en la que en los mercados existen agentes económicos que poseen mayor información que otros. Es decir, “una de las partes involucradas en un contrato no cuenta con toda la información relevante sobre las características del otro contratante.”³

Según el profesor Joseph E. Stiglitz⁴ el fenómeno de información asimétrica ha estado siempre presente en las relaciones económicas, a tal punto que resultaría muy difícil imaginar un mundo en el que la información sea realmente perfecta. Los empleados conocen más sus capacidades que la empresa en la que se desempeñan, una persona que compra un seguro conoce más su salud o los riesgos que corre diariamente que la aseguradora, el comerciante de movildades conoce su producto mucho más que sus potenciales compradores, el dueño de una empresa conoce mucho más sobre ella que un posible inversor, el prestatario tiene mayor conocimiento (información) sobre el verdadero nivel de riesgo y rentabilidad de su proyecto que el prestamista, etc.

Selección adversa. La selección adversa constituye una de las piezas más importantes del concepto de información asimétrica. Tiene que ver con el conocimiento del verdadero nivel de rentabilidad y riesgo de un proyecto que es incierto para el prestamista y no así tanto para el prestatario. En este escenario surge el problema de selección adversa. Además, a medida que el prestamista incrementa la tasa de interés que cobra por el préstamo, incurre también en el problema de selección adversa, ya que la mayor parte de los prestatarios concientes que saben hasta cuanto

puede rendir su proyecto dejan de demandar el crédito, en cambio se van quedando aquellos prestatarios más riesgosos. Por lo tanto, dado el limitado conocimiento de la verdadera distribución de riesgos de los proyectos, el prestamista incurre en un problema de selección adversa, eligiendo a los malos prestatarios en vez de los buenos. En ciertos casos también se concibe a la selección adversa como aquella tendencia que tiene un agente económico de utilizar en su propio beneficio información privada que solo él posee, por supuesto, en desmedro del otro participante del contrato que se encuentra menos informado.

Riesgo moral. El riesgo moral es un concepto económico también muy relacionado con las asimetrías de la información que se refiere al cambio en la conducta de un agente económico por el hecho de estar asegurado ante alguna contingencia. Por ejemplo, las personas con seguro de salud pueden manifestar este cambio emprendiendo actividades riesgosas, pues saben que la atención de su salud está asegurada. En el caso de los depositantes, al contar sus depósitos con un seguro implícito, pueden simplemente dejar de prestar atención a la salud financiera de la institución a la que le confiaron los mismos. De igual forma, a menudo se suscita el hecho de que al estar los depósitos del público asegurados, algunos bancos no realizan bien sus actividades de evaluación y seguimiento, incurriendo en riesgos excesivos a la hora de prestar. En el caso de los prestatarios, el nivel de esfuerzo que hacen para que su proyecto tenga éxito decrece una vez conseguido el crédito necesario para llevarlo a cabo.

REFERENCIAS

¹ Esta teoría fue propuesta por primera vez por el Premio Nóbel Harry Markowitz el año 1952, la misma será tratada posteriormente.

² "Diccionario de Contabilidad y Finanzas" CULTURAL S.A. 1999

³ "La información como estrategia en un contexto global y competitivo: Una revisión teórica" Zorrilla Salgado Juan Pablo.

⁴ "La información y el cambio en el paradigma de la ciencia económica" Joseph E. Stiglitz. Discurso pronunciado por Joseph E. Stiglitz en Estocolmo el 8 de diciembre de 2001 cuando recibió, junto con G. Akerlof y M. Spence, el Premio Nóbel de Economía.

CAPITULO 2

INTRODUCCIÓN GENERAL A LA TEORÍA FINANCIERA

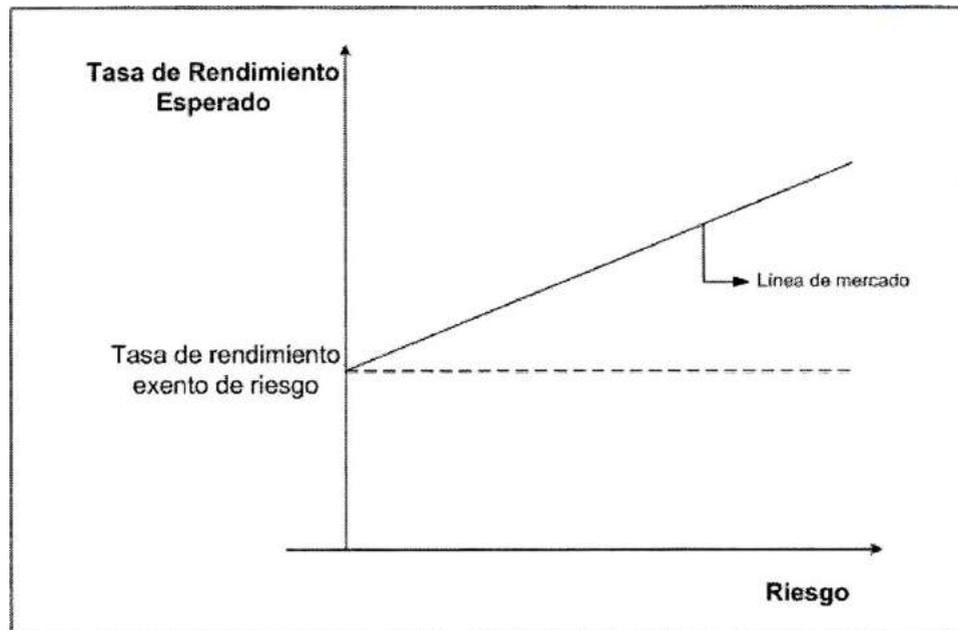
2.1. LA TEORÍA DE CARTERAS DE MARKOWITZ¹.

La teoría moderna financiera se apoya ampliamente en las conclusiones a las que arribó el economista H. Markowitz en su artículo seminal: "Portfolio Selection" en el año 1952. En tal investigación se formalizó la idea, ya intuitiva, de que la diversificación de la tenencia de títulos valores disminuye el riesgo usando un instrumento teórico denominado: "teorema de la varianza". Posteriormente se fueron desarrollando aún más estos principios discriminando el riesgo sistemático y el no sistemático, ya explicados, hasta llegar a lo que se conoce como la teoría moderna de la cartera, operacionalizada con el "modelo de formación de los precios de los activos de capital". En vista de que solo el riesgo específico o no sistemático puede reducirse mediante la diversificación, el rendimiento esperado de una cartera diversificada depende de un nivel de riesgo de mercado aceptado de forma antelada y en consecuencia se genera una especie de "transacción" entre el nivel del riesgo sistemático y la tasa de rendimiento esperada; cuyo comportamiento se lo ilustra normalmente como en la gráfica N° 2.1.

2.1.1 Operacionalización del Riesgo.

La TMC aproxima el fenómeno del riesgo mediante la noción de "variabilidad". Es decir, cuando un título presenta comportamientos muy volátiles en su valor o cotización, ofrece también mayores perspectivas de ganancia o pérdida en relación a otro cuyo comportamiento es más estable en el tiempo. Tomando en cuenta esta idea, se mide el riesgo a través precisamente de la variabilidad; utilizando estadígrafos de dispersión comunes como ser la varianza o la desviación estándar.

GRÁFICA N° 2.1
RELACIÓN ENTRE RIESGO Y RENDIMIENTO ESPERADO



El riesgo total una vez medido, es dividido en los dos tipos de riesgo ya descritos y conceptualizados: riesgo sistemático o de mercado y riesgo no sistemático o específico, obteniéndose la siguiente relación:

$$\text{Riesgo total} = \text{riesgo de mercado} + \text{riesgo específico}$$

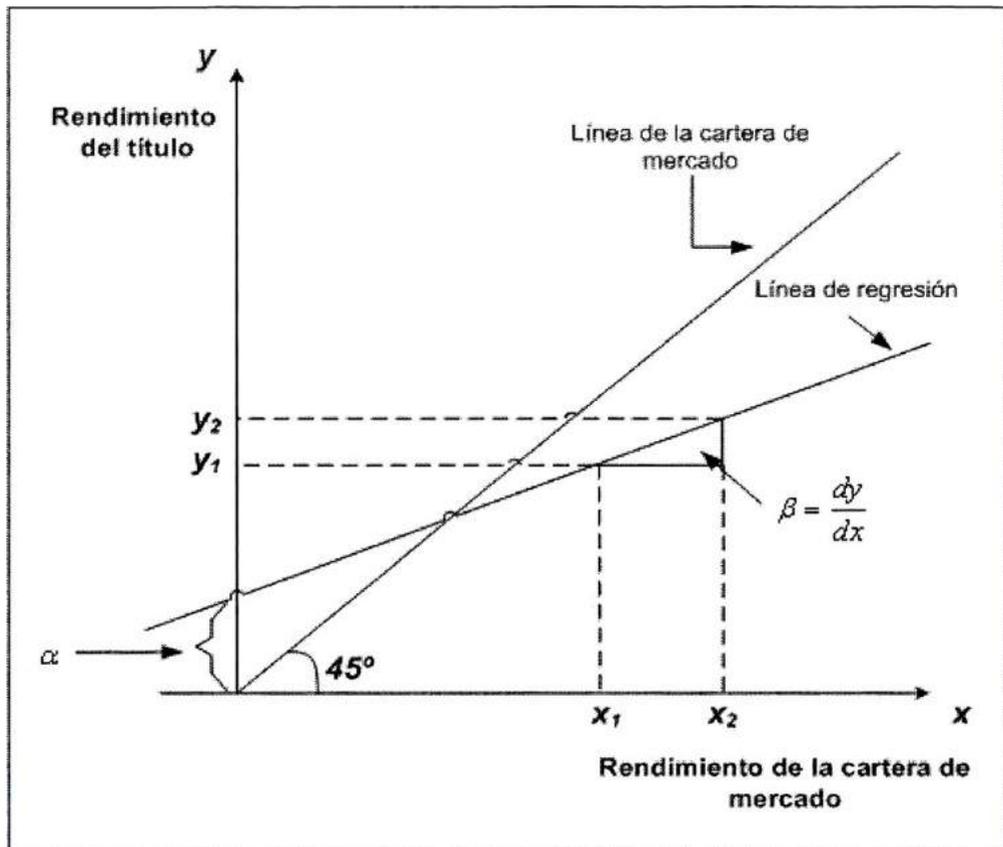
Para medir cada uno de estos tipos de riesgo, se utiliza por lo común una función de regresión lineal simple de la forma:

$$y = \alpha + \beta x$$

La variable dependiente constituye el rendimiento por lapso de tiempo del título valor o activo estudiado. La variable independiente es el rendimiento, también medido por un determinado lapso de tiempo, de la cartera de mercado al que pertenece. Una vez establecida esta relación la ordenada al origen " α " aproximará el riesgo específico, es decir, aquel que no depende de los movimientos del mercado; de forma análoga la pendiente de la función " β " hará lo mismo con el concepto de riesgo de mercado que sí tiene relación con los movimientos globales del mercado. Por lo tanto α

mede el rendimiento del título que es independiente de las fuerzas del mercado y β la sensibilidad de éste rendimiento a las oscilaciones de dichas fuerzas. A continuación se ilustra esta tarea.

GRÁFICA N° 2.2
OPERACIONALIZACIÓN DE LOS RIESGOS DE MERCADO Y ESPECÍFICO



La línea de cartera de mercado es una línea que tiene inclinación exacta de 45° y representa la situación en la que los rendimientos del título se igualan al de la cartera de mercado. En vista de que no existe riesgo ajeno al de mercado α es igual a 0.

Tomando en cuenta el gráfico N° 2.2, el riesgo de mercado de un título se lo obtendría a partir de la estimación del parámetro β de la ecuación de regresión planteada. En función de esto, si definimos las siguientes variables:

r_i = Rendimiento del título i.

r_m = Rendimiento de la cartera de mercado.

ρ_{im} = Coeficiente de correlación entre el rendimiento del título i y el de la cartera de mercado al que pertenece.

σ_i = Desviación estándar del rendimiento del título i.

σ_m = Desviación estándar del rendimiento de la cartera de mercado.

El riesgo de mercado del título β_i se obtiene mediante:

$$\beta_i = \frac{\rho_{im} \sigma_i \sigma_m}{\sigma_m^2}$$

El riesgo β_m de la cartera de mercado (pendiente de la línea de la cartera de mercado), se calcula:

$$\beta_m = \frac{\rho_{mm} \sigma_m \sigma_m}{\sigma_m^2} = \rho_{mm} = 1$$

2.1.2 La diversificación del riesgo y el teorema de la varianza.

La diversificación de un portafolio de inversión con el fin de minimizar el riesgo de perderlo todo, constituye ya de por sí una forma de proceder intuitiva, sin embargo el teorema desarrollado por Markowitz lo formaliza.

SUPUESTOS:

1. El rendimiento de una inversión resume de buena forma la ganancia que se obtiene al invertir en un título, además los inversionistas toman en cuenta una distribución de probabilidades de los rendimientos.
2. Los inversionistas, a la hora de tomar decisiones, prestan atención solo a dos momentos de la distribución de probabilidades de los rendimientos: el rendimiento esperado (promedio) y su variabilidad (varianza o desviación estándar).

3. Los inversionistas son adversos al riesgo y por lo tanto siempre tratan de minimizarlo. Minimizan el riesgo dado un rendimiento y maximizan el rendimiento dado un riesgo.
4. Los rendimientos de los títulos en los que se puede invertir no están positiva ni perfectamente correlacionados.

Se considera una cartera con n títulos cuyo rendimiento esperado es:

$$E(R) = \sum_{i=1}^n x_i u_i \quad \boxed{1}$$

Donde x_i representa la proporción del i -ésimo título de la cartera y u_i su respectivo rendimiento. El riesgo total de la cartera se calcula tomando en cuenta las varianzas de los rendimientos de cada título que posee y las covarianzas de los rendimientos de cada par de títulos de la misma; obteniéndose la siguiente expresión:

$$V = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \quad \boxed{2}$$

donde σ_i es la desviación estándar del i -ésimo título, σ_{ij} es la covarianza de los rendimientos entre el par de títulos: i y j . A su vez la covarianza entre cualquier par de títulos está dado por $\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$. Sustituyendo ésta última expresión en (2) se tiene:

$$V = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n x_i x_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \quad \boxed{3}$$

Considerando un mundo en el que existen únicamente dos títulos en los que puede invertirse, para simplificar el análisis, se podrían dar las siguientes tres posibilidades: se invierte todo en el título 1 o al contrario todo en el título 2 o también se diversifica el portafolio invirtiendo en ambos.

Suponiendo que la variabilidad en los rendimientos de ambos títulos son similares ($\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$) se tiene que:

- i) Si se invierte todo en el título 1; $x_2 = 0$ y $n = 1$. Además $V = \sigma_1^2 = \sigma^2$
- ii) Si se invierte todo en el título 2; $x_1 = 0$ y $n = 1$. Además $V = \sigma_2^2 = \sigma^2$
- iii) Si se diversifica la cartera invirtiendo x_1 en el título 1 y x_2 en el título 2; $x_2 = 1 - x_1$ y $n = 2$.

Además:

$$V = x_1^2 \sigma^2 + (1 - x_1)^2 \sigma^2 + 2x_1(1 - x_1)\rho_{12}\sigma^2$$

$$= \sigma^2 [x_1^2 + (1 - x_1)^2 + 2x_1(1 - x_1)\rho_{12}]$$

Ahora, como: $x_1^2 + (1 - x_1)^2 = 1 - 2x_1(1 - x_1)$

Si: $\rho_{12} = 1$, entonces: $V = \sigma^2 = \sigma_1 = \sigma_2$

Si: $\rho_{12} < 1$, entonces: $V = \sigma^2 [1 - 2x_1(1 - x_1) + 2x_1(1 - x_1)\rho_{12}]$

$$= \sigma^2 [1 - 2x_1(1 - x_1)(1 - \rho_{12})]$$

como $\rho_{12} < 1$, $(1 - \rho_{12})$ es un valor positivo. Como x_1 es una proporción, $(1 - x_1)$ también es positivo y por lo tanto: $2x_1(1 - x_1)(1 - \rho_{12})$ es un número positivo, digamos, "a". Tomando en cuenta todo esto finalmente tendríamos que la varianza del portafolio de inversión sería: $V = \sigma^2(1 - a) < \sigma^2$; por lo tanto queda demostrado que la diversificación de una cartera siempre disminuye el riesgo al menos que las correlaciones de los rendimientos entre títulos se encuentren perfectamente correlacionadas, es decir, en el caso de que $\rho_{12} = 1$. El teorema se puede generalizar para una mayor cantidad de títulos y deriva hacia la siguiente conclusión general:

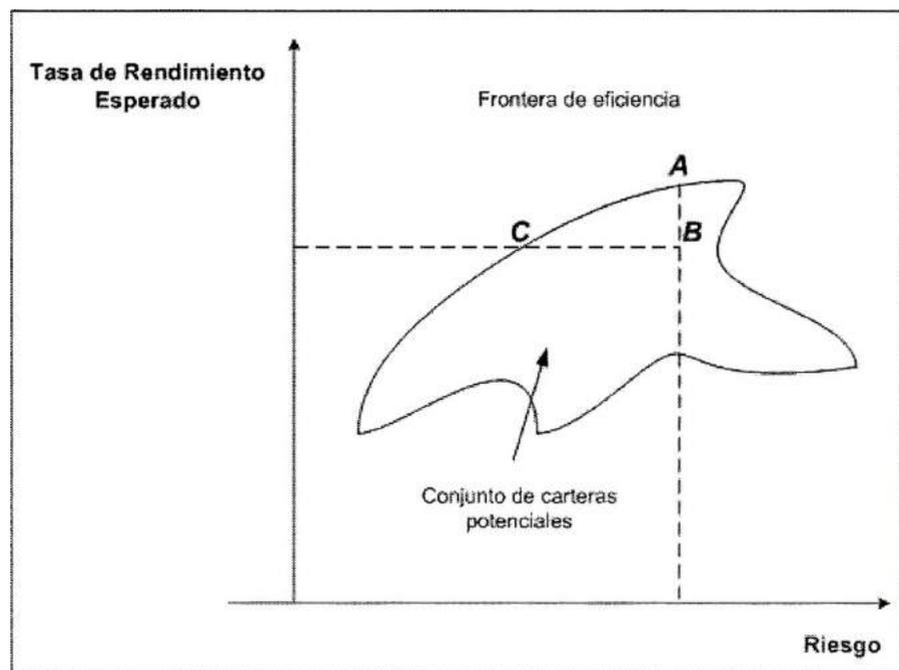
Un inversionista que se enfrente a la elección de dos portafolios de inversión: A y B, preferirá A y no B si:

- i) $RE(A) > RE(B)$ y $V(A) \leq V(B)$ ó también si
- ii) $RE(A) \geq RE(B)$ y $V(A) < V(B)$

Donde $RE(A)$ y $RE(B)$ representan los rendimientos esperados del portafolio A y B respectivamente y $V(A)$, $V(B)$ sus varianzas. La diversificación permite al inversionista disminuir su riesgo dado el rendimiento esperado o incrementar el rendimiento esperado dado su riesgo, en ambos casos es perceptible que se trata de una "transacción" entre ambos. Esta transacción realizándola de forma iterada genera un área en la que siempre existirán combinaciones de carteras con un mismo nivel de riesgo pero con rendimientos diferentes y viceversa; tal como se aprecia en la gráfica N° 2.3.

En la misma se ilustra que a pesar de que las carteras A y B tienen un nivel de variabilidad similar, el rendimiento de esta primera es mayor. De igual forma a pesar de que las carteras B y C generan el mismo rendimiento, la segunda ofrece un nivel de riesgo menor. Si tomamos en cuenta solo las carteras que, dado un nivel de riesgo, reditúan el máximo rendimiento posible y a partir de ellas trazamos una línea que las una, se tiene como resultado precisamente la parte superior del área nombrada hace un instante como "Frontera de Eficiencia".

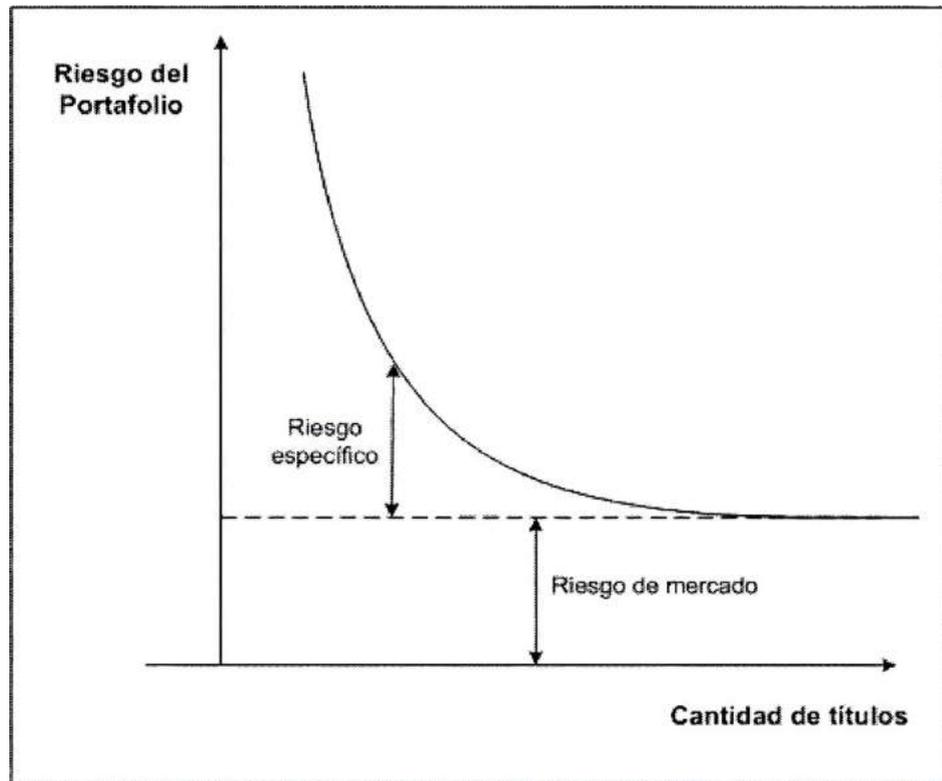
GRÁFICA N° 2.3
LA FRONTERA DE EFICIENCIA



Sin embargo a pesar de todo este análisis tendiente a minimizar lo más posible el riesgo; en el límite extremo de que se diversifique completamente un portafolio de inversión, aún existirá un riesgo común a todos los títulos que se puedan obtener: el riesgo de mercado o riesgo sistemático. Por consiguiente solo es posible eliminar el riesgo específico mediante la diversificación.

A medida que se incrementa la tenencia de títulos (diversificación) este riesgo va disminuyendo hasta el límite donde el riesgo de mercado, imposible de eliminarlo, comienza; tal como se aprecia en la gráfica N° 2.4.

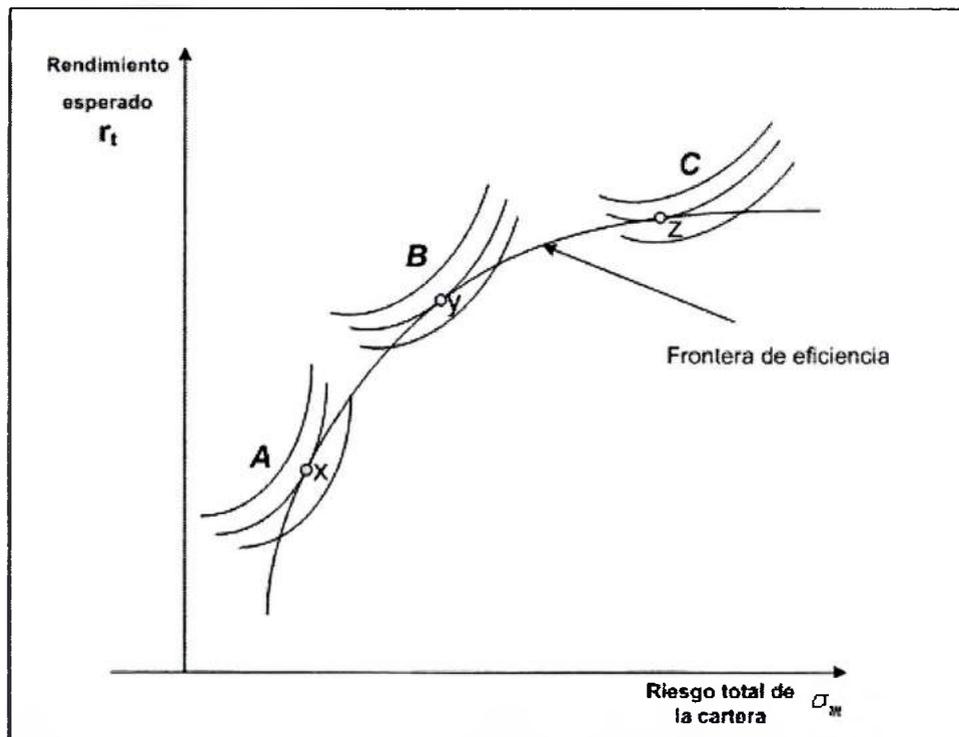
GRÁFICA N° 2.4
DIVERSIFICACIÓN DEL RIESGO DE UN PORTAFOLIO



Si se grafica una función de intercambio entre riesgo y rendimiento para un inversor, tomando en cuenta que la ordenada al origen es el rendimiento que ofrecen los títulos libres de riesgo (punto r_{sf} en la gráfica N° 2.6), a partir de ese punto se podrán encontrar los rendimientos que el inversionista

exige mientras acepta cada nivel creciente de riesgo. La aceptación de cada nivel mayor de riesgo, por supuesto, requiere de una prima por riesgo aceptado. Normalmente un inversionista que es adverso al riesgo exigirá una compensación en términos de rendimiento más que proporcional, bajo algún tipo de función exponencial. Estas funciones o curvas constituyen lo que se conoce como las curvas de indiferencia riesgo-rendimiento.

GRÁFICA N° 2.5
MAPAS DE CURVAS DE INDIFERENCIA RIESGO-RENDIMIENTO

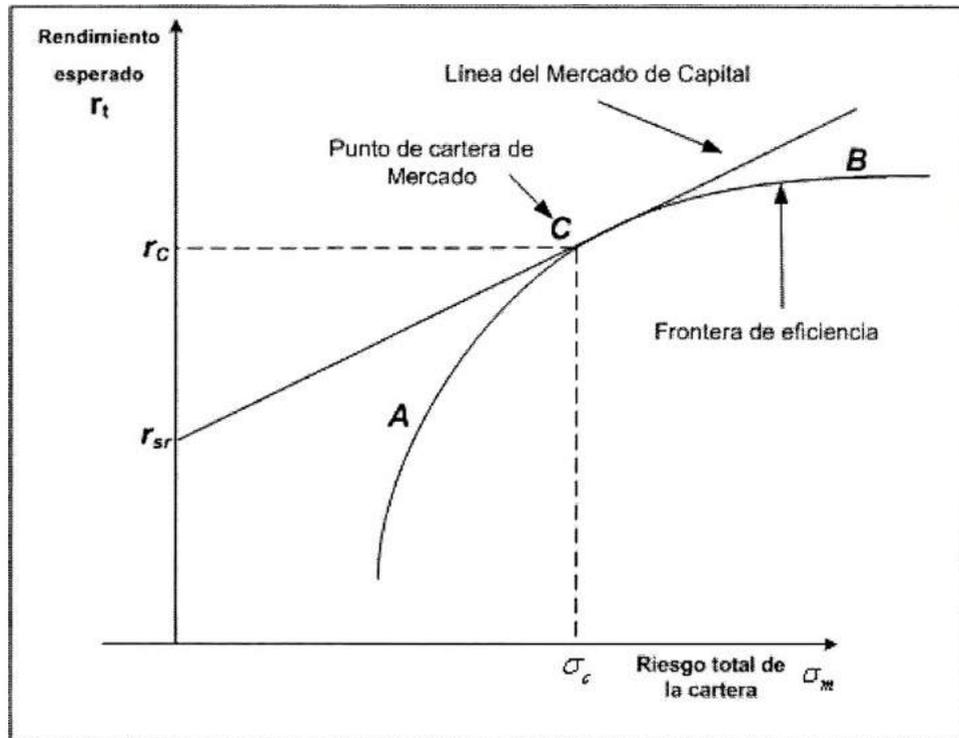


Un inversionista con aversión al riesgo presentará curvas de indiferencia con pendientes más pronunciadas en relación a las curvas de indiferencia de un inversionista con no tanta aversión. La gráfica N° 2.5 presenta un conjunto de curvas de indiferencia para cada tipo de inversionista. Así, A representa a una familia de curvas de indiferencia de un agente económico extremadamente adverso al riesgo. En cambio B representa a una familia de curvas de indiferencia de un agente económico racional que desea que su riesgo sea debidamente compensado con mayor rendimiento. Finalmente C representa al conjunto de curvas de indiferencia de un agente económico amante del

riesgo, ya que sus pendientes muestran casi nada de compensación de rendimiento por niveles de riesgo cada vez mayores. El punto tangencial entre una curva de indiferencia con la frontera eficiente denota la cartera óptima para la función de intercambio riesgo-rendimiento de ese inversionista (puntos x, y, z en la gráfica N° 2.5).

Esta función de intercambio se denomina "Línea del mercado de capital" (LMC) y al graficarla (gráfica N° 2.6) se observa que corta tangencialmente la frontera de eficiencia en el mismo punto en el que también una curva de indiferencia lo hace para cada clase de inversionista. Su pendiente representa el incremento del rendimiento que se obtiene al aceptar una unidad adicional de riesgo y su magnitud depende del tipo de inversionista de que se trate.

GRÁFICA N° 2.6
LA LÍNEA DEL MERCADO DE CAPITAL



Para Markowitz el punto C (punto y en la gráfica N° 2.5) es el lugar en el que el inversionista racional maximiza el rendimiento de su portafolio o cartera, dado su apetito al riesgo. Este es el punto de

cartera de mercado ya que representa una combinación de todas las inversiones riesgosas disponibles en el mercado de títulos. Los puntos A y B sobre la frontera de eficiencia no son viables para un agente económico racional.

La LMC representa la relación existente entre rentabilidad y riesgo cuando se analizan carteras eficientes, es decir, aquellas en las que se obtiene la máxima rentabilidad dado un nivel de riesgo o el mínimo riesgo dado un nivel de rentabilidad. Ésta línea representa, por lo tanto, aquellas carteras en las que existe únicamente riesgo sistemático o de mercado ya que el riesgo específico de las carteras eficientes ha sido eliminado mediante la diversificación.

La LMC se desplaza verticalmente cuando varía la tasa de rendimiento libre de riesgo (r_{sf}). Además, cambios en el nivel de aversión al riesgo por parte de los inversionistas se mostraría mediante variaciones en su pendiente, mayor aversión al riesgo mostraría una pendiente más pronunciada y viceversa.

2.2. EL ORIGEN DE LOS INTERMEDIARIOS FINANCIEROS.²

Desde un punto de vista teórico es posible concebir a los bancos como vendedores y compradores de títulos financieros, es decir, compran títulos que emiten los prestatarios (concesión de créditos) y los venden a los prestamistas (recepción de depósitos). Pero debe tomarse en cuenta que:

- ✓ Los contratos financieros con los que trabajan los Bancos (préstamos y depósitos) no son fácilmente negociables por lo que los conservan en sus balances hasta que expiran.
- ✓ La estructura o características de los contratos (títulos) emitidos por las empresas (prestatarios) en general son diferentes de los inversionistas (depositantes).

Tomando en cuenta esto, los Bancos son agentes económicos transformadores de contratos y títulos financieros. Teóricamente se los considera también “fondos de liquidez” o “coaliciones de depositantes” que coadyuvan en situaciones de variabilidad de la liquidez.

2.2.1. Los costos de transacción. Al tomar en cuenta que los intermediarios financieros transforman depósitos con vencimientos relativamente cortos y de bajo riesgo en préstamos no negociables de vencimientos y cuantía mayores y con el riesgo de crédito incorporado; es posible expresar que suministran servicios importantes de: transformación de divisibilidades, plazos y riesgos. Son por lo tanto unidades económicas independientes especializadas en esa tarea.

Sin embargo es en la existencia de “costos de transacción” donde se origina la razón de ser de los intermediarios financieros. Costos de transacción como ser: monetarios, de búsqueda, de supervisión y auditoría; que necesariamente tendrían que asumir tanto depositantes como prestatarios de no existir éstos. Los agentes económicos comunes no se encuentran en la posibilidad de cubrir los costos de transacción porque carecen de los recursos, el tiempo y la información necesaria que los intermediarios financieros sí poseen. De esta forma se especializan en la evaluación de los potenciales prestatarios y en la captación de fondos vía depositantes, constituyéndose instituciones eficientes para la canalización de fondos entre ambos.

2.2.2. Los intermediarios financieros y el seguro de liquidez. Si se considera a los intermediarios financieros como “fondos de liquidez”, es decir, como instituciones mediante las cuales los agentes económicos suavizan sus niveles de consumo a través del tiempo, mediante la cobertura del riesgo de liquidez; encontramos otra forma de justificar su existencia. Efectivamente, en economías en las que los agentes económicos están sujetos a shocks de liquidez independientes, la incorporación de un intermediario financiero que ofrezca contratos de depósitos mejora la asignación de los recursos permitiéndoles diferir sus patrones de consumo.

2.2.3. Los intermediarios financieros y las coaliciones para compartir información. En circunstancias de “selección adversa”, es decir, cuando los empresarios poseen mayor y mejor información que los inversores sobre la verdadera calidad del proyecto que desean emprender; es posible generar economías de escala en la petición y concesión de préstamos si se concibe al intermediario financiero como una coalición o grupo de prestatarios cuyo objetivo principal es compartir la información. El costo de determinar efectivamente la verdadera calidad del proyecto aumenta más lentamente que el tamaño de esta coalición, pudiendo los empresarios alcanzar mejores condiciones de financiamiento conjuntamente más que individualmente. En otras palabras el

costo unitario de capital disminuye a medida que el tamaño de la coalición de prestatarios se incrementa.

Ciertas investigaciones tomando en cuenta un ambiente de selección adversa han demostrado que si analistas financieros de valores que generan información valiosa para determinados inversionistas lograrían cierta coalición (generando una suerte de intermediador financiero) incrementarían su ingreso esperado. La información valiosa generada para determinados proyectos podría reutilizarse con proyectos similares generando aún mayor beneficio. (Ramakrishnan, Thakor y Millor, 1984 - 1985)

De igual forma, en un escenario de información imperfecta, los inversionistas con proyectos malos tendrían un importante incentivo de revelarlos plenamente al existir en la economía un intermediario financiero que logre cierta subvención cruzada de los mismos disminuyendo el rendimiento de los proyectos buenos. (Boyd y Prescott, 1986)

2.2.4. Los intermediarios financieros y la supervisión delegada. La supervisión en un contexto de información asimétrica coadyuva de forma importante a la eficiencia de los contratos entre prestamistas y prestatarios. Dicha supervisión comprendería tres aspectos claves:

1. **Selección** de los mejores proyectos en un escenario de selección adversa.
2. **Impedimento** de conductas oportunistas de los prestatarios durante la vida del proyecto. Estaría inmerso por ende el concepto de riesgo moral.
3. **Castigo** al prestatario que no cumpla con las obligaciones contractuales que se acordaron. Que implica el concepto de verificación costosa de los estados de la naturaleza.

Según Diamond (1984) los intermediarios financieros poseen una ventaja comparativa en la realización de estas actividades en relación con agencias de calificación, analistas de valores o auditores; especialmente si se cumplen los siguientes elementos en el proceso:

- ✓ Existencia de economías de escala en la supervisión, implicando que un banco financia varios proyectos.
- ✓ Capacidad limitada de los inversionistas (depositantes) en relación con los proyectos potenciales (prestatarios), lo que por ende implicaría que cada proyecto necesitaría fondearse utilizando los recursos de más de un inversionista.
- ✓ Existencia de un margen de excedente, que se refiere a que los costos de supervisión o control del propio intermediario sean menores que los ingresos generados mediante el aprovechamiento de las economías de escala en la supervisión de los proyectos de inversión.

REFERENCIAS

¹ Este análisis se basa en el capítulo 2 del libro: "El Financiamiento del Desarrollo de los Países en Desarrollo" de Richard L. Kitchen, 1990 y el artículo "La Teoría de Cartera y algunas Consideraciones Epistemológicas acerca de la Teorización en las Áreas Económico-administrativas" de Salas H. Héctor, 2003. Revista Contaduría y Administración N° 208.

² Esta sección se basa en el capítulo 1 y 2 del libro "Economía Bancaria" de X. Freixas y J. C. Rochet, 1997.

CAPITULO Nº 3

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES AL FINANCIAMIENTO

Los fenómenos de selección adversa y riesgo moral tienen importantes efectos en la conducta de los actores del mercado de créditos. En el caso de la selección adversa, el hecho de que la empresa financiada tenga mayor conocimiento de la verdadera probabilidad de éxito de su proyecto o de los futuros ingresos que le generará, en relación a la que el ente financiador (Banco) posee, conlleva a posibles comportamientos del primero que por supuesto podrían afectar negativamente al segundo. En cuanto al riesgo moral, es bien sabido que los prestamistas no participan en la gestión de los proyectos que financian, por lo que resulta difícil garantizar que las empresas utilicen los fondos para el fin por el que los demandaron o que generen el esfuerzo necesario para llevarlo al éxito. Así también la determinación efectiva de la capacidad de pago de las empresas para devolver el préstamo tampoco resulta una tarea sencilla. Estos dos problemas constituyen la principal fuente del problema de riesgo moral en el mercado crediticio.

A continuación se presenta una explicación simple que muestra cómo el problema de selección adversa y riesgo moral afectan el mercado de créditos e inducen a los prestamistas a desmejorar sus condiciones de financiamiento.

3.1. CAUSAS DE LA RESTRICCIÓN AL FINANCIAMIENTO.

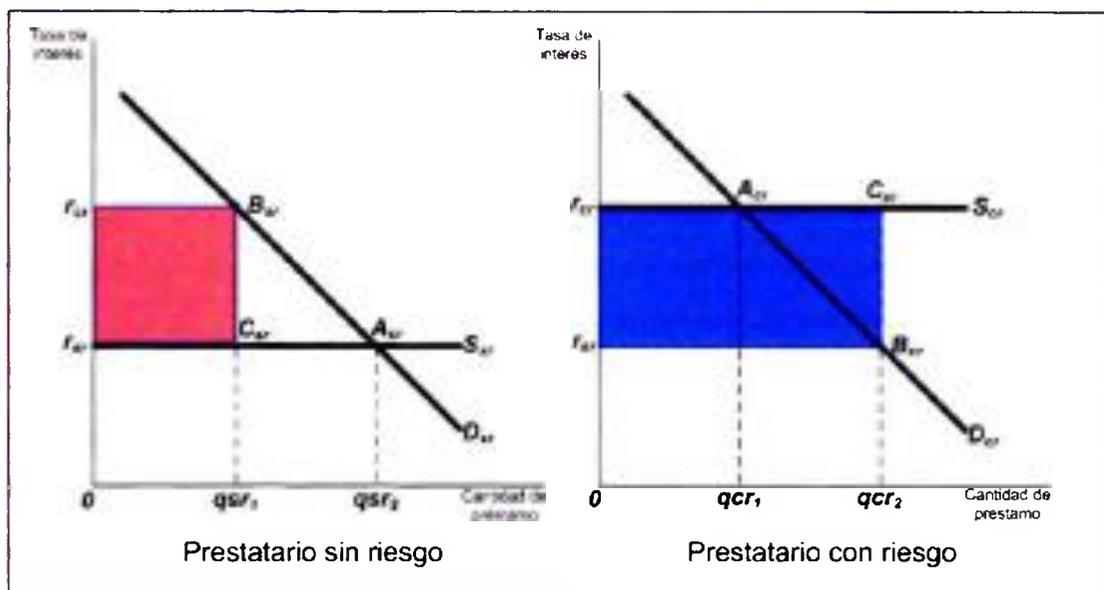
3.1.1. El efecto de la selección adversa y el riesgo moral en el acceso al financiamiento.¹

Ciertos prestatarios siempre pagan sus deudas y representan menor riesgo que otros que tienen la tendencia a no hacerlo. Pero el prestamista no tiene manera de diferenciar entre estos dos tipos de prestatarios, es decir, entre el prestatario que es buen riesgo y el que es mal riesgo, esto por lo menos hasta después de que el crédito se haya concretado y entonces será demasiado tarde. Conceder créditos a prestatarios de mayor riesgo es mucho más costoso que concederlos a prestatarios de menor riesgo. Ante esta situación las instituciones financieras realizan una serie de actividades con el fin de determinar el verdadero riesgo que enfrentan al prestar sus recursos, tareas como ser: estimación de la solvencia y capacidad de pago del prestatario, seguimiento o monitoreo de sus actividades, etc. Además esta incertidumbre promueve a menudo la exigencia de un colateral

o garantía que asegure la devolución del préstamo transfiriendo de este modo el riesgo al prestatario.

La gráfica N° 3.1 muestra como un prestamista diferenciaría sus condiciones de financiamiento en caso de conocer las características de riesgo de cada uno de sus prestatarios.

GRÁFICA N° 3.1
CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO PARA PRESTATARIOS RIESGOSOS Y NO RIESGOSOS



El caso de los prestamistas que siempre pagan se grafica en la parte izquierda y el referente a aquellos que tratan de evitar el pago del mismo en la parte derecha. Las curvas D_{sr} y D_{cr} representan la demanda de créditos de los prestatarios sin riesgo y con riesgo respectivamente. Si el banco pudiera discriminar cada tipo de prestatario sus curvas de oferta de créditos serían S_{sr} y S_{cr} , es decir, cobraría una tasa de interés menor a los prestatarios menos riesgosos y una mayor a los más riesgosos por el alto costo que representa prestarles. Tomando en cuenta esto la cantidad de préstamo para los inversionistas menos riesgosos es qsr_2 , a la tasa de interés r_{sr} que se establece en el punto A_{sr} , donde se intersectan las curvas de oferta y demanda de créditos. En cambio los prestatarios más riesgosos reciben una cantidad de préstamo equivalente a qcr_1 , a la tasa de interés

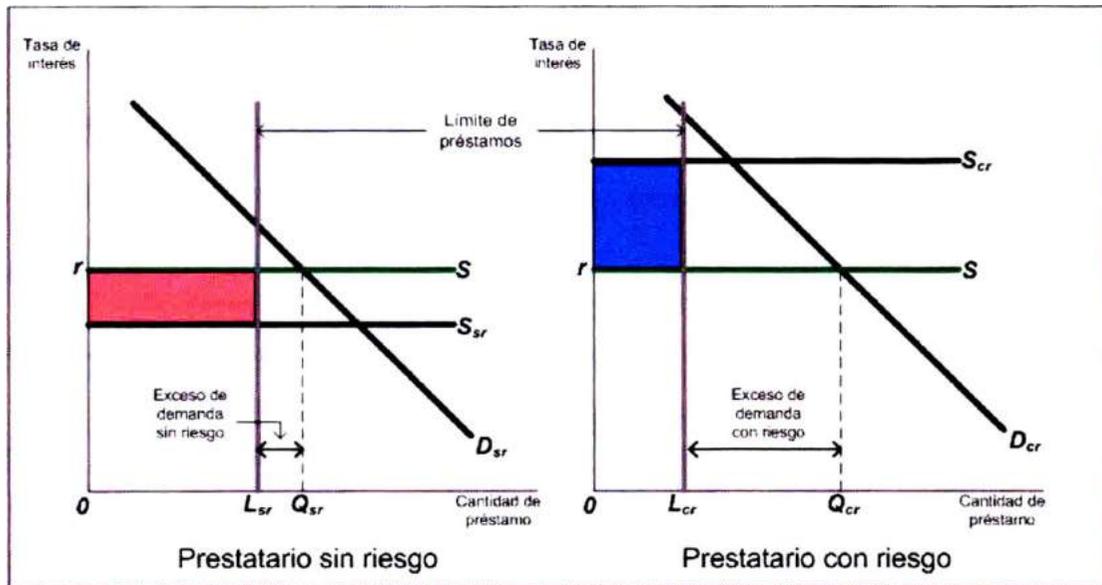
r_{cr} , dado por el punto A_{cr} . La cantidad de préstamo que reciben es menor y por supuesto la tasa de interés que deben pagar más alta.

El problema radica en que por lo común las instituciones financieras no tienen como discriminar qué prestatario representa un buen riesgo y cual no, debido fundamentalmente al problema de riesgo moral y selección adversa que caracteriza este mercado. Por lo tanto este esquema no puede aplicarse, en cambio el banco debe cobrar una tasa de interés similar a todos los prestatarios. Si cobra una tasa de r_{sr} a todos los prestatarios, los más riesgosos pedirán prestado q_{cr2} , pero para recuperar los recursos prestados el banco incurre en una serie de gastos persiguiendo a los prestatarios, presentando demandas y haciendo cumplir sus derechos. Como estos costos estaban incorporados en la curva de oferta S_{cr} , la institución incurre en una pérdida que equivale al rectángulo formado por los puntos r_{cr} , r_{sr} , B_{cr} y C_{cr} (rectángulo azul). Los prestatarios sin riesgo piden prestado q_{sr2} y en vista de que el costo de oportunidad de estos préstamos se refleja en la curva de oferta de créditos S_{sr} , el banco solo obtiene su costo de oportunidad y no obtiene beneficio. Esta difícil situación financiera para el banco evidentemente impide que siga operando por mucho tiempo.

En el caso de que el banco cobre una tasa que recupere estas pérdidas, la cantidad de préstamo para los prestatarios riesgosos sería q_{cr1} , a la tasa de interés r_{cr} . Los clientes poco riesgosos ahora reciben q_{sr1} a la misma tasa de interés y los bancos obtienen un beneficio equivalente al cuadrado formado por los puntos r_{sr} , r_{cr} , B_{sr} y C_{sr} (Cuadrado rojo). De continuar obteniendo este alto nivel de beneficios habría un fuerte incentivo para entrar al negocio bancario y para buscar a los clientes sin riesgo con el fin de realizar operaciones a menores tasas de interés.

Sin embargo la competencia entre bancos provoca que la tasa de interés descienda por debajo de la tasa para préstamos con riesgo, obteniendo beneficios con los préstamos sin riesgo y pérdidas con los préstamos con riesgo, de tal forma que se contrarrestan y se genera un beneficio nulo. En este punto ya no existe más entrada al negocio de los créditos. Además los bancos usan señales para poder discriminar entre diferentes tipos de prestatarios, racionando o limitando sus préstamos a niveles inferiores a los demandados. Elementos como antigüedad en el negocio o experiencia, edad y lo más importante exigencia de garantías, son de uso común. La gráfica N° 3.2 muestra cómo el uso de estos instrumentos limita la cantidad de préstamos concedidos.

GRÁFICA N° 3.2 DINÁMICA DEL MERCADO DE CRÉDITOS



Como se aprecia, el efecto de estas restricciones al financiamiento incide más a los prestatarios riesgosos que a los no riesgosos. A ambos tipos de prestatarios se les concede un nivel de crédito de L_{sr} y L_{cr} respectivamente a la tasa de interés r . La nueva curva de oferta de créditos es S y se advierte que por el límite de préstamos impuesto se generan excesos de demanda ya que los prestatarios desean que se les otorgue mayor crédito, pero desde el punto de vista del banco, este comportamiento es eficiente. El beneficio sobre los préstamos sin riesgo (rectángulo rojo) es igual a la pérdida de los préstamos con riesgo (rectángulo azul) y no se puede incrementar ya que es difícil identificar los diferentes tipos de prestatarios. Además hay que tomar en cuenta que el número de prestatarios sin riesgo insatisfechos es menor en comparación a los prestatarios con riesgo y por lo tanto existe gran probabilidad de que cualquier nueva operación sea de alto riesgo.

En general el problema estándar de riesgo moral en el mercado de créditos tiene que ver con el caso en el que el esfuerzo del prestatario (empresario) determina la probabilidad de éxito del proyecto, dicho esfuerzo no es observable por el banco. El empresario ejercerá esfuerzo hasta el punto en el que su costo marginal sea igual a su beneficio marginal, que a su vez es determinado por el incremento marginal de los retornos esperados del proyecto neto del pago de intereses. El problema

estriba en que conforme aumenta el nivel de apalancamiento de la empresa el beneficio marginal del esfuerzo disminuye, debido a que una mayor parte de las ganancias se dirigen al pago de los intereses. Subsiguientemente mayores ratios de apalancamiento disminuyen el incentivo de los empresarios de ejercer esfuerzo en el proyecto. Conociendo esto, el banco fija límites para los préstamos y afecta en mayor medida a las empresas que tienen menor patrimonio. El uso de garantías mejora los incentivos que tiene el empresario de ejercer esfuerzo pero también constituye un serio obstáculo para el acceso al financiamiento de empresas con bajos niveles de patrimonio.

El caso de selección adversa tiene que ver con diferentes niveles de riesgo asociados a distintos proyectos. Los retornos esperados son parecidos pero los beneficios brutos tienen diferentes niveles de dispersión. Conforme aumenta la tasa de interés que cobra el banco, los prestatarios menos riesgosos deciden no adquirir el préstamo y son los solicitantes más riesgosos los que aún quedan. El retorno esperado del banco es función de la tasa de interés primero de manera creciente y posteriormente de manera decreciente, alcanzando una tasa de interés máxima en la cual el costo marginal originado por el problema de selección adversa se compensa con el beneficio directo del incremento en la tasa de interés del préstamo. Si a esta tasa existe una demanda de préstamos mayor a la oferta de fondos por parte del banco, entonces probablemente habrá racionamiento del crédito o límites a los préstamos.

El racionamiento será más severo para las empresas pequeñas ya que los bancos evitarán que el grupo de solicitantes de crédito pase a ser conformado en su mayor parte por empresas de alto riesgo. La adquisición de información sobre las características del riesgo de cada prestatario es costosa y no disminuye con empresas de menor tamaño. Además este costo decrece con la edad de la empresa y conseguir información de las empresas nuevas es prácticamente imposible, por lo que en suma las empresas de patrimonio limitado y relativamente jóvenes enfrentarán serias restricciones al financiamiento.

Como conclusión, se tiene que debido fundamentalmente al problema de asimetrías en la información, el crédito tiende a limitarse más de lo necesario, afectando principalmente a las empresas más nuevas y de menor tamaño.

3.1.2. Otras causas de la restricción al financiamiento. Es indiscutible que los obstáculos en el acceso al financiamiento tienden a acentuarse a medida que se toma en cuenta empresas con menor patrimonio. Una encuesta realizada por el Banco Interamericano de Desarrollo, determinó que el porcentaje de empresas que reportan tener acceso al crédito bancario y el porcentaje del total de operaciones que son financiadas por créditos bancarios disminuye de forma importante mientras se consideran empresas de menor tamaño.²

De igual manera Rodríguez-Clare, (2004)³ identifica cuatro orígenes principales del problema de acceso al financiamiento de las empresas, especialmente pequeñas: costos fijos asociados al otorgamiento de los créditos, problemas de ejecución imperfecta de contratos, costos asociados a situaciones de quiebra y la información asimétrica. Este último elemento fue ampliamente explicado en el anterior apartado, por lo que a continuación se procederá a explicar los tres primeros.

3.1.2.1. Costos crediticios fijos. La concesión de préstamos es una actividad que conlleva importantes costos fijos que tienen que ver principalmente con la valoración o evaluación, supervisión y recolección de créditos. Esto implica que el costo por unidad monetaria es alto para préstamos pequeños, por lo que los bancos tienen la necesidad de cobrar tasas de interés más altas sobre dichos préstamos para obtener rendimientos similares a los que se obtienen por préstamos de mayor tamaño.

El desarrollo de las microfinanzas ha coadyuvado grandemente a la disminución de este problema, mediante el uso de tecnologías crediticias diferentes a las tradicionales. Se ofrecen pequeños montos a tasas de interés altas y plazos relativamente cortos, a veces sin el habitual uso de garantías reales; todo con base a información que es recolectada por agentes bancarios que tienen incentivos apropiados para determinar a los prestatarios con alta probabilidad de pagar el préstamo.

Sin embargo, más allá de lo efectiva de esta tecnología, muchas PYME's no tienen en esta metodología una solución importante a sus problemas de financiamiento ya que por lo común requieren de préstamos más grandes y de mayor plazo. Pero los bancos no están dispuestos a conceder créditos mayores si no se cuenta con garantías reales que disminuyan o transfieran el riesgo al prestatario.

3.1.2.2. Ejecución imperfecta de contratos de crédito. La perfecta ejecución de los contratos de préstamo permitiría a los prestamistas tener la seguridad de que ante cualquier incumplimiento de pago por parte del prestatario, el sistema judicial ejecutaría las garantías o haría prevalecer sus derechos de forma rápida, certera y sin costo alguno. Como se sabe esta situación dista mucho de ser real, incluso en países con sistemas financieros desarrollados. Por lo tanto siempre existe una posibilidad de que el deudor se quede con parte de las garantías del préstamo o que simplemente el banco salga perdiendo. La ejecución imperfecta de los contratos, por consiguiente, genera un incentivo malicioso en el prestatario haciéndole notar que tiene algo que ganar al declinar el pago de sus obligaciones. Esto es decidido después de un análisis comparativo entre el beneficio esperado de no pagar y el valor de la deuda.

A esto se debe sumar que dado el tamaño de un proyecto, el valor de continuar operando decrece a medida que se reduce el patrimonio de la empresa, en vista de que la empresa obtiene menor porcentaje de los rendimientos generados. Es decir, a mayor nivel de apalancamiento, la opción de no cumplir con el crédito se hace más atractiva. Ante este escenario los bancos dificultan el acceso al financiamiento limitando el apalancamiento y alineando los incentivos del empresario con el de ellos.

Este análisis nos permite determinar la clara relación existente entre el tamaño de una empresa y su acceso al financiamiento. Empresas nuevas o con poco patrimonio requieren de mayores ratios de apalancamiento para poder operar a una escala eficiente, pero dicho nivel de apalancamiento desemboca en fuertes incentivos de incumplir la deuda y por lo tanto este tipo de empresas enfrentarán mayores restricciones de financiamiento y no lograrán obtener los recursos que necesitan para operar a un nivel económicamente óptimo. Los empresarios que cuenten con suficiente capital propio para invertir no tendrán ningún problema de financiamiento y podrán alcanzar el tamaño óptimo.

En resumen la existencia de deficiencias en los sistemas judiciales provoca que los bancos limiten el apalancamiento de ciertas empresas con la finalidad de incrementar la probabilidad de que cumplan con el pago del crédito.

3.1.2.3. Costos de quiebra. Los costos de quiebra se refieren al costo en que incurre el banco cuando un prestatario se declara insolvente. El incumplimiento de la deuda en este caso no se origina por el incentivo que tiene el prestatario de hacerse de parte de los activos de la empresa, sino más bien por shocks adversos que afectan negativamente su capacidad de pago. Así los costos de quiebra conducen a que conforme el apalancamiento de la empresa se incrementa, las tasas de interés también lo hagan de forma significativa. Esto a su vez provoca que las empresas restrinjan voluntariamente sus niveles de endeudamiento, operando a escalas ineficientemente pequeñas.

Incluso en ausencia de costos de quiebra es lógico pensar que los bancos cobren tasas de interés más altas a empresas muy financiadas, ya que ante cualquier situación de impago solo podrían recuperar una fracción menor del préstamo de esas empresas en relación a otras menos apalancadas. Pero de cualquier forma, la probabilidad de caer en bancarrota aumenta con el nivel de apalancamiento, porque aún pequeños shocks negativos provocarían serias dificultades para honrar la deuda en empresas altamente apalancadas. Cuando existen costos de quiebra, la mayor probabilidad de declararse en bancarrota necesariamente debe ir acompañada con tasas de interés más altas que compensan al banco ex-ante por los mayores costos de quiebra esperados.

Se debe tomar en cuenta también que altos niveles de apalancamiento en las empresas conlleva costos financieros que podrían fácilmente superar los beneficios asociados, por lo tanto éstas intentarían limitar sus niveles de financiamiento por debajo del tamaño óptimo del proyecto. A medida que se trate de empresas de menor tamaño, dicha situación se acrecentaría y sufrirían restricciones al crédito.

REFERENCIAS

¹ Análisis basado en el capítulo 17, "Incertidumbre e información" del libro Microeconomía de M. Parkin, 1998.

² Rodríguez-Clare, A. y Stein, E. (2004) "Small is not always beautiful: SME's access to credit in Latin America", Banco Interamericano de Desarrollo.

³ Rodríguez-Clare: Variaciones Sobre un Viejo Tema: el Acceso de las PYMES al Crédito, 2004.

SEGUNDA PARTE

“LAS INVENCIONES CARECEN DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN TANTO QUE NO SEAN PUESTAS EN PRÁCTICA. Y LA APLICACIÓN DE CUALQUIER MEJORA ES UNA TAREA COMPLETAMENTE DIFERENTE DE SU INVENCIÓN, Y QUE REQUIERE APTITUDES DISTINTAS”.

JOSEPH A. SCHUMPETER

CAPITULO 4

TEORÍA DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES¹

4.1. INTRODUCCIÓN.

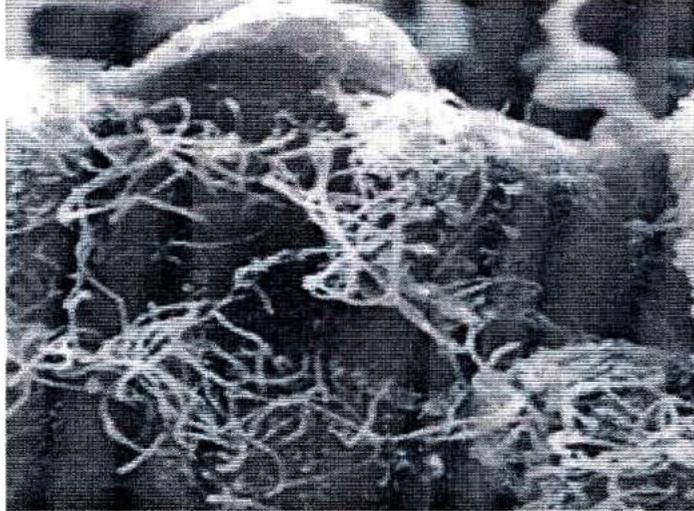
La búsqueda de nuevas técnicas y métodos, que permitan mejorar la eficiencia en la ejecución de diferentes tipos de tareas, siempre ha sido la característica fundamental del hombre. En su afán por optimizar el tiempo, incrementar la eficiencia y automatizar las operaciones mecánicas, ha logrado una gran variedad de avances científicos todo el tiempo. Precisamente uno de los desarrollos científicos más recientes tiene que ver con las Redes Neuronales Artificiales (RNA).

Las RNA representan un nuevo paradigma en el manejo y análisis de la información reflejada en las bases de datos. Son sistemas de tratamiento de información cuya estructura está inspirada en el funcionamiento de miles de millones de neuronas biológicas que el ser humano posee en su sistema nervioso (gráfica N° 4.1). Como se sabe, las neuronas son células muy importantes que se encuentran alojadas en el cerebro humano, que es el lugar en el que se genera el "pensamiento". Prácticamente en el comportamiento individual y colectivo de cada una de estas neuronas se encuentra el secreto de la "inteligencia humana".

Durante mucho tiempo se ha intentado primero, entender plenamente su funcionamiento y posteriormente emularlo², dando como resultado este nuevo método extremadamente útil para la extracción de patrones ocultos en la información. Las RNA representan una especie de sistemas computacionales multiprocesamiento que cuentan con:

- Elementos simples de procesamiento.
- Elevado grado de interacción.
- Mensajes escalares simples.
- Interacción adaptativa entre componentes.

GRÁFICA N° 4.1
CÚMULO DE NEURONAS EN EL CEREBRO HUMANO MICROGRAFIADAS CON UNA
AMPLIACIÓN DE 15.000 AUMENTOS



Además de estas características, las RNA están diseñadas para imitar una característica fundamental del hombre, que además constituye su fuente principal de conocimiento: la experiencia. Por lo tanto las RNA:

- Representan unidades de procesamiento que intercambian datos.
- Coadyuvan en el reconocimiento de patrones ocultos en la información.
- Poseen la capacidad de aprender y mejorar su funcionamiento.

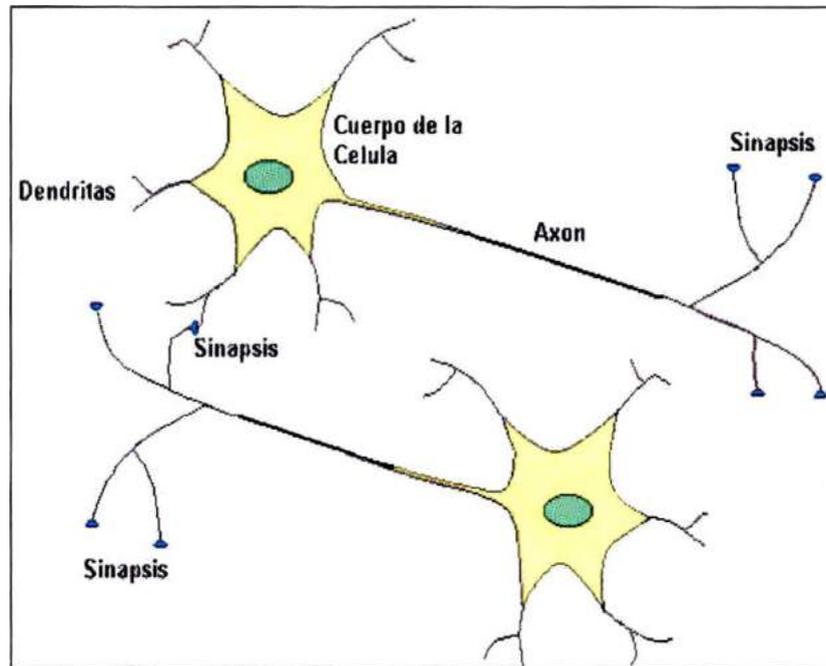
4.2. CONCEPTOS BÁSICOS.

4.2.1. Características de las Redes Neuronales Artificiales. Algunas de las características más importantes de las RNA son:

- 1) **Aprendizaje adaptativo y flexible.** Las RNA tienen la capacidad de “aprender” mediante el entrenamiento debido. Aprende a diferenciar patrones y los elementos procesales (neuronas) pueden autoajustarse, por lo que son adaptables. Por esto no es necesaria la adopción a-priori de algún modelo o relación funcional específico entre las variables que se estudian.
- 2) **Robustas y tolerantes a fallos.** Que se refiere principalmente a las **fallas en la información** que pueden presentar los datos. Las RNA tienen la capacidad de reconocer patrones en información que presente ruido y distorsiones o que esté incompleta, borrosa e inconsistente. Incluso fallas en la propia red tampoco afectan de gran manera su funcionamiento ya que puede seguir operando a pesar de presentarse errores en un número determinado de neuronas. Todo esto debido a que las RNA, a diferencia de otros sistemas, manejan la información de forma distribuida y no concentrada, es decir, manejan información no localizada.
- 3) **Auto-organización.** Es decir, una RNA se organiza por sí sola utilizando la información que se le provee en la etapa de aprendizaje logrando de esta forma la generalización, es decir, aquella facultad de responder apropiadamente al momento de presentarse información o situaciones diferentes a las que no había sido expuesta.
- 4) **Rapidez y fácil adaptabilidad a la tecnología existente.** Debido al diseño de implementación paralela de las RNA, éstas realizan procesos con la información de forma muy rápida. Su diseño hace posible también la adaptabilidad a diferentes tipos de hardware que en la actualidad son colectivamente usados.

4.2.2. Elementos básicos que componen una Red Neuronal Artificial. En general cualquier neurona biológica se compone de las siguientes partes: El cuerpo de la célula, denominado “soma”, las “dendritas” y el “axón”. Como se observa en la gráfica N° 4.2, como cualquier otra célula, las neuronas cuentan con un cuerpo que contiene su núcleo. Del cuerpo emanan dos tipos de ramificaciones: las dendritas y el axón. Las dendritas representan una ramificación de fibras mediante las cuales la neurona recibe la información del exterior reflejada en impulsos nerviosos. El axón, en cambio, es una fibra larga cuya finalidad es llevar señales desde el cuerpo de la neurona hasta otras neuronas mediante sus terminales.

GRÁFICA N° 4.2
PARTES QUE COMPONEN LAS NEURONAS BIOLÓGICAS

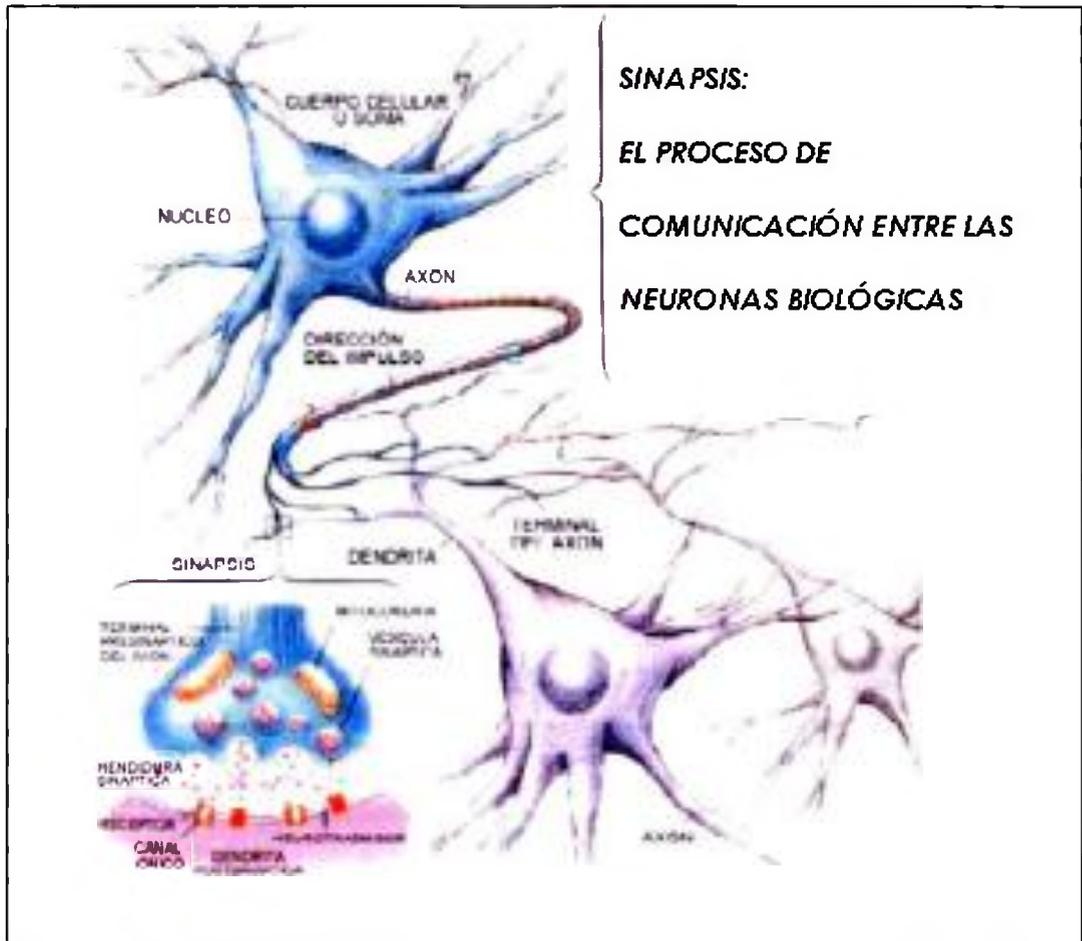


Aquel lugar en el que tiene contacto el axón de una neurona con la dendrita de otra se lo denomina: Sinapsis. Esta conexión se realiza mediante neurotransmisiones que se liberan cuando los estímulos procedentes de las conexiones sinápticas son lo suficientemente grandes y la neurona activada envía impulsos eléctricos a través del axón. De esta forma se logra la comunicación entre neuronas biológicas. Se debe aclarar, sin embargo, que las neuronas no se encuentran completamente unidas unas a otras, sino conservan cierta distancia entre ellas. (Ver ampliaciones de la gráfica N° 4.3)

De esta forma es posible distinguir entre dos tipos de neuronas biológicas: neuronas presinápticas, es decir, aquellas que suministran el impulso eléctrico de entrada y neuronas postsinápticas, o sea, aquellas receptoras de estos impulsos. El proceso de cualquier forma es mucho más complejo y en él intervienen diferentes elementos y reacciones químicas. En la gráfica N° 4.3 se muestra en detalle el proceso sináptico mediante el cual las neuronas se comunican unas con otras.

GRÁFICA N° 4.3

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE COMUNICACIÓN ENTRE NEURONAS



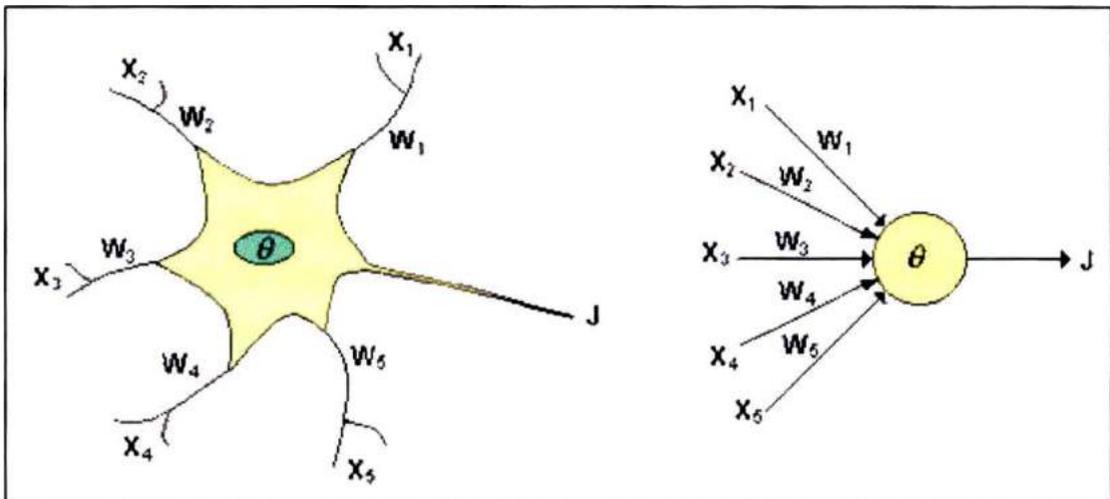
SINAPSIS:
EL PROCESO DE
COMUNICACIÓN ENTRE LAS
NEURONAS BIOLÓGICAS

El proceso mas o menos sigue el siguiente orden: la neurona presináptica recibe una señal de entrada con un determinado nivel de fuerza, a partir de esto, una vez procesada la misma, emite una señal de respuesta vía sinapsis a otra neurona que será la postsináptica. La sinapsis puede variar en niveles de fuerza pudiendo emitirse señales fuertes o débiles. En vista de que cada neurona puede recibir miles de señales de entrada a través de sus dendritas, señales con diferentes niveles de fuerza y peso, el proceso es representado mediante una lista de señales de entrada que son multiplicadas por sus respectivos pesos (ponderaciones) y posteriormente sumadas. Como resultado se tiene un nivel de activación de la neurona que genera a su vez la señal de salida y que es enviada a través de su axón y terminales que se encuentran conectadas con las demás neuronas.

Muchos científicos se han dado a la tarea de imitar este funcionamiento durante los últimos 40 años dando como resultado una imitación, por supuesto mucho más sencilla, del comportamiento de las neuronas biológicas: las redes neuronales de tipo artificial. Estas tienen una estructura similar a la de una neurona biológica, con la diferencia de que, por supuesto, no alcanzan el grado de complejidad de estas últimas pero a pesar de esto representan elementos altamente interconectados, con entradas, utilización de pesos y salidas, además de conexiones entre ellas que simulan de gran forma el comportamiento de las neuronas humanas. La gráfica N° 4.4 muestra una comparación de ambos tipos de neuronas. Se puede apreciar las características parecidas que guardan entre sí.

GRÁFICA N° 4.4

SIMILITUDES ENTRE UNA NEURONA BIOLÓGICA (IZQUIERDA) Y UNA NEURONA ARTIFICIAL (DERECHA)



En dicha figura los X_i , representan las entradas de las neuronas que provienen de otras neuronas y que son capturadas mediante sus dendritas. Los W_i , representan la intensidad de la sinapsis que conecta dos neuronas, en el caso de la neurona artificial representan los pesos o ponderaciones que se da a cada variable de entrada. La letra griega "teta" θ representa el umbral que debe superarse en la neurona para que se active, dicho proceso se lleva a cabo dentro del cuerpo de la neurona. Finalmente se tiene una salida denominada J , que constituye el resultado de todo el proceso. En este ejemplo la neurona artificial posee cinco variables de entrada.

Como se dijo anteriormente las neuronas reciben información por medio de sus entradas, pero la misma no le llega como originalmente ingresa sino mas bien ponderada, debido a que un tipo de información tendrá diferente importancia respecto a otra, esto se puede esquematizar de la siguiente manera:

$$H_i(t) = \sum_{j=1}^N X_j \cdot W_j$$

Donde:

$H_i(t)$ = Potencial sináptico de la neurona i en el momento t.

X_j = Entrada de datos que provienen de la fuente de información j.

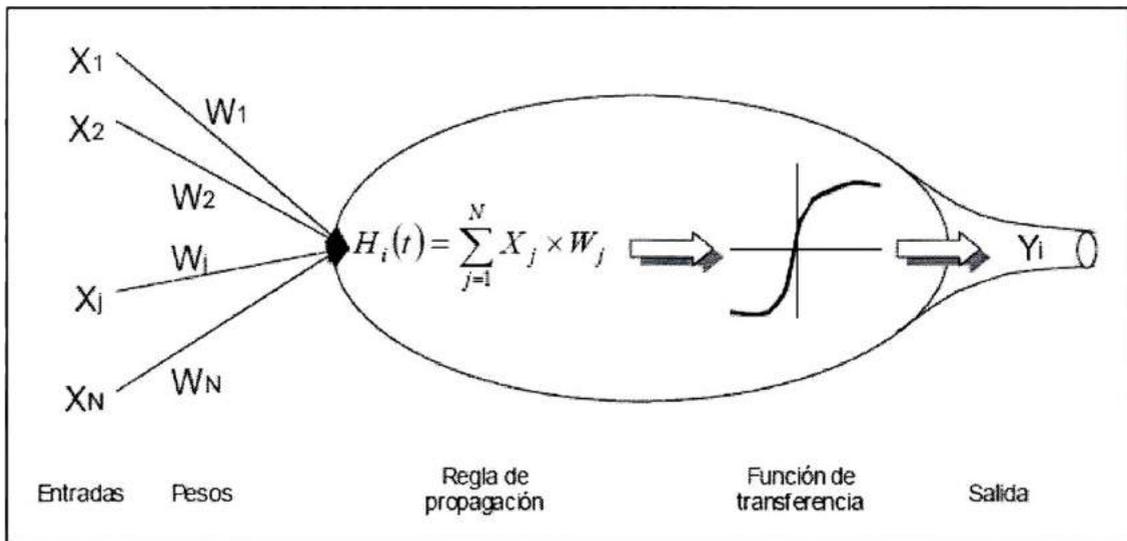
W_j = Peso sináptico asociado a la entrada X_j .

Una vez ingresada la información a la neurona, se suma o agrupa de acuerdo a lo que se conoce como **regla de propagación**. La regla de propagación permite obtener, a partir de las entradas y los pesos, el valor del potencial postsináptico H_i de la neurona. Las reglas de propagación constituyen funciones simples de producto, máximo, etc., pero la que se utiliza de forma más habitual es la suma ponderada de las entradas con los pesos sinápticos, que se explicó anteriormente. Cuando el resultado que arroja la regla de propagación sobrepasa un nivel, que se conoce como **umbral**, la neurona se activa y este resultado se introduce en una función que se denomina **función de transferencia o de activación**, cuyas características se estudiarán a continuación. Todo el proceso hasta aquí expuesto se puede apreciar en la gráfica N° 4.5.

La neurona presentada en la gráfica consta de N entradas con N pesos o ponderaciones, ambos elementos se agrupan mediante una regla de propagación que cuando alcanza el umbral (θ), es llevada a una función de transferencia que determinará el resultado final de salida de la neurona. De esta manera la función de transferencia se transforma en una función de la regla de propagación [$H_i(t)$], es decir:

$$Si : H_i(t) > \theta \rightarrow f[H_i(t)]$$

GRÁFICA N° 4.5
CARACTERÍSTICAS DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA NEURONA ARTIFICIAL



La función de transferencia calcula el estado de actividad de una neurona transformando la entrada global en un valor de activación que tiene rangos comprendidos entre 0 y 1 ó -1 y 1, constituyendo los niveles 0 y -1 estados de inactivación de la neurona y el nivel 1 su estado de activación. Para fines operativos son utilizadas diversos tipos de funciones de transferencia, a continuación se detallan algunas de las más utilizadas.

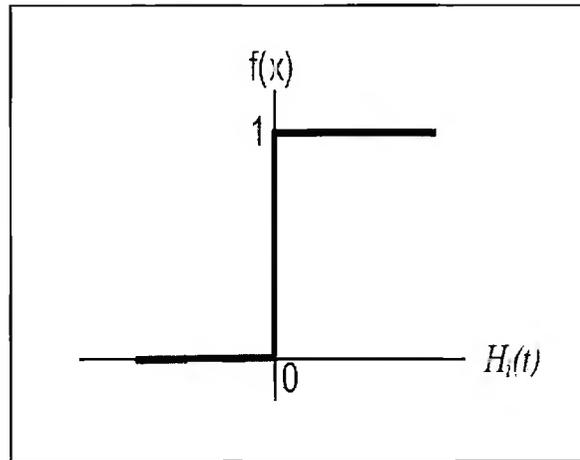
- 1. Función escalón.** Es utilizada cuando la neurona tiene salidas de tipo binarias, es decir: 0, 1. En este caso la neurona se activa en el momento en el que el valor del potencial postsináptico es mayor o igual a un cierto nivel denominado umbral. Para este caso el umbral es igual a cero. Esquematizando se tiene:

$$f(x) = 1, \text{ cuando: } H_i(t) \geq 0$$

$$f(x) = 0, \text{ cuando: } H_i(t) < 0$$

La siguiente ilustración muestra la forma de esta función con los parámetros anteriormente adoptados.

GRÁFICA N° 4.6
FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA ESCALÓN



2. Función lineal. Este tipo de función de transferencia, responde a la siguiente expresión:

$$f(x) = H_i(t)$$

La función lineal a tramos es una variación de la función lineal en la que la salida de la neurona siempre es la "función identidad" cuando el potencial postsináptico se encuentra entre un rango de valores. Sintetizando se tiene:

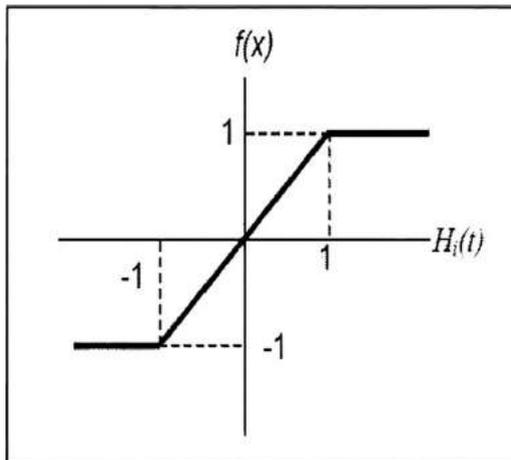
$$f(x) = 1, \text{ cuando: } H_i(t) > 1$$

$$f(x) = H_i(t), \text{ cuando: } -1 \leq H_i(t) \leq 1$$

$$f(x) = -1, \text{ cuando: } H_i(t) < -1$$

La forma de esta función se detalla en la gráfica N° 4.7.

GRÁFICA N° 4.7
FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA LINEAL A TRAMOS



3. **Función Logarítmica Sigmoidea.** Este tipo de función es continua en el intervalo 0 y 1. Sus salidas son también, por lo tanto, continuas. La función Logarítmica Sigmoidea está definida por la siguiente expresión:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

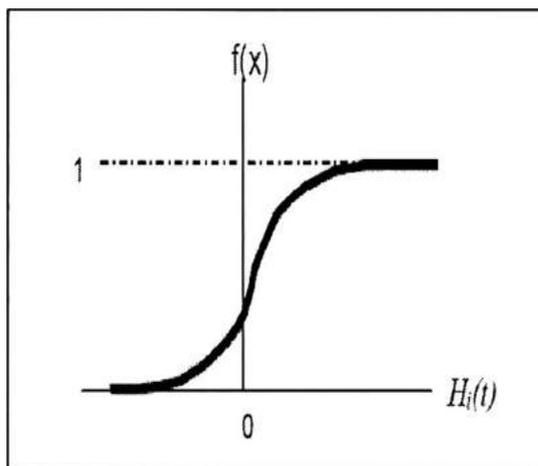
Donde:

$x = H_i(t)$

e = Base del logaritmo natural o neperiano.

En la gráfica N° 4.8 se observa claramente que la función presenta valores próximos a cero, cuando $H_i(t)$ es pequeño. A medida que $H_i(t)$ crece, la función se hace creciente hasta llegar a un punto de inflexión donde la pendiente disminuye y llega a cero, manteniendo posteriormente la función un valor constante y equivalente a la unidad.

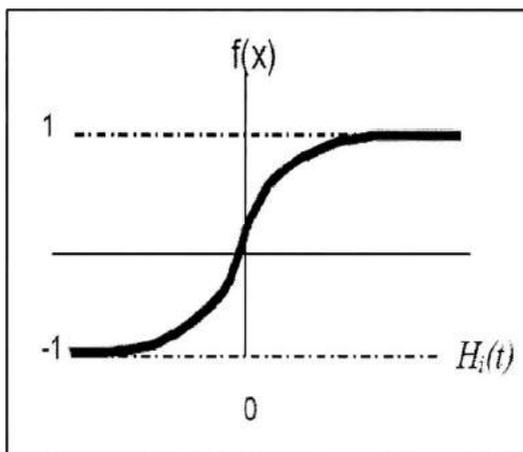
GRÁFICA N° 4.8
FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA LOGARÍTMICA SIGMOIDEA



Función Tangente Sigmoidea. Esta función a diferencia de la anterior, ofrece resultados en un rango positivo y negativo dado por el intervalo: -1 y 1. Constituye una de las más utilizadas en el diseño de las RNA. La expresión que la define y su gráfica se muestran a continuación. Por supuesto $x = H_i(t)$.

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$$

GRÁFICA N° 4.9
FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA TANGENTE SIGMOIDEA



El resultado que arroje cada una de estas funciones de activación representará el dato de salida de una neurona que fluirá hacia otra o hacia el resultado final.³

4.3. TOPOLOGÍA DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES.

4.3.1. El mecanismo de funcionamiento de las RNA. El mecanismo descrito en el anterior acápite respecto al funcionamiento de una neurona artificial, es general para cualquier otra. Para poder realizar procesos lógicos se debe agrupar más de una neurona artificial, formando de esta manera capas de neuronas que a su vez irán formando una red completa. En general una RNA normal posee tres capas de neuronas: Una capa de entrada de datos, una capa oculta en la que los datos son procesados y finalmente una tercera capa de salida en la que se reflejan los resultados obtenidos.

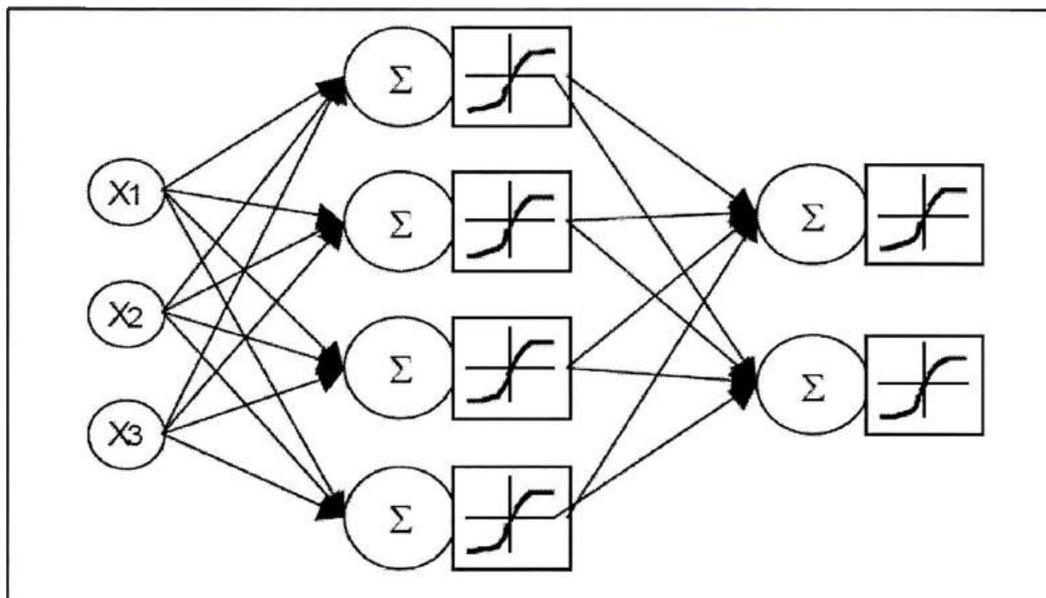
Es necesario denotar que cada neurona de una capa determinada se conecta con neuronas de la siguiente capa. Las neuronas de la capa anterior transmiten la información a las de la capa siguiente, quienes, mediante el proceso ya descrito, ponderan cada dato por su respectivo peso sináptico.

La capa de entrada representa simplemente la cantidad de variables que envían información a la red, específicamente, a la capa oculta. Por lo tanto no se da un proceso específico en las neuronas de esta primera capa. Las neuronas de la capa oculta representan procesos intermedios que afectan el resultado, pero que no requieren ser identificados para propósitos de predicción y análisis y se las trata simplemente como desconocidas. Una RNA puede contar con más de una capa oculta, estas también se denominan capas intermedias y son internas a la red ya que su contacto con el exterior no es directo y su número determina algunas topologías de RNA. Finalmente se tiene a la capa de salida cuya tarea es simplemente transferir la información de la red al exterior.

La gráfica N° 4.10, presentada a continuación, muestra una RNA sencilla compuesta por tres capas. La capa de entrada posee tres neuronas: X1, X2, y X3. Su información una vez ponderada pasa a sumarse mediante un proceso sináptico en las cuatro neuronas que posee la capa oculta para

finalmente, mediante funciones de transferencia, desembocar en las dos neuronas que posee la capa de salida. De esta forma se ilustra el funcionamiento de una red neuronal artificial común.

GRÁFICA N° 4.10
RED NEURONAL ARTIFICIAL DE TRES CAPAS Y NUEVE NEURONAS



4.3.2. El mecanismo de aprendizaje de las RNA. Para que la RNA alcance los objetivos deseados, debe aprender a calcular la salida correcta para cada variable de entrada. Este proceso es denominado entrenamiento o acondicionamiento de la red y resulta necesario que gran parte de la información sea destinada para tal fin.

En términos técnicos, el proceso de aprendizaje representa la tarea mediante la cual una RNA hace variar los pesos como respuesta a la información de entrada. En este transcurrir lo que pasa es que se van modificando, destruyendo y creando diferentes tipos de conexiones entre las neuronas. Se crea una conexión cuando el peso o ponderación llega a ser distinto de cero, en cambio cuando este es igual a cero la conexión se destruye. La modificación de los pesos, por lo tanto, es el aspecto más relevante del proceso de aprendizaje, ya que en el momento en que los valores de éstos se mantienen estables, se puede afirmar que la RNA ha aprendido.

En general cualquier mecanismo de aprendizaje a nivel neuronal,⁴ tiene que ver con la modificación de los pesos sinápticos en función de una determinada regla de aprendizaje que se construye a partir de la optimización de una función de error que mide la eficacia de la RNA.⁵ Si se denomina $w_{ij}(t)$ al peso que conecta la neurona presináptica j con la postsináptica i en la iteración t , el algoritmo de aprendizaje utilizado proporcionará un valor $\Delta w_{ij}(t)$ que representa la modificación que es preciso incorporar para que se actualice de la siguiente forma:

$$\Delta w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \Delta w_{ij}(t)$$

El proceso de aprendizaje es casi siempre repetitivo, actualizándose los pesos sinápticos de acuerdo a esta fórmula, una y otra vez, hasta que la RNA alcance el rendimiento deseado.

Existen dos métodos generales de aprendizaje para las RNA, estos son: Aprendizaje supervisado y aprendizaje no supervisado.

Aprendizaje supervisado. El proceso de aprendizaje se lo realiza de forma controlada por un agente externo que determina la respuesta que debería generar la red a partir de una entrada. Se busca que la salida de la red coincida con un resultado deseado, de no hacerlo, simplemente se hace variar los pesos de las conexiones hasta lograrlo. Este tipo de aprendizaje se subdivide a su vez en tres tipos de aprendizajes: por corrección de error, por refuerzo y mediante un aprendizaje de tipo estocástico.

I) Aprendizaje por corrección de error. Que tiene que ver con el ajuste de los pesos de las conexiones de la red en función de la diferencia existente entre los valores deseados y los obtenidos en la salida, siendo el parámetro controlado, por lo tanto, el error cometido en la salida. Los algoritmos que se basan en este tipo de aprendizaje son: la regla de aprendizaje del Perceptrón, la regla de aprendizaje Delta y la regla de aprendizaje de propagación hacia atrás (backpropagation) que representa una generalización de la regla delta.

II) Aprendizaje por refuerzo. Este es un tipo de aprendizaje más pausado que el anterior. Se trabaja con el supuesto de que no se posee una salida ideal o deseada. El supervisor

simplemente le indica a la red, utilizando una señal de refuerzo, si la salida que se obtuvo se ajusta a la deseada y tomando en cuenta esto se van ajustando los pesos utilizando un mecanismo de probabilidades. El supervisor, por lo tanto, cumple un papel crítico.

III) Aprendizaje estocástico. Se realizan cambios de forma aleatoria en los pesos de las conexiones de la red evaluando el resultado a partir de una salida deseada además de distribuciones de probabilidad.

Aprendizaje no supervisado. Como su nombre lo indica, el aprendizaje de la RNA no requiere de un agente externo específico que lo dirija modificando los pesos de las conexiones entre neuronas. La red simplemente no recibe información alguna sobre el entorno que le rodea, no conociendo, por ende, si las salidas son las correctas. Este tipo de redes buscan encontrar los patrones característicos, regularidades y correlaciones existentes en la información con la que trabaja. La salida depende de la estructura de la red y del algoritmo de aprendizaje utilizado. La salida también puede representar un establecimiento de categorías que la red determina en la información. Resaltan dos tipos de algoritmos de aprendizaje no supervisados: Aprendizaje hebbiano y competitivo o comparativo.

I) Aprendizaje Hebbiano. Este tipo de aprendizaje pretende determinar las características de la información de entrada. Las entradas y salidas que adopta la neurona son $(-1,1)$ ó $(0,1)$, es decir son neuronas binarias que pueden adoptar solo dos valores. El diseño de este algoritmo se basó en el comportamiento de la neurona biológica que solo presenta dos estados: activa o inactiva.

II) Aprendizaje competitivo o comparativo. Tiene que ver con la determinación de categorías de los datos incorporados en la entrada. Cierta patrón distingue a un determinado conjunto de la información utilizada en la red, cuando el patrón hallado no pertenece a ninguno de los conjuntos de la información, simplemente se ajusta la estructura y los pesos de las conexiones.

4.4. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Para poder evaluar una RNA se necesita contar con ciertos parámetros que ayudan a determinar si se ha encontrado el verdadero patrón oculto en la información. De ser así la realización de análisis de sensibilidad y pronósticos se podrán realizar de forma eficiente. Existen cuatro parámetros de evaluación que son los más utilizados:

➤ Error medio cuadrático

➤ Error medio absoluto

➤ Estadística U de Theil

➤ Tasa de fusión

Si tenemos las siguientes variables:

A: Observación verdadera.

F: Observación generada por la red.

Definimos los parámetros de evaluación:

Error medio cuadrático.

$$MSE = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n}$$

Representa el promedio del cuadrado de los errores cometidos. Mientras más cercano a cero éste parámetro, la estimación de la red es mucho más precisa y viceversa.

Error medio absoluto.

$$MAE = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n}$$

Como su nombre lo indica muestra el promedio absoluto de los errores de las estimaciones. Mientras el desvío de los datos estimados respecto de los datos reales sea más pequeño, la red estará cumpliendo un buen trabajo.

Estadística U de Theil.

Si el periodo de pronóstico es: $j = n+1, n+2, \dots, n+h$ (a partir de la última observación n), entonces el coeficiente de desigualdad de Theil se define como:

$$U = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{t=n+1}^{n+h} (A_t - F_t)^2}{h}}}{\sqrt{\frac{\sum_{t=n+1}^{n+h} F_t^2}{h}} + \sqrt{\frac{\sum_{t=n+1}^{n+h} A_t^2}{h}}}$$

Dicho coeficiente varía entre 0 y 1, indicando $U = 0$ un pronóstico perfecto.

Tasa de fusión.

$$\rho = \frac{M}{T} * 100 \quad \text{Con: } 0 \leq \rho \leq 1$$

Donde:

ρ = Tasa de fusión.

M = Número de pronósticos incorrectos.

T = Número total de pronósticos.

Mide cuán exactos han sido los pronósticos en términos porcentuales. Una tasa de fusión igual a cero implica que todos los pronósticos son correctos. Una tasa de fusión igual a la unidad quiere decir que todos los pronósticos han sido incorrectos.

4.5. TIPOS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.

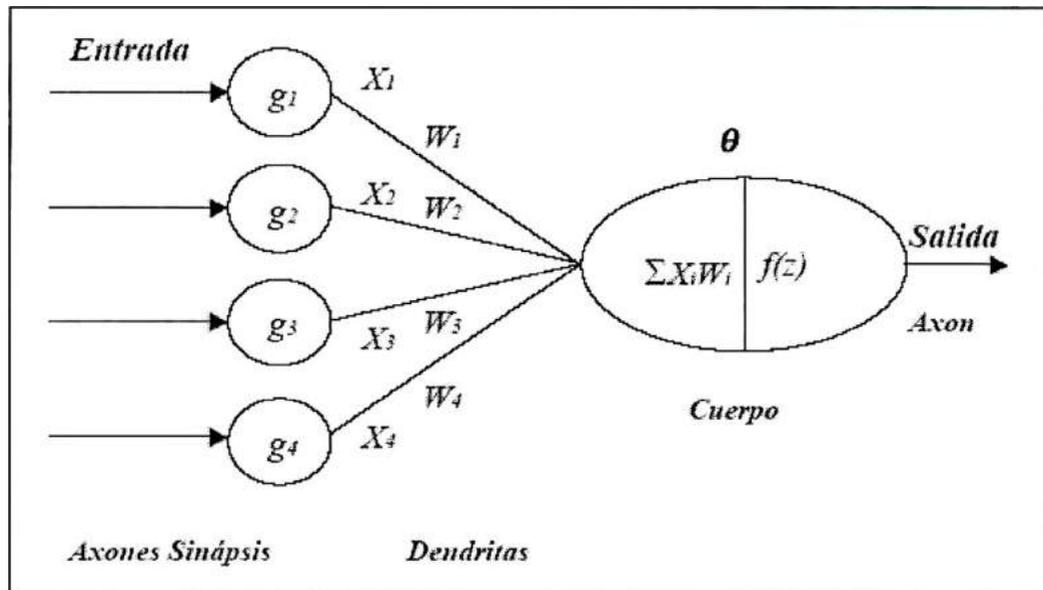
Existen varios tipos de RNA que se diferencian básicamente en las características de la estructura que poseen. Las más conocidas son:

- Redes Perceptrón.
- Redes Backpropagation.
- Redes Hopfield.
- Redes Kohonen.

4.5.1. Redes Perceptrón. Desarrolladas a partir del primer modelo de neurona artificial propuesto por McCulloch y Pitts el año 1943, fueron diseñadas a partir del funcionamiento de las neuronas biológicas. Las redes perceptrón constituyen la base sobre la cual subyacen todos los tipos de RNA existentes en la actualidad, es decir, la base del diseño de cualquier RNA. Este tipo de red presenta todas las características citadas anteriormente: asigna pesos a sus entradas, las reúne mediante una regla de propagación (sumatoria, productoria, etc.) y trabaja con funciones de transferencia que se activan en el momento en que se llega a un umbral.

En la gráfica N° 4.11 se muestra un ejemplo de RNA Perceptrón. La misma tiene cuatro entradas: X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , provenientes de cuatro variables: g_1 , g_2 , g_3 , g_4 . A cada entrada se le asigna un peso específico: W_1 , W_2 , W_3 , W_4 y se reúnen en la función de propagación, hasta sobre pasar el nivel del umbral θ , momento en cual se les asigna a una función de transferencia de la que saldrá el resultado final.

GRÁFICA N° 4.11
RED NEURONAL ARTIFICIAL PERCEPTRON



La primera capa cumple un rol parecido al de sensores que evalúan la importancia relativa de cada señal entrante asignándoles pesos específicos. La segunda capa toma estos resultados y clasifica el patrón de cada entrada.

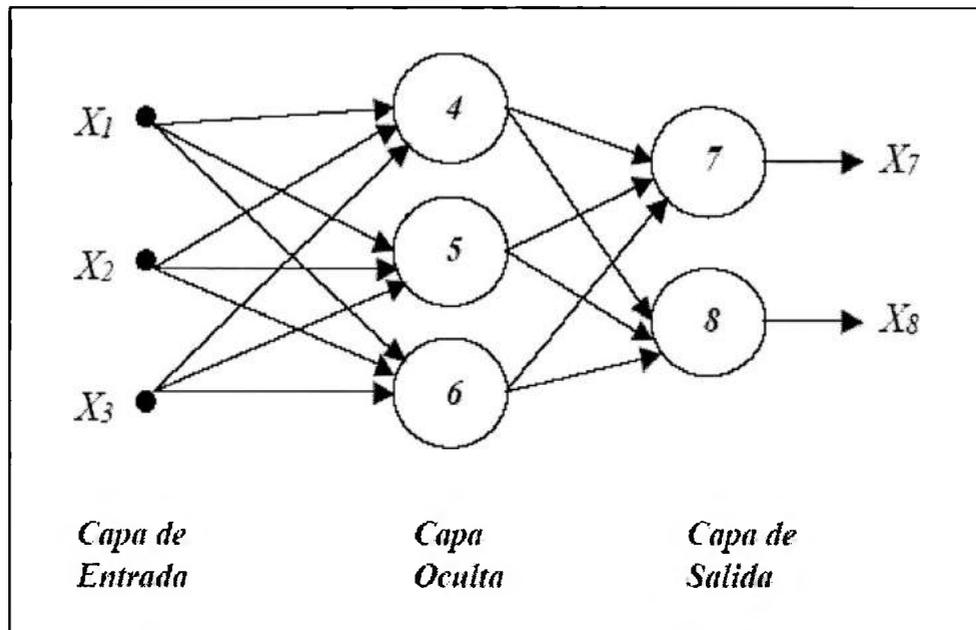
La importancia histórica del perceptrón subyace en su característica de dispositivo entrenable, ya que el algoritmo de aprendizaje que utiliza permite determinar de forma automática los pesos sinápticos que relacionan las neuronas. Este tipo de redes puede ser utilizado para el pronóstico de series de tiempo y también para cambios en tendencias de variables financieras.

Si al perceptrón se le añaden capas intermedias (capas ocultas), se obtiene un tipo de RNA ampliamente utilizado en el análisis económico y financiero: El perceptrón multicapa MLP (Multi-Layer Perceptron). Esta clase de RNA normalmente suele entrenarse mediante un algoritmo denominado retropropagación (backpropagation).⁶ La arquitectura MLP sumado al aprendizaje por retropropagación conforma la RNA que se le denomina red de retropropagación o red backpropagation, explicada a continuación.

4.5.2. Redes Backpropagation. Estas redes se estructuran a partir de la agrupación de varios perceptrones. Representa ya una verdadera RNA en la que se interconectan una serie de unidades de procesamiento en capas. Se llama red Backpropagation debido al método utilizado para calcular el gradiente de error en una red de aprendizaje supervisado. El entrenamiento de estas redes tiene que ver con los siguientes pasos:

- a) **Forward pass**, las salidas y el error se calculan, en una pasada hacia adelante.
- b) **Backward pass**, se alteran los pesos de las unidades de salida utilizando el error de las salidas. Posteriormente se propaga hacia atrás el error desde las unidades de salida para que sea procesado en las neuronas en la capa oculta de la red. Finalmente los pesos de las interconexiones de las capas ocultas son modificadas utilizando estos errores. La siguiente gráfica muestra una RNA Backpropagation.

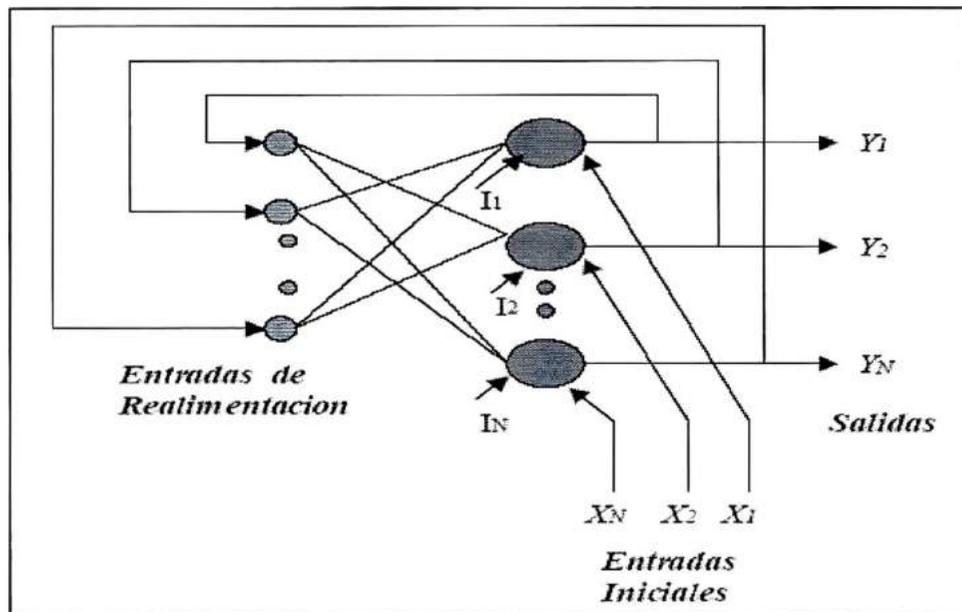
GRÁFICA Nº 4.12
RED NEURONAL ARTIFICIAL BACKPROPAGATION



4.5.3. Redes Hopfield. Las RNA Hopfield constan de una sola capa, es decir, son monocapa, están totalmente interconectadas y poseen salidas binarias de cero y uno. Además siguen un proceso de aprendizaje no supervisado, son de adaptación probabilística y recurrente y aprenden a reconstruir los patrones de entrada que asimilan durante el entrenamiento. A diferencia de las RNA explicadas anteriormente, las redes Hopfield son realimentadas, es decir, la información no se propaga en un solo sentido (de las entradas hacia las salidas) sino que presentan un comportamiento de realimentación permanente.

Consta de varias neuronas que al mismo tiempo son de entrada y salida y se encuentran interconectadas unas con otras, la activación se realiza de forma autónoma. La red Hopfield busca alcanzar un estado estable en el transcurso de sus iteraciones, esto sucede cuando todas las neuronas dejan de hacer variar o actualizar su valor de activación, entonces se dice que la red alcanzó una configuración estable. Las características de esta RNA la hacen ideal para resolver problemas de optimización. La siguiente gráfica muestra una red de tipo Hopfield.

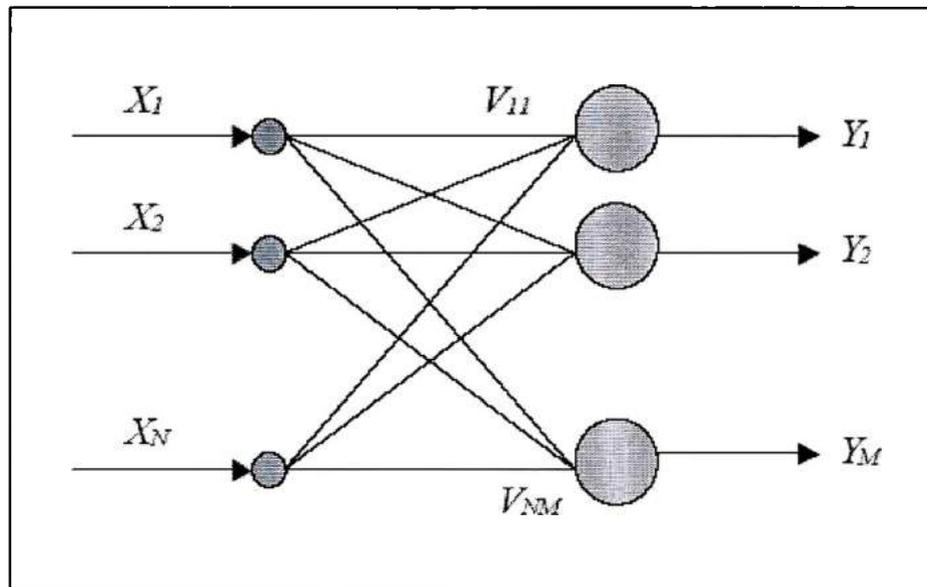
GRÁFICA N° 4.13
RED NEURONAL ARTIFICIAL HOPFIELD



4.5.4. Redes Kohonen. Pertenecientes a la categoría de redes competitivas (redes no supervisadas), estas redes se diseñaron emulando la capacidad cerebral de formar mapas característicos de la información que se recibe del exterior. Su diseño trata de demostrar que un estímulo externo es suficiente para provocar la formación de mapas, si existe una estructura propia y una descripción funcional del comportamiento de la red.

La red Kohonen tiene una estructura compuesta únicamente por dos capas de neuronas: una de entrada y otra de salida, ambas con neuronas totalmente interconectadas. Todas las neuronas de entrada se encuentran conectadas con las neuronas de salida. Las neuronas de entrada reciben información continua normalizada del exterior, los patrones hallados en ésta se clasifican dentro la red generando grupos con similares características, por lo tanto, cada uno de estos grupos activa siempre la misma salida en la red. El grado de influencia de cada neurona sobre las otras se determina proporcionalmente a partir de su distancia. Mientras más alejada una de otra menor su efecto. En la siguiente figura aparece la gráfica de un modelo de red Kohonen.

GRÁFICA N° 4.14
RED NEURONAL ARTIFICIAL KOHONEN



Este tipo de RNA's se utilizan principalmente para análisis tipo cluster, es decir, para el agrupamiento de patrones en la información y para análisis exploratorio, además de la minería de datos.

4.6. APLICACIONES DE LAS RNA.

Por las características que presentan las RNA, son susceptibles de ser aplicadas en la resolución de una amplia gama de problemas, desde el campo comercial hasta el militar. Problemas en los que es necesario la asociación y clasificación de patrones estáticos o dinámicos en la información, regeneración de patrones (cuando cierta información se ha perdido o dañado), optimización, pronóstico, entre otros, constituyen problemas típicos que pueden ser fácilmente solucionados utilizando este poderoso instrumento.

A continuación se presenta una lista de los campos en los que es posible usar y de hecho se utilizan las RNA.

Economía.

- Pronóstico de cualquier variable económica
- Análisis de la interrelación entre variables económicas
- Todo problema que requiera optimizar alguna variable económica

Biología.

- Asimilación de las características del cerebro
- Diseño de modelos de la retina

Empresa.

- Cálculo de la probabilidad de formaciones geológicas y petrolíferas
- Clasificación de los recursos humanos

- Modelado de sistemas para automatización y control

Meteorología.

- Pronóstico del tiempo
- Análisis de patrones y tendencias

Finanzas.

- Pronóstico de precios
- Análisis de todo tipo de riesgos
- Identificación de falsificaciones
- Interpretación de firmas

Industria.

- Robótica y sistemas de control
- Control de producción en líneas de procesos
- Análisis de calidad

Medicina.

- Diagnóstico de enfermedades a partir de síntomas
- Predicción de reacciones adversas en los medicamentos
- Monitorización de cirugías

Militares.

- Clasificación de las señales de radar
- Diseño de armas inteligentes
- Optimización de cualquier recurso militar

REFERENCIAS

- ¹ El contenido y las gráficas de este capítulo se basan en los documentos: "Aplicaciones de las Redes Neuronales en las Finanzas", 2002. García Estévez y "Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones", 2001. Matich Jorge. El análisis también utilizó conceptos e ideas del documento "Indicadores Líderes, Redes Neuronales y Predicción de Corto Plazo", J. K. Salinas y B. B. Aguilar, 2002. Para la consulta de un interesante artículo introductorio y de fácil lectura consultar "Las Redes Neuronales Artificiales en las Finanzas" J. Del Carpio Gallegos, 2001.
- ² Para una pequeña e interesante reseña histórica del desarrollo de las Redes Neuronales Artificiales, consultar la sección 2.1 del documento: "Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones". D. Jorge. Matich, 2001.
- ³ Es necesario hacer notar que para una descripción más completa de las neuronas artificiales a veces se distinguen funciones de salida que cumplen la tarea de recibir información proveniente de la función de activación y transferirla hacia otra neurona. Sin embargo, tomando en cuenta que muy a menudo estas funciones de salida son simplemente la función identidad, por lo que el estado de activación de la neurona se considera la propia salida; se obviará la explicación de este componente sin riesgo de disminuir la comprensión del funcionamiento de las neuronas artificiales.
- ⁴ Algunos modelos neuronales también incluyen aprendizajes a un nivel mayor. Esto tiene que ver con la creación o destrucción de algunas neuronas modificando o alterando, por lo tanto, la propia arquitectura de la red.
- ⁵ Para un análisis detallado de todos los algoritmos de aprendizaje que utilizan las RNA consultar: "Redes Neuronales y Sistemas Difusos", Bonifacio Martín del Brío y Alfredo Sanz Molina, 2000.
- ⁶ Para una descripción completa del algoritmo de retropropagación se sugiere consultar el apéndice N° 3 del documento "Indicadores Líderes, Redes Neuronales y Predicción de Corto Plazo", J. K. Salinas y B. B. Aguilar, 2002. También la sección 2.5 del segundo capítulo del libro citado en la referencia 5.

TERCERA PARTE



“SI ANHELAMOS CON SINCERIDAD Y PASIÓN LA SEGURIDAD, EL BIENESTAR Y EL LIBRE DESARROLLO DEL TALENTO DE TODOS LOS HOMBRES, NO HEMOS DE CARECER DE LOS MEDIOS NECESARIOS PARA CONQUISTARLOS”.

ALBERT EINSTEIN

CAPÍTULO N° 5

EL COMPORTAMIENTO DE LA BANCA BOLIVIANA Y SUS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO

Como se tocó al inicio, la actividad bancaria en nuestro país fue impactada duramente por lo acontecimientos de orden político y social vividos en los últimos cinco años. Estos factores, externos al sistema financiero, provocaron importantes impactos negativos con secuelas que aún se intentan subsanar.

Al menos cuatro episodios claramente diferenciados, correspondientes al periodo de estudio, pueden ser clasificados cronológicamente como sigue:¹

Elecciones generales 2002. A mediados de ese año, la incertidumbre de los resultados finales de los comicios generó un retiro de casi 400 millones de dólares en la banca y tuvo una duración de cinco semanas, aún después de la designación oficial de Gonzalo Sánchez de Lozada como presidente constitucional de la República.

La crisis de febrero de 2003. El inicio de la profunda crisis social y política reflejada en los hechos violentos acaecidos en esta fecha, se originaron fundamentalmente por el anuncio gubernamental de la aplicación de un impuesto a los ingresos. El mismo repercutió seriamente sobre la banca boliviana provocando un retiro de recursos de aproximadamente 210 millones de dólares durante mes y medio.

La crisis de octubre de 2003. En ese momento se generó una convulsión social extremadamente fuerte, con desabastecimiento de productos, saqueos y niveles de represión excesivos por parte del gobierno. Dicho episodio culminó con la renuncia de Gonzalo Sanchez de Lozada y la posesión de Carlos Mesa como nuevo presidente constitucional de la República. Esta vez el retiro de recursos superó los 240 millones de dólares y tuvo una duración de alrededor de un mes.

El impuesto a las transacciones financieras. Entre marzo y junio del año 2005 el gobierno anunció la aplicación del Impuesto a las Transacciones Financieras (ITF) que primero tuvo que ser

debatido y aceptado en el Congreso. De cualquier forma la incertidumbre e inseguridad generada provocó un paulatino pero importante drenaje de recursos equivalente a 282 millones de dólares, por alrededor de cuatro meses.

Teniendo en cuenta que la principal fuente de fondos y por lo tanto de actividad para los bancos constituye los depósitos del público, se puede inferir que el impacto de estos episodios negativos ha trascendido también al lado izquierdo de sus hojas de balance, influyendo negativamente a inversionistas potenciales, prestatarios corrientes, etc. Se parte de esta coyuntura antes de analizar las variables financieras de cada banco tomadas en cuenta en la investigación.

5.1. PARTICIPACIÓN Y CONCENTRACIÓN EN EL MERCADO DE PRÉSTAMOS.²

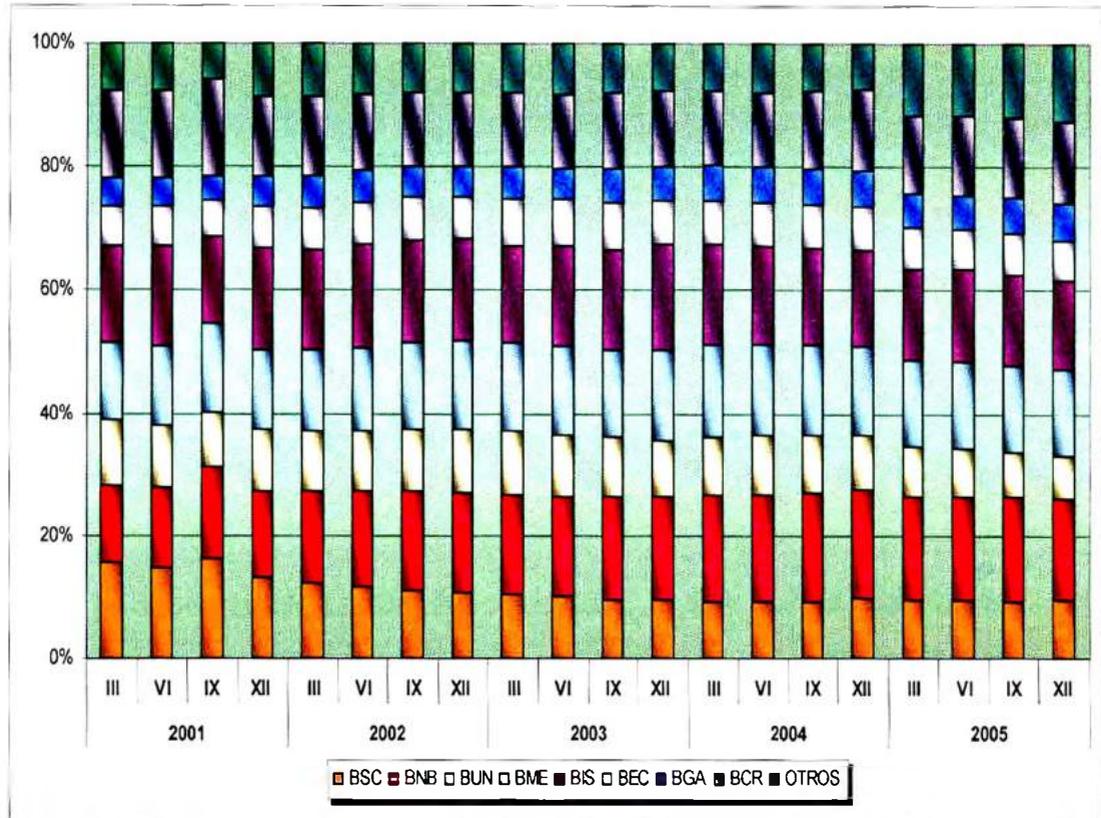
Tomando en cuenta la reciente fusión del Banco Mercantil y el Banco Santa Cruz, actualmente el Sistema Bancario está constituido por doce bancos. Empero la presente investigación abarca solamente ocho de acuerdo a los criterios citados en el capítulo introductorio.³ Sin embargo como se verá más adelante, los mismos constituyen los más importantes y representativos del sistema.

La gráfica N° 5.1 muestra la participación porcentual de la cartera de los bancos como fracción del total de la cartera del sistema.

Como se aprecia, cinco bancos presentan los niveles más altos de cartera promedio. Estos son: Banco de Crédito, Banco Industrial, Banco Mercantil, Banco Nacional de Bolivia y Banco de Santa Cruz. En promedio, durante el periodo trimestral 2001-2005, sus operaciones de cartera constituyeron el 70% del total. Esto a primera vista nos muestra que existe un grado de concentración importante en el sistema.

Es necesario hacer notar también que la participación en el mercado de préstamos de estos bancos presenta un comportamiento más o menos sostenido en el tiempo, con la excepción del Banco Santa Cruz, cuya participación muestra un notorio declive durante estos últimos años, reflejando tal vez, el comienzo de una complicada situación económico-financiera.

GRÁFICA N° 5.1
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS BANCOS EN LA CARTERA TOTAL DEL SISTEMA BANCARIO



FUENTE: Elaboración propia a partir de boletines estadísticos mensuales de la SBEF.

Cartera total = cartera vigente + cartera vencida + cartera en ejecución

Si ordenamos las participaciones promedio que tuvieron todos los bancos del sistema durante el periodo de investigación tenemos el orden de importancia de la tabla 5.1.

El Banco Nacional de Bolivia presenta la cartera con mayor participación promedio en el sistema. Poco más 16% del total, seguido del Banco Industrial cerca de 16% y el Banco Mercantil con un 14%. Se aprecia claramente la hegemonía de los cinco primeros sobre el resto en las operaciones de cartera.

TABLA N° 5.1
PARTICIPACIÓN PROMEDIO EN LA CARTERA DEL SISTEMA BANCARIO
Periodo trimestral 2001-2005

BANCOS	PROMEDIO
BNB	16,12
BIS	15,83
BME	14,10
BCR	12,79
BSC	11,00
BUN	9,36
BEC	6,87
BGA	5,25
OTROS	8,67

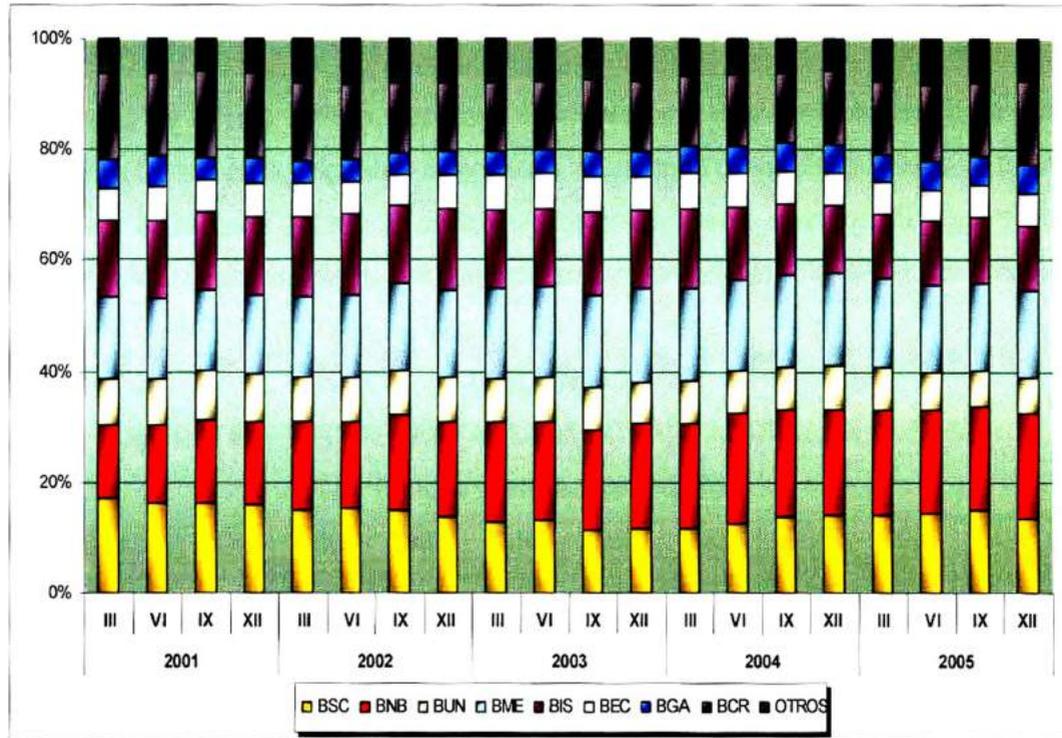
FUENTE: Elaboración propia a partir de la información de la gráfica N° 5.1.

5.2. PARTICIPACIÓN Y CONCENTRACIÓN EN EL MERCADO DE DEPÓSITOS.

De igual forma, tomando en cuenta las operaciones pasivas de los bancos del sistema, que tienen que ver fundamentalmente con los ahorros captados, se tiene que los depósitos en el sistema bancario también se encuentran concentrados en cinco bancos, que curiosamente, son los mismos (gráfica N° 5.2). Sin embargo, a diferencia de la participación en las colocaciones, se aprecia un nivel mayor de variabilidad para el Banco Nacional de Bolivia, Banco Industrial y para el Banco Santa Cruz. El resto parece presentar una participación relativamente estable en el tiempo. Esta variabilidad podría explicarse principalmente por los episodios de inestabilidad política y social vividos en los últimos años que ya fueron mencionados y que claramente afectaron más a estos bancos.

Como se observa en la gráfica y más claramente en la tabla N° 5.2, los cinco bancos anteriormente mencionados poseen absoluta superioridad en relación al resto en la participación de los depósitos del sistema. El Banco Nacional de Bolivia también se sitúa en el primer lugar en el mercado de captaciones, representando sus depósitos casi el 18% del total.

GRÁFICA N° 5.2
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS BANCOS EN LOS DEPÓSITOS DEL SISTEMA BANCARIO



FUENTE: Elaboración propia a partir de boletines estadísticos mensuales de la SBEF.
 Depósitos en cuenta corriente, caja de ahorros y plazo fijo.

TABLA N° 5.2
PARTICIPACIÓN PROMEDIO EN LOS DEPÓSITOS DEL SISTEMA BANCARIO

Periodo trimestral 2 1 2 5

BANCOS	PROMEDIO
BNB	17,43
BME	15,62
BSC	14,17
BIS	13,58
BCR	13,51
BUN	7,76
BEC	6,00
BGA	4,73
OTROS	7,20

FUENTE: Elaboración propia a partir de la información de la gráfica N° 5.2.

A manera de conclusión, se constata la existencia de concentración en la banca boliviana, tanto en actividades pasivas como activas, misma que podría explicar en parte las condiciones de financiamiento no tan accesibles que ofrece este sistema.

5.3. LAS TASAS DE INTERÉS EN EL SISTEMA BANCARIO.

5.3.1. Tasas de interés activas. Las tasas de interés para préstamos han tendido a disminuir durante estos últimos años,⁴ siguiendo la tendencia de las tasas de interés mundiales de referencia. Sin embargo estas tasas todavía presentan niveles relativamente elevados. El siguiente cuadro resume, en unos cuantos indicadores estadísticos, su comportamiento en el Sistema Bancario.

TABLA N° 5.3
COMPORTAMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EN LA BANCA
Periodo trimestral 2001-2005

ESTADÍSTICOS	BSC	BNB	BUN	BME	BIS	BEC	BGA	BCR
Promedio	0,1049	0,1106	0,1340	0,1018	0,1150	0,1272	0,1237	0,0895
Desvío Estándar	0,0269	0,0227	0,0293	0,0227	0,0145	0,0273	0,0256	0,0268
Variabilidad	0,2563	0,2056	0,2185	0,2229	0,1259	0,2150	0,2066	0,3000
Máximo	0,1634	0,1499	0,1940	0,1558	0,1389	0,1798	0,1678	0,1477
Mínimo	0,0722	0,0681	0,0912	0,0752	0,0884	0,0691	0,0825	0,0500

FUENTE: Elaboración propia a partir de boletines estadísticos mensuales de la SBEF
Tasa de interés activa para créditos comerciales.

La tasa de interés promedio más alta del periodo se registra en el Banco Unión 13%, seguido por el Banco Económico 12.7% y el Banco Ganadero 12.4%. En contraste, se aprecia que el Banco de Crédito fue el banco que cobró la tasa de interés promedio para préstamos más baja 9%, seguido del Banco Mercantil con 10.2% y el Banco de Santa Cruz 10.5%.

Resulta interesante hacer notar que aquellos bancos que se determinaron son los más importantes del sistema ofrecen las tasas de interés más bajas. Al parecer existe cierta correlación negativa entre nivel de participación en el negocio bancario y nivel de tasas de interés para créditos.

5.3.2. Tasas de interés pasivas. Las tasas de interés pasivas del sistema han presentado un comportamiento bastante correlacionado con sus similares para préstamos. Se calcularon también

algunos estadísticos con el fin de capturar lo esencial de su comportamiento para cada institución durante el periodo de tiempo analizado.

TABLA N° 5.4
COMPORTAMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS PASIVAS EN LA BANCA
Periodo trimestral 2001-2005

ESTADÍSTICOS	BSC	BNB	BUN	BME	BIS	BEC	BGA	BCR
Promedio	0,0262	0,0401	0,0465	0,0332	0,0313	0,0480	0,0470	0,0333
Desvío Estándar	0,0122	0,0144	0,0173	0,0147	0,0118	0,0159	0,0144	0,0109
Variabilidad	0,4640	0,3578	0,3719	0,4425	0,3774	0,3301	0,3068	0,3265
Máximo	0,0475	0,0787	0,0913	0,0679	0,0649	0,0877	0,0765	0,0587
Mínimo	0,0105	0,0242	0,0297	0,0179	0,0140	0,0308	0,0322	0,0150

FUENTE: Elaboración propia a partir de boletines estadísticos mensuales de la SBEF

Tasa de interés pasiva promedio para DPF's a 180 y 360 días. En el caso de no existir tales DPF's, se calculó el promedio de las tasas de los DPF's existentes.

El Banco Económico ofreció, la tasa de interés promedio para depósitos más alta del periodo trimestral 2001-2005, 4.8%. Le continúan el Banco Ganadero con 4.7% y el Banco Unión con 4.6%. En oposición el Banco Santa Cruz presenta la tasa de interés pasiva más baja del periodo 2.6%, seguido del Banco Industrial con 3.13% y los bancos Mercantil y de Crédito con una tasa promedio aproximada del 3.3%.

Otra regularidad empírica encontrada es que aquellos bancos con una participación relativamente escasa en el Sistema Bancario presentan tasas de interés pasivas más altas en relación con aquellos bancos mejor situados. Esto se explicaría posiblemente debido a que su débil situación en pasivos implica ofrecer al público intereses más atractivos que mejoren sus captaciones de fondos necesarios para realizar sus respectivas actividades. Además se constata que estas tasas son efectivamente cubiertas con tasas activas más altas, que son precisamente las registradas por estos bancos. Por lo tanto a menor nivel de participación, mayor el nivel de tasas para depósitos ofrecidas.

Finalmente se aprecia un nivel de variabilidad de las tasas pasivas mucho mayor al de las tasas activas lo que permite advertir la poca sensibilidad a la coyuntura económica de éstas últimas y el mejor ajuste a ese escenario de las primeras.

5.3.3. El Spread financiero en la banca. Con base a las cifras anteriormente mostradas, se calcularon los spreads correspondientes a cada banco, para fines analíticos. La siguiente tabla muestra los resultados.

TABLA N° 5.5
SPREAD FINANCIERO PROMEDIO REGISTRADO POR LOS OCHO BANCOS MÁS
REPRESENTATIVOS DEL SISTEMA
Periodo trimestral 2001-2005

BSC	BNB	BUN	BME	BIS	BEC	BGA	BCR
0,0787	0,0705	0,0875	0,0686	0,0837	0,0791	0,0768	0,0562

Como se observa, los spreads registrados por los bancos han sido significativos, siendo el Banco de Crédito la institución que ha trabajado con el menor spread promedio del sistema. En cambio el Banco Unión constituyó la institución de intermediación financiera que registró el mayor spread promedio en el periodo trimestral estudiado.

En general no se observa una relación clara entre niveles de spread y participación en el negocio. Se constata, sin embargo, que con la excepción del Banco de Crédito, la mayor parte de los bancos trabaja con spreads elevados, lo que en cierta forma manifiesta que el costo de financiamiento en la banca es alto.

5.4. LAS OPERACIONES DE LARGO PLAZO EN EL SISTEMA BANCARIO.

El plazo es un elemento esencial en cualquier proceso crediticio, influye de gran forma en la probabilidad de repago de un préstamo. También afecta al programa de pagos del crédito, a los ingresos de la institución financiadora y a los costos de financiamiento del prestatario. Mientras más se ajuste esta variable a las necesidades de la empresa, será más fácil para la misma cargar con el préstamo y la amortización puntual y completa se asegurará. ⁵

Se reunió información estadística referente a la cartera de largo plazo que presentan los bancos analizados hasta el momento. Específicamente se analiza la participación de dicha cartera en la cartera total de cada banco.

TABLA N° 5.6
PARTICIPACIÓN PROMEDIO DE LA CARTERA DE LARGO PLAZO EN LA CARTERA TOTAL
Periodo trimestral 2001-2005

ESTADÍSTICOS	BSC	BNB	BUN	BME	BIS	BEC	BGA	BCR
Promedio	0,3880	0,5329	0,5201	0,5015	0,4589	0,4994	0,4343	0,3569
Desvío Estándar	0,0472	0,0898	0,0944	0,0421	0,0539	0,0439	0,0532	0,0477
Variabilidad	0,1216	0,1684	0,1815	0,0839	0,1175	0,0880	0,1224	0,1336
Máximo	0,4597	0,6247	0,6312	0,5528	0,5157	0,5470	0,5133	0,4347
Mínimo	0,3249	0,3482	0,3036	0,4091	0,3380	0,3963	0,3246	0,3031

FUENTE: Elaboración propia a partir de boletines estadísticos mensuales de la SBEF

Tomando en cuenta la cartera por plazos de cada banco, se tiene que el Banco Nacional de Bolivia fue el banco que en promedio prestó más a largo plazo, seguido por el Banco Unión y el Banco Mercantil. Respectivamente, sus carteras de largo plazo representaron 53.3%, 52% y 50% de sus carteras totales.

En cambio el Banco de Crédito constituyó el banco cuya cartera de largo plazo fue la menor del sistema con tan solo 35.7%, seguido del Banco Santa Cruz con 39% y finalmente el Banco Ganadero con 43%.

Interesante hacer notar que a pesar de que el Banco de Crédito es el banco con la tasa de interés activa promedio más baja del sistema, su cartera de largo plazo promedio es bastante menor en relación a la de los demás bancos, presentando una tendencia positiva durante los últimos trimestres. (Anexo 1, tabla N° 3)

Los datos presentados dan cuenta de que la cartera de largo plazo en la banca ha cobrado una importancia notoria durante los últimos años y en algunas instituciones ha superado el 60% de la cartera total. (Casos BNB y BUN, anexo 1, tabla N° 3)

Sin embargo un análisis más detallado de la misma resalta el hecho de que una proporción menor de los sectores económicos financiados reciben financiamiento de largo plazo. Es decir, si tomamos en cuenta la cantidad de sectores económicos financiados con créditos de largo plazo como proporción del total de sectores con los que trabaja la institución, tendríamos los siguientes resultados.

TABLA N° 5.7
PARTICIPACIÓN PROMEDIO DE SECTORES MAYORMENTE FINANCIADOS CON CRÉDITOS
DE LARGO PLAZO
Periodo trimestral 2001-2005

BANCOS	%
BEC	56,9
BGA	46,5
BIS	39,9
BME	39,9
BCR	37,3
BNB	33,4
BSC	28,5
BUN	22,8

FUENTE: Promedios calculados a partir de la tabla N° 4 del anexo N° 1.

Estas cifras se obtuvieron de la siguiente manera. Se observó la cartera clasificada por destino del crédito y plazo de cada banco. Se cuantificó la cantidad de sectores económicos financiados por cada institución. De ese total se calculó la cantidad de sectores mayormente financiados con créditos de largo plazo y se dividió entre el total de sectores. Esto se realizó para cada año del periodo utilizado y el promedio es el que figura en la tabla N° 5.7. A continuación se ordenó la misma de mayor a menor.⁶

Tomando en cuenta lo anterior, se observa que en promedio más del 50% de los sectores económicos con los que trabaja el Banco Económico, se benefician mayormente con créditos de largo plazo. El Banco Ganadero benefició en promedio a 46.5% de sus clientes con este tipo de financiamiento. Finalmente continúan el Banco Industrial y el Banco Mercantil ambos con 40%. A la inversa, los bancos que en promedio financiaron menor cantidad de sectores económicos con

préstamos de largo plazo fueron Banco Unión 23%, Banco Santa Cruz 28% y Banco Nacional de Bolivia con 33%.

Si solo se toma en cuenta la cartera estratificada por plazos de cada banco, los resultados pueden ser algo engañosos. La tabla N° 5.6 muestra que el Banco Nacional de Bolivia constituye el banco con la cartera de largo plazo más grande del sistema. Sin embargo, realizando un análisis de los créditos por sector económico, se tiene que este banco está entre los tres últimos, denotando que a pesar de que el tamaño de su cartera de largo plazo es grande, 67% de sus sectores clientes han recibido financiamiento de corto y mediano plazo especialmente. Un análisis similar puede aplicarse para las demás instituciones, como el Banco Unión que muestra las mismas características.

Resulta interesante hacer notar que si bien aquellos bancos de participación considerable en el sistema presentan carteras de largo plazo importantes, esta importancia en el financiamiento de largo plazo disminuye a la hora de investigar la cantidad de sectores económicos que son financiados con este tipo de créditos.

5.5. LAS GARANTÍAS REALES EN EL SISTEMA BANCARIO.

En el capítulo introductorio se denotó la importancia que las garantías reales tienen en la intermediación financiera de la banca boliviana. En este acápite, esta situación se corrobora pero mediante una indagación en cada una de las instituciones más importantes del sistema. La tabla 5.8 resume los resultados encontrados.

Como ilustra la misma, la garantía real es ampliamente utilizada por el sistema superando en promedio el 66% del total de garantías utilizadas en todas las instituciones. Este tipo de garantía ha sido más utilizada por el Banco Ganadero con casi 80%, seguido del Banco Mercantil 77% y el Banco Unión con 74%. El Banco Económico fue la institución que en promedio utilizó menos las garantías reales. En promedio su cartera garantizada de esta forma fue de 58%, seguido del Banco de Crédito 62% y el Banco Santa Cruz con 67%, cifras que son realmente ilustrativas.

TABLA N° 5.8
CARTERA RESPALDADA CON GARANTÍAS REALES EN PROPORCIÓN A LA CARTERA
TOTAL DE CADA INSTITUCIÓN
Periodo trimestral 2001-2005

ESTADÍSTICOS	BSC	BNB	BUN	BME	BIS	BEC	BGA	BCR
Promedio	0,6695	0,6892	0,7380	0,7702	0,7170	0,5832	0,7875	0,6168
Desvío Estándar	0,0808	0,0795	0,0330	0,0375	0,0826	0,0873	0,0661	0,0628
Variabilidad	0,1207	0,1154	0,0447	0,0487	0,1151	0,1497	0,0840	0,1018
Máximo	0,7682	0,7819	0,7947	0,8202	0,7934	0,8061	0,9001	0,7082
Mínimo	0,4620	0,5999	0,6315	0,6770	0,5171	0,4609	0,6977	0,4884

FUENTE: Elaboración propia a partir de boletines estadísticos mensuales de la SBEF

La poca utilización por parte del Banco Económico de garantías reales, se debe fundamentalmente a que se observa un importante uso de garantías como ser DPF's pignorados a favor de la institución, garantías de otras entidades financieras y garantías personales. Este tipo de garantías denotan formas alternativas de garantizar un crédito. Sin embargo durante los últimos años el uso de la garantía real cobró mayor importancia en este banco, equiparándose al de las demás instituciones bancarias. (Anexo 1, tabla N° 5)

5.6. EL NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA BANCARIO.

La eficiencia con la que un banco realiza sus actividades, repercute directamente sobre su nivel de costos y por lo tanto sobre su nivel de utilidades y a través de ésta última en su rentabilidad. Pero el nivel de eficiencia con que se desenvuelven las instituciones bancarias no sólo les afecta a ellas mismas. Tomando en cuenta la teoría económica, resaltan dos tipos de eficiencia: eficiencia distributiva y eficiencia productiva. El primero tiene que ver con la capacidad de las instituciones financieras de dirigir recursos a los usos socialmente más productivos, incidiendo de esta forma en la convergencia de las tasas internas de retorno de las inversiones en los diferentes sectores económicos. El segundo se refiere a la capacidad de éstas para proporcionar recursos al menor costo posible. Desde estos dos canales, los intermediarios financieros pueden financiar el crecimiento y desarrollo económicos.

5.6.1 Eficiencia en el manejo de la cartera. Utilizando el ratio financiero: gastos administrativos/(cartera + contingente); se aproxima el concepto de eficiencia de la gestión de la cartera. Dicho ratio nos muestra el gasto de administración como proporción de la cartera bruta manejada por cada institución. Mientras más cercano a cero el cociente, se verifica un mayor nivel de eficiencia y viceversa.

La tabla N° 5.9, muestra el promedio obtenido de este indicador financiero para cada institución, durante el periodo de tiempo analizado. Como se observa, el Banco Industrial presenta el nivel de eficiencia en la gestión de cartera más alto del sistema. En promedio sus costos de administración constituyeron tan solo 3.5% de su cartera total. En segundo lugar se tiene al Banco Económico con 4% y finalmente el Banco Nacional de Bolivia con 4.1%.

Hay que tomar en cuenta que el Banco de Crédito alcanzó el mayor nivel de eficiencia en la gestión de cartera utilizando recursos equivalentes a tan solo 2.1% de la misma en el primer trimestre del año 2001. En cambio el nivel más deficiente del sistema se registró para el mismo banco durante el primer trimestre del año 2005, con 6.8%. (Anexo 1, tabla N° 6)

TABLA N° 5.9
EFICIENCIA EN LA ADMINISTRACIÓN DE LA CARTERA
Periodo trimestral 2001-2005

ESTADÍSTICOS	BSC	BNB	BUN	BME	BIS	BEC	BGA	BCR
Promedio	0,0521	0,0410	0,0521	0,0529	0,0352	0,0401	0,0450	0,0580
Desvío Estándar	0,0061	0,0034	0,0102	0,0044	0,0042	0,0061	0,0058	0,0102
Variabilidad	0,1178	0,0828	0,1956	0,0835	0,1192	0,1524	0,1293	0,1750
Máximo	0,0602	0,0437	0,0619	0,0560	0,0402	0,0593	0,0591	0,0679
Mínimo	0,0348	0,0278	0,0325	0,0357	0,0210	0,0292	0,0376	0,0208

FUENTE: Elaboración propia a partir de boletines estadísticos mensuales de la SBEF

5.6.2. Eficiencia en la administración de los depósitos. Realizar una óptima gestión de los depósitos constituye una tarea esencial para cualquier institución bancaria. El menor foco de inestabilidad puede provocar movimientos importantes en esta variable, influyendo tremendamente en la disponibilidad de recursos para la intermediación. Además puesto que los depósitos

representan una parte fundamental de la riqueza de la sociedad, su manejo eficiente resulta una tarea crucial que no solo afecta al banco.

Utilizando un ratio parecido: gastos administrativos/depósitos, se evalúa la eficiencia con que se gestionan los depósitos en la banca. La tabla N° 5.10 muestra este análisis. El Banco Nacional de Bolivia registró en promedio el mayor nivel de eficiencia en la gestión de depósitos utilizando recursos equivalentes a 4.4% de los mismos. Le siguen el Banco Industrial con 5% y el Banco Mercantil con 5.3%.

TABLA N° 5.10
EFICIENCIA EN LA ADMINISTRACIÓN DE LOS DEPÓSITOS
Periodo trimestral 2001-2005

ESTADÍSTICOS	BSC	BNB	BUN	BME	BIS	BEC	BGA	BCR
Promedio	0,0528	0,0441	0,0734	0,0526	0,0508	0,0541	0,0597	0,0665
Desvío Estándar	0,0055	0,0034	0,0138	0,0044	0,0070	0,0058	0,0058	0,0122
Variabilidad	0,1037	0,0769	0,1876	0,0832	0,1375	0,1072	0,0967	0,1832
Máximo	0,0637	0,0479	0,0859	0,0579	0,0613	0,0635	0,0694	0,0810
Mínimo	0,0377	0,0319	0,0455	0,0369	0,0308	0,0394	0,0419	0,0244

FUENTE: Elaboración propia a partir de boletines estadísticos mensuales de la SBEF

A continuación se resumen los resultados encontrados hasta el momento, referentes al nivel de eficiencia o productividad con que los bancos del sistema boliviano han administrado sus activos y sus pasivos durante los años 2001 al 2005.

TABLA N° 5.11
RESUMEN DEL LOS NIVELES DE EFICIENCIA PROMEDIO EN LA INTERMEDIACIÓN
Periodo trimestral 2001-2005

N°	BANCOS	CARTERA	BANCOS	DEPÓSITOS
1°	BIS	0,0352	BNB	0,0441
2°	BEC	0,0401	BIS	0,0508
3°	BNB	0,0410	BME	0,0526
4°	BGA	0,0450	BSC	0,0528
5°	BSC	0,0521	BEC	0,0541
6°	BUN	0,0521	BGA	0,0597
7°	BME	0,0529	BCR	0,0665
8°	BCR	0,0580	BUN	0,0734

Según los resultados obtenidos el Banco Industrial y el Banco Nacional de Bolivia, gestionan de forma más eficiente tanto su cartera como sus depósitos, ya que se ubican entre los tres primeros lugares en la gestión de estas variables. Resulta atrayente observar que el Banco Económico, un banco con poca participación en el mercado, presente uno de los niveles de eficiencia en la gestión de cartera más alto del sistema. También es preciso hacer notar que el Banco de Crédito, un banco con una participación muy importante en el mercado, posee un nivel de eficiencia en la gestión de cartera y depósitos que se ubican entre los últimos.

REFERENCIAS

¹ FUENTE: Artículo: "Buitres financieros, a la caza de depósitos" Periódico Nueva Economía N° 638, en base a información de la SBEF.

² El anexo N° 1 contiene la información utilizada para generar todas las tablas del presente capítulo.

³ El análisis incluye separadamente a los Bancos Mercantil y Santa Cruz, ya que para el periodo de estudio la fusión todavía no se había concretado. Los datos estadísticos de ambas instituciones comienzan a figurar como una sola recién a partir de diciembre del año 2006.

⁴ En el capítulo introductorio se observó esta clara tendencia tomando en cuenta la tasa de interés activa efectiva promedio ponderada de todo el Sistema Bancario.

⁵ Es importante resaltar que el plazo de un crédito debe guardar plena correlación con el ciclo económico de la empresa financiada. De esta forma se asegura que cuando llegue el momento de la amortización, la empresa haya generado el suficiente flujo de efectivo para cubrir la deuda. Los créditos para capital de trabajo, que generalmente son de corto plazo, tienen en especial que cumplir este criterio racional. Sin embargo la necesidad de financiamiento para capital de inversión, que tiene que ver con la compra de activos fijos que incrementan la capacidad productiva de las empresas, por lo general implica plazos más largos. Este tipo de inversión, al contrario de la inversión en capital de trabajo, no genera ingresos inmediatos a la empresa, su impacto se percibe durante periodos de tiempo más prolongados. Por lo tanto, los créditos destinados a capital de inversión no se ajustan necesariamente al ciclo económico del prestatario y es en este escenario en el que el financiamiento de largo plazo cobra crucial importancia.

⁶ Los boletines mensuales de la SBEF, en su información sobre la cartera de los bancos poseen un sector en el que se clasifica la cartera de los bancos por plazo y destino del crédito. Los valores se calcularon tomando en cuenta esta información y su metodología de cálculo se explica en el anexo N° 2.

CAPÍTULO N° 6

PROPUESTA DE UN INDICADOR COMO MEDICIÓN APROXIMADA DE LAS CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO

El concepto de “Condiciones de financiamiento” es cualitativo, especialmente si se lo toma como un todo, de tal manera que hace mención al conjunto de parámetros (ventajosos o desventajosos) que definen o caracterizan un préstamo cualquiera. Si bien esta característica cualitativa tiende a cambiar hacia un concepto más numérico al mencionar tasas de interés, plazos, etc.; para ello sufre un necesario proceso de des-estructuración, es decir, es necesario tocar cada elemento que lo compone por separado. Esto implica por consiguiente que el concepto de condiciones de financiamiento en general, desde una óptica agregada o conformada por todos estos elementos posee una esencia cualitativa, que de por sí no es medible, pero puede caracterizarse con afirmaciones como ser: malas condiciones de financiamiento, condiciones de financiamiento ventajosas, condiciones de financiamiento poco accesibles, etc.

En la medida en que esta variable se establezca de forma tal que se adecue a los requerimientos y los ingresos esperados de un proyecto de inversión o al proyecto de una empresa en marcha, la probabilidad de amortizar puntual y completamente el crédito contraído aumentará también de forma importante.

Hasta el momento se han tomado en cuenta 3 elementos para conformar el concepto de “Condiciones de financiamiento”: Tasa de interés activa del crédito, plazo concedido y garantía exigida. Sin embargo estos no son los únicos, existen otros elementos que también afectan la calidad de las condiciones de otorgamiento de un crédito. Entre los más usuales podemos nombrar:

- ✚ Tiempo de aprobación del crédito

- ✚ Avales comprometidos, además de la garantía

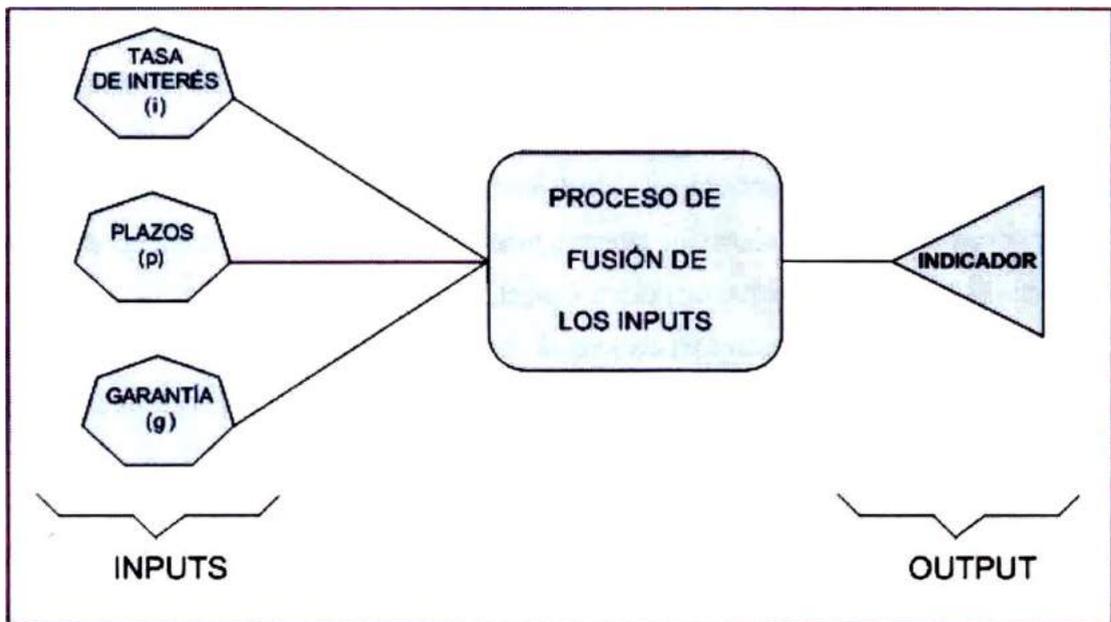
- ✚ Restricciones de destino del crédito

📌 Pago extra de formularios

📌 Programa de pagos en función del ciclo económico de la empresa, etc.

Si bien estos factores también conforman el conjunto de condiciones de financiamiento, la falta de información estadística referente a su comportamiento no permite tomarlos en cuenta plenamente. Pero confiando que en general la tasa de interés, el plazo y la garantía constituyen los elementos más característicos y comunes en la actividad de financiamiento, se pasa a detallar la construcción de un indicador que los engloba o agrega, arrojando un valor numérico final que operacionaliza o cuantifica las condiciones de financiamiento. El mismo, como se mencionó al principio, se denominará NFC (Nivel de Facilidad Crediticia), ya que efectivamente aproximará de forma cuantitativa la facilidad con la que se puede acceder a un crédito ofrecido por una institución bancaria cualquiera, dados los parámetros de tasa, plazo y garantía.¹

GRÁFICA N° 6.1
PROCESO DE GENERACIÓN DEL INDICADOR



La gráfica 6.1 ilustra el proceso de estructuración de dicho “**indicador compuesto**” que utiliza los insumos (o inputs) citados anteriormente y cuyo producto final (output) es un resultado numérico que contiene información del comportamiento de cada uno de estos. A partir de esta variable se intenta aproximar las condiciones de financiamiento ofrecidas por la Banca en términos de cuan ventajosas o desventajosas son para los demandantes de crédito en un momento determinado del tiempo.

6.1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES INSUMO.

Para el diseño del indicador es necesario operacionalizar las variables que constituirán su materia prima de forma tal que las mismas puedan reflejarse en cifras. Dicha tarea se realiza y explica a continuación.

El indicador tendrá 3 componentes, cada uno de los cuales contendrá a la tasa de interés para préstamos, el plazo y el tipo de garantía utilizada. Estos son: componente de costo financiero, componente de vencimiento y componente de garantía.

El **componente costo financiero** contiene a la **tasa de interés activa efectiva** que se registra en las operaciones de crédito cotidianas de la Banca. El **componente vencimiento** trabaja con el plazo, resaltando la cartera bancaria mayor a 5 años. Por lo tanto la variable plazo se operacionalizará utilizando la participación porcentual de los créditos de largo plazo en la cartera por plazos de la banca. Finalmente el **componente garantía** utilizará la variable **garantías requeridas**, que se operacionalizará tomando en cuenta la participación porcentual de las garantías reales y más específicamente la participación porcentual de la garantía hipotecaria y prendaria en la cartera por tipo de garantías del Sistema Bancario. Se utilizará la siguiente nomenclatura:

Tasa de interés activa efectiva. **(i)**

Participación porcentual de los créditos de largo plazo. **(p)**

Participación porcentual de las garantías reales. **(g)**

El indicador tiene que estar diseñado de forma tal que:

- 1) Incrementos de la **tasa de interés activa efectiva** del Sistema Bancario provoquen disminuciones en el valor del NFC y viceversa.
- 2) Incrementos de la participación porcentual de los **créditos de largo plazo** en la cartera del Sistema Bancario, provoquen incrementos también del valor del NFC y viceversa.²
- 3) Finalmente, incrementos de la participación porcentual de las **garantías reales** en la cartera del Sistema Bancario induzcan disminuciones del valor del NFC y viceversa.³

Tomando en cuenta que el NFC aproxima (cuantitativamente) las condiciones del financiamiento de la Banca a la hora de conceder créditos, el anterior análisis lógico trae consigo implícitamente el razonamiento de que un aumento de la tasa de interés activa efectiva, una disminución de la participación porcentual de los créditos de largo plazo y un aumento de la participación porcentual de las garantías reales; reflejan paralelamente un deterioro de las condiciones de financiamiento. Por el contrario una disminución de la tasa de interés activa efectiva, un aumento de la participación porcentual de los créditos de largo plazo y una caída del peso de las garantías reales; reflejan simultáneamente una mejora en las condiciones de financiamiento ofrecidas. Estas dos proposiciones constituyen los supuestos en los que se basa el diseño del indicador.

Por lo tanto, dada la operacionalización, hasta el momento el NFC constituye un indicador que muestra el comportamiento de la tasa de interés activa efectiva, el peso relativo de los créditos de largo plazo y la importancia que las garantías reales tienen en el financiamiento bancario, todo de forma simultánea.

6.1.1. El componente costo financiero. Como se mencionó anteriormente, este componente utilizará la tasa de interés que se cobra por el préstamo ya que constituye el principal costo financiero del mismo. Sin embargo no será el único elemento. Se propone la utilización de una **tasa de interés referencial**, que permitirá realizar una comparación permanente.

Esta tasa de interés referencial constituye una tasa de interés que se supone refleja un comportamiento eficiente del sistema en el que se genera. Puede utilizarse tasas internacionales de

mercados de crédito más competitivos o simplemente, en el caso de contar con la información necesaria, la tasa de interés de equilibrio de mercado estimada para este sector. Se utilizará una función matemática que penalizará el incremento de la diferencia entre estas dos tasas y a la inversa en el caso de que disminuya. Es decir, en la medida en que la tasa de interés activa registrada se aleje de la tasa referencial, el valor del componente costo financiero (que oscila entre 0 y 1) caerá, aportando en una menor cuantía al indicador y haciéndolo, por lo tanto, caer (si los demás elementos se mantienen constantes o con poca variación). De esta forma incrementos en la tasa de interés para préstamos, en relación a una tasa de interés referencial, reflejarán un deterioro en las condiciones de financiamiento. A continuación se presenta la función utilizada para este fin.

$$\text{Componente costo financiero} = \sqrt{\left[1 - (i - i_f)^{\frac{2}{3}}\right]^3} \quad (1)$$

La expresión muestra una función no lineal de la diferencia entre la tasa activa (i) y la tasa referencial (i_f). La pendiente de esta función representa la variación porcentual que sufre el componente financiero cuando la diferencia entre las tasas de interés se incrementa en una unidad porcentual. Evidentemente por el criterio utilizado dicha pendiente presenta un valor negativo debido a que se establece una relación inversa entre el valor de la diferencia y el valor del componente financiero. Es decir, a medida que la tasa de interés para préstamos se acerque o tienda al valor de la tasa de interés referencial utilizada (la diferencia disminuye) el valor del componente costo financiero aumentará, incrementando también el valor del indicador NFC. A la inversa, cuando la tasa de interés para préstamos se aleje de la tasa de interés referencial (la diferencia aumenta) el valor del componente costo financiero disminuirá, haciendo caer también al indicador de condiciones de financiamiento NFC.

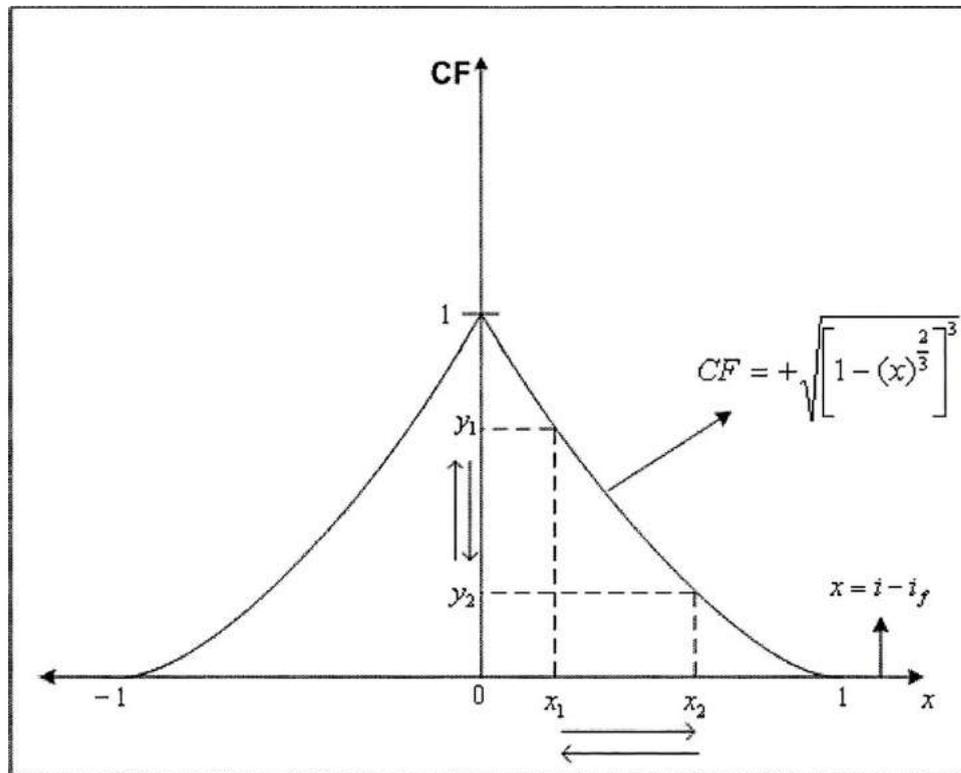
La pendiente de la función 1 está dada por la siguiente expresión.

$$m_{CF} = -\frac{\sqrt{1 - (i - i_f)^{\frac{2}{3}}}}{(i - i_f)^{\frac{1}{3}}}$$

Esta pendiente representa la penalización (por la relación inversa) que sufre el valor del componente costo financiero cuando la diferencia entre las tasas de interés se incrementa.

Para entender un poco más el comportamiento de la función, a continuación se muestra la gráfica que genera.

GRÁFICA N° 6.2
FUNCIÓN MATEMÁTICA DEL COMPONENTE COSTO FINANCIERO



La gráfica muestra una función simétrica⁴ cuyo dominio es $D_f : x | x, -1 \leq x \leq 1$ y cuyo codominio es $C_f : y | y, 0 \leq y \leq 1$ ⁵. Si se toma en cuenta todos los posibles valores de la diferencia entre las tasas de interés (variable x en la gráfica) se podrá advertir que puede variar entre -1 (máximo valor negativo de la diferencia) y 1 (máximo valor positivo de la diferencia). Evidentemente se tendrán que tomar en cuenta los valores decimales de ambas tasas. Por ejemplo, si se utiliza una tasa de 9.5%, para fines de cálculo se trabajará con 0.095.

Tomando en cuenta que el componente costo financiero está constituido por la función analizada hasta el momento, el aporte que realizará al indicador será como máximo 1 y como mínimo 0. Por la estructura presentada, cuando la tasa de interés activa se aleje de la tasa de interés referencial el valor de la función disminuirá y por tanto dicho componente aportará menos al indicador haciéndolo también caer. En cambio cuando la tasa de interés registrada en la banca se aproxime a la tasa de interés referencial, el valor de la función tenderá a 1, aportando al indicador en una mayor cuantía. Los casos extremos son claros, cuando no exista diferencia entre las tasas, dicho componente aportará con todo su valor al indicador y cuando la diferencia sea máxima el aporte será equivalente a cero.

6.1.2. El componente vencimiento. Como se mencionó, se utilizará la participación porcentual de la cartera de largo plazo en la cartera discriminada por plazos de la banca como variable principal de este componente. Sin embargo como se vio en la sección 1.4 del capítulo anterior, tomar en cuenta solo este elemento nos lleva a conclusiones un tanto erróneas. Puede existir un sector o unos cuantos que acaparen la mayor parte de las colocaciones (cartera) en una institución bancaria o en el sistema en general. Si éste es especialmente de largo plazo, se estará reflejando solo el aumento del financiamiento de largo plazo para este sector, no sabiendo cómo marchan los plazos del financiamiento que recibe el resto de los sectores económicos. Por ello se propone utilizar “factores” a partir de los cuales se calcularon los promedios de la tabla N° 6.7 del capítulo 5, como complemento del componente vencimiento.⁶

Por lo tanto el componente vencimiento tendría la siguiente estructura:

$$\text{Componente vencimiento} = p \cdot f$$

$$\text{Componente vencimiento} = p \cdot \frac{N^{\circ} \text{ Sectores}}{\text{Total}} \quad \boxed{2}$$

Donde:

p = Participación porcentual de la cartera de largo plazo en la cartera total estratificada por plazos.

f = Factor (cociente entre las variables explicadas más abajo)

N° Sectores = Número de sectores mayormente financiados con créditos de largo plazo.⁷

Total = Número total de sectores económicos financiados.

Por lo tanto el componente vencimiento no solo expresará el peso de la cartera de largo plazo en la cartera total, también mostrará la evolución del financiamiento de largo plazo por sector económico financiado. El factor nos permitirá evaluar qué porcentaje de los sectores económicos reciben en su mayoría créditos de largo plazo y cuales de corto y mediano plazo.

La expresión 2 puede analizarse como sigue. Ambos componentes $Cart(p)$ y N° Sectores/Total, son porcentajes y sus valores oscilarán entre 0 y 1. Por tanto el componente vencimiento tendrá el valor 1 cuando toda la cartera sea de largo plazo y cuando el 100% de los sectores económicos sean financiados con créditos de largo plazo. En cambio será 0 cuando no exista cartera de largo plazo y todos los sectores económicos reciban créditos de corto y mediano plazo. En concordancia con esto, el componente vencimiento aportará al indicador haciéndolo crecer o decrecer, según la situación que registre el financiamiento de largo plazo de la banca.

6.1.3. El componente garantía. Este componente constituye el más simple del indicador ya que únicamente utilizará la variable participación porcentual de las garantías reales (g) en la cartera discriminada por tipo de garantías.

$$\text{Componente garantía} = g \quad \boxed{3}$$

Sin embargo su posición en el indicador obedecerá al análisis hecho en la sección de operacionalización de las variables, a través de la tercera proposición. Es decir, en la medida en que la participación porcentual de la cartera garantizada con medios reales se incremente, las condiciones de financiamiento se deteriorarán reflejando un NFC menor y viceversa.

6.2. LÍMITES Y CARACTERÍSTICAS DEL NFC.

Hasta este momento se percibe claramente que un NFC mayor denota mejores condiciones de financiamiento y viceversa, pero los límites máximo y mínimo que este indicador podría presentar todavía no se han especificado. El rango de comportamiento del NFC se encontrará entre 0 y 1. Un