

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS ADMINISTRATIVAS**  
**PROGRAMA PROFECIONAL DE ECONOMÍA**



**“Calidad de Cartera de Créditos y su Incidencia en  
el Nivel de Riesgo de Crédito de BCP Sucursal  
Tacna”**

**Trabajo Informe presentado por el bachiller:**  
**JOHN FELIX PRIETO MARTINEZ**  
**Para Optar el título Profesional de:**  
**ECONOMISTA**

**AREQUIPA - PERÚ**  
**2013**

## DEDICATORIA

A DIOS, por todos los dones y bendiciones, y por darme la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Quiero agradecer también a mis padres: Felix, Juana, Pepe y María Teresa y personas muy llegadas a mí, ya que sin ustedes a mi lado no hubiera logrado esta culminación de mi profesión.

## INDICE

Dedicatoria	
Resumen	
Introducción	
	Página.
Capítulo I: Principales Labores Desarrolladas	01
1.1. Generalidades	01
1.2. Funcionario de Negocios	01
1.2.1. Objetivos	01
1.2.2. Línea de Autoridad	02
1.2.3. Relaciones	02
1.2.4. Funciones generales	02
1.2.5. Funciones específicas	03
Capítulo II : Planteamiento teórico	04
2.1. Marco histórico	04
2.1.1. Los modelos basados en la ponderación de factores de riesgo	04
2.1.2. Modelos de incumplimiento Credit Risk y Enfoque actuarial	06
2.1.3. Modelos de incumplimiento CreditMetrics	09
2.2. Marco conceptual	11
2.2.1. Riesgo	12
2.2.2. Proceso de administración de riesgos	14
2.2.3. Banco Internacional de pagos (BIS)	14
2.2.4. Comité de Basilea	14
2.2.5. Las funciones del Comité de Basilea	15
2.2.6. Nuevo acuerdo de capital y su objetivo	15
2.2.7. La importancia de Basilea II en el Perú	16
2.3. Fundamento teórico	17
2.3.1. La teoría de los riesgos	17
2.3.2. Teoría del portafolio	18
2.3.3. Riesgo y rendimiento en equilibrio	20
2.3.4. El modelo de mercado de valores	22
2.3.5. Características de Basilea I y riesgo crediticio	26

2.3.6. El nuevo acuerdo de Basilea II	27
2.3.7. Medición del riesgo de crédito en el marco de Basilea II	34
2.3.8. Métodos basados en modelos internos (IRB)	37
2.3.8.1. El Enfoque IRB Básico	39
2.3.8.2. El enfoque IRB avanzado	42
2.3.9. Metodologías para la estimación de probabilidad de incumplimiento y riesgo de crédito	44
2.3.9.1. Modelo Z-Score	46
2.3.9.2. Probabilidad de incumplimiento con tasa de recuperación Nula	48
2.3.9.3. Probabilidad de incumplimiento con tasa de recuperación Positiva.	49
2.3.9.4. Modelo de Merton para el cálculo de probabilidades de Incumplimiento de bonos corporativos	50
2.3.9.5. Matriz de transición de Markov y probabilidad de Incumplimiento.	51
2.3.9.6. Modelos de elección cualitativa	58
2.3.9.7. Modelo CreditMetrics	72
2.3.10. Modelo CyRCE	75
2.4. Marco Legal	90
 Capítulo III : El Problema	91
3.1. El problema de investigación	91
3.1.1. Definición del problema	92
3.1.1.1. Problema principal	92
3.1.1.2. Problemas específicos	92
3.2. Hipótesis y las variables	93
3.2.1. Hipótesis principal	93
3.2.2. Hipótesis específicas	94
3.2.2.1. Hipótesis específica 1	94
3.2.2.2. Hipótesis específica 2	94
3.2.2.3. Hipótesis específica 3	95
3.3. Finalidad e importancia de la investigación	95
3.4. Los objetivos de la investigación	96

3.4.1. Objetivo general	96
3.4.2. Objetivos específicos	96
3.4.2.1. Objetivo específico 1	96
3.4.2.2. Objetivo específico 2	96
3.4.2.3. Objetivo específico 3	96
 Capítulo IV: Metodología	 97
4.1. Método y diseño	97
4.2. Universo y muestra	98
4.3. Técnicas e instrumentos de investigación	100
 Capítulo V: Presentación y análisis de resultados	 109
5.1. Introducción	109
5.2. Exposición de resultados de la investigación	112
5.2.1. Resultados relativos a hipótesis específica 1	113
5.2.2. Resultados relativos a hipótesis específica 2	118
5.2.3. Resultados relativos a hipótesis específica 3	120
5.2.4. Resultados relativos a hipótesis general	123
 Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones	 129
6.1. Conclusiones	129
6.2. Recomendaciones	133
 Bibliografía	 134
Anexos	138
Anexo 1 : Determinación de la calidad de cartera de créditos	139
Anexo 2 . Simulación de Montecarlo PE y nivel de Riesgo de crédito	141

RESUMEN

Palabras claves: Probabilidad de incumplimiento, pérdida esperada, requerimiento de capital económico.

## INTRODUCCION

---

El trabajo informe desarrollado describe una de las actividades realizadas a cargo del Funcionario de Negocios del BCP – Oficina Tacna, versa sobre el tema de riesgo crediticio.

El Banco de Crédito - BCP con más de 120 años en la banca, llamado durante sus primeros 52 años Banco Italiano, inició sus actividades el 9 de abril de 1889, adoptando una política crediticia inspirada en los principios que habrían de guiar su comportamiento institucional en el futuro. El 01 de febrero de 1942, se acordó sustituir la antigua denominación social, por la de Banco de Crédito del Perú.

Así, el Banco Italiano, el primero en el país, cerró su eficiente labor después de haber obtenido los más altos resultados de la institución. Con el propósito de conseguir un mayor peso internacional, se instala sucursales en Nassau y en Nueva York, hecho que lo convirtió en el único Banco peruano presente en dos de las plazas financieras más importantes del mundo. La expansión de sus actividades creó la necesidad de una nueva sede para la dirección central. Con ese fin se construyó un edificio de 30,000 m<sup>2</sup>, aproximadamente, en el distrito de La Molina. Luego, con el objetivo de mejorar su servicio, estableció la Red Nacional de Tele Proceso, que a fines de 1988 conectaba casi todas las oficinas del país con el computador central de Lima; asimismo, crea la Cuenta Corriente y Libreta de Ahorro Nacional, e instala una extensa red de cajeros automáticos.

En 1993, se adquiere el Banco Popular de Bolivia, hoy Banco de Crédito de Bolivia. Un año más tarde, con el fin de brindar una atención aún más especializada, se creas Credifondo, una nueva empresa subsidiaria dedicada a la promoción de los fondos mutuos; en el año 1995 se estableció Credileasing, empresa dedicada a la promoción del arrendamiento financiero. La Institución cuenta con 346 Agencias, 1,526 cajeros automáticos, 5,400 Agentes BCP y 15,564 empleados; y bancos corresponsales en todo el mundo.

Antes de involucrarnos plenamente en el mundo de la metrología de riesgos financieros creemos que es necesario conocer la variable y el concepto de riesgo con el cual convivimos en el día a día en una institución financiera.

En términos muy simples existe riesgo en cualquier situación en que no sabemos con exactitud lo que ocurrirá en el futuro. En otras palabras el Riesgo es sinónimo de Incertidumbre, es la dificultad de poder predecir lo que ocurrirá. En general es importante conocer al riesgo en el ámbito financiero, ya que la mayoría de las decisiones financieras de importancia son en base a predecir el futuro y no se da en base a lo que se había previsto. Por eso las expresiones tan populares como tal vez, buena suerte, denotan situaciones de incertidumbre.

La medición del riesgo de crédito está muy relacionado a las agencias calificadoras de riesgo quiénes desarrollan el trabajo de medición mediante sus sistemas de calificación y los Bancos determinan la calidad de su cartera de créditos, porque la calidad de una cartera de créditos está relacionado a la propia cultura financiera de cada institución. Los sistemas de calificación internos difieren significativamente de un banco a otro, tanto en su operación como en la praxis de cada institución.

En una institución financiera, una alta presencia de probabilidad de incumplimiento de pagos por parte de los acreditados, dará como consecuencia que la institución tenga que enfrentar eventos como elevados requerimientos de capital por concepto de provisiones y sacrificio de la rentabilidad para sus accionistas.

Al respecto de la medición de riesgo crediticio, muchas personalidades como Edgard I. Altman en 1968, Merton entre otros y organizaciones como JP Morgan con el modelo CreditMetrics, KMV Corp. con su enfoque de activos contingentes, McKinsey con el modelo CreditPortfolio View, CSFP con el modelo CreditRisk, han dado su mejor esfuerzo cada uno con sus particularidades en proporcionar a las instituciones un modelo de medición de riesgo crediticio que mejor se adapte a sus necesidades internas.

Por otro lado, la Banca Corporativa Global, desde 1988 con la publicación del primer Convenio de Capital, llamado Basilea I ha venido adoptando modelos de medición de riesgo crediticio para tener una herramienta universal y convenida, y que luego se ha venido perfeccionando y este trabajo se ha consolidado en una nueva versión publicado en junio del 2004, llamado Nuevo Acuerdo de Capital, Basilea II. Son caminos abiertos por la Banca Corporativa para mitigar de manera preventiva riesgos en las instituciones bancarias.

En el Perú la SBS, la autoridad supervisora del sistema bancario y de Seguros, ha venido y viene adoptando las exigencias del Nuevo Acuerdo de Capital, Basilea II para el control de riesgos en las instituciones financieras – bancarias, entre ellos el riesgo crediticio.

El presente trabajo informe esta basado en una de las labores del Funcionario de Negocios, en relación al tema de riesgo crediticio, desarrollado en seis capítulos, entre ellos el capítulo I de forma muy general y concisa se detallaron las labores del funcionario de negocios – BCP Tacna, en el segundo capítulo de manera muy puntual y resumida abordamos la teorización que existe hasta la actualidad sobre este tema de medición de riesgo de crédito. En el capítulo III, presentamos la problemática que enfrenta las Oficinas de BCP Sucursal Tacna ubicadas en la región de Tacna. En el capítulo IV, presentamos la forma cómo hemos llevado el trabajo empírico en las tres oficinas ubicadas en la región de Tacna. En el capítulo V, presentamos los resultados obtenidos de fuente de información primaria como de fuentes secundarias, para luego confrontar con los supuestos del trabajo y su interacción con el fundamento teórico desarrollado en el capítulo II. En el capítulo VI, exponemos las principales conclusiones que creemos que son importantes a la luz de los resultados y también formulamos las recomendaciones que creemos desde nuestra perspectiva como importantes.

## **CAPITULO I: PRINCIPALES LABORES DESARROLADAS**

### **1.1. GENERALIDADES**

El principal activo de toda empresa financiera lo constituyen las colocaciones de créditos. En este caso Banco de Crédito BCP no es ajena a esta característica, asimismo, este activo es el principal generador de los ingresos financieros de las entidades financieras

Es por ello que en este apartado se dará atención principalmente a los Activos y su índice de morosidad.

En el otorgamiento de créditos se estableció la atención preferente a aquellos clientes que se encuentren en el sector empresarial. Se definió como sujeto de crédito a todas las personas naturales y/o jurídicas (bajo cualquier forma de organización) que tengan buenas referencias, capacidad y voluntad de pago, con un adecuado nivel de endeudamiento para el tamaño de su patrimonio, que desarrollen actividades económicas de producción, servicios o comercio, que incluyan a las actividades de agroindustria y producción agropecuaria, entre otras.

### **1.2. FUNCIONARIO DE NEGOCIOS**

#### **1.2.1. Objetivos**

Administrar en forma eficiente, eficaz y oportuna la Cartera de Clientes, implementando las políticas que para tal fin Dicte la Gerencia General. Cumplir y hacer cumplir lo dispuesto en el Manual de Crédito, Políticas y Procedimientos, con el fin de mantener una cartera sana y productiva. Coordinar las actividades relacionadas a la promoción de créditos, Evaluación del mercado crediticio, Riesgos de la cartera y Elaboración de informes sobre los índices de morosidad, Cumplir con

las líneas de acción y metas para las colocaciones fijadas por la Gerencia General.

### 1.2.2. Línea de Autoridad

- **Jefatura Inmediata**

Gerencia de Oficina

- **Personal a Cargo**

Asistente de Funcionario

### 1.2.3. Relaciones

#### Internas

- Gerencia de Negocios
- Gerencia Regional
- Unidad de Auditoría
- Unidad de Riesgos
- Asesoría Legal
- Área de Marketing
- Área de Operaciones
- Con el personal en General del BCP

#### Externas

- Con los clientes en general
- Con Entidades Públicas y Privadas
- Con Instituciones Financieras
- Asesoría Legal Externa

### 1.2.4. Funciones Generales

1. Define los planes de acción y actividades a realizar para lograr los mejores resultados en cuanto a las colocaciones,

evaluación, aprobación y desembolsos de los créditos otorgados.

2. Establece una política de seguimiento a los créditos otorgados para lograr una óptima recuperación de los mismos.
3. Establece el tipo de producto y líneas de crédito que se otorgan al cliente según su necesidad.
4. Asegura la consistencia entre las operaciones y los niveles de tolerancia al riesgo aplicable a su ámbito de acción.
5. Establecer un plan de trabajo para la continuidad de la colocación y captaciones.

#### **1.2.5. Funciones Especificas**

1. Promover y coordinar un agresivo programa de créditos.
2. Planear, organizar y dirigir todas las actividades que competen a su cargo.
3. Adiestrar y conducir a su personal a cargo para maximizar su óptimo desempeño.
4. Aplicar las políticas de créditos en todas las situaciones de riesgo.
5. Proponer a la gerencia nuevos productos.
6. Evaluar y aprobar según los límites y parámetros, las operaciones crediticias.
7. Preparar propuestas de créditos para el Área de Riesgos según las autonomías.
8. Realizar seguimiento y control de la cartera en forma diaria.
9. Evaluar la cartera de clientes para identificar posibles créditos que pudieran entrar en morosidad, para su oportuna recuperación.
10. Hacer seguimiento al cumplimiento de los términos y condiciones de los créditos otorgados.
11. Recibir solicitudes de los clientes para la refinanciación de créditos, evaluar y preparar propuesta para el Área de Riesgos.

12. Asistir a los comités de créditos de la Gerencia de Oficina.
13. Vigilar los vencimientos de las operaciones de créditos otorgadas a través de los reportes del área de informática.
14. Mantener informada la Gerencia de Oficina sobre el estado de la cartera.
15. Coordinar con el área Operativa los desembolsos de las operaciones aprobadas.
16. Informar oportunamente las transacciones inusuales detectadas en el desarrollo de sus funciones a la Unidad de Inteligencia Financiera.
17. Verificar en coordinación con el Área de Operaciones que se lleve a cabo la constitución de garantías según el reglamento interno.
18. Mantener informado a la Gerencia de Oficina, sobre la situación de la cartera (colocaciones y captaciones).
19. Realizar una adecuada calificación a la cartera de acuerdo a las normas vigentes de la SBS.
20. Coordinar con el Área de Riesgos para la realización de estudios e investigaciones sobre la calidad de cartera y situaciones de mercado.
21. Elaborar y emitir informes sobre la gestión crediticia, estado de la cartera.

El realizar estudios de Investigación sobre la calidad de cartera es una de las tareas del funcionario de negocios, que le permite emitir informes a la Gerencia de Oficina, sobre la situación de la cartera. Es por ello que el presente informe se basará en el ESTADO DE LA CARTERA DE CREDITO.

## CAPITULO II : PLANTEAMIENTO TEORICO

### 2.1.1. MARCO HISTORICO

A lo largo de toda la evolución del riesgo crediticio y desde sus inicios el concepto de análisis y criterios utilizados han sido los siguientes: desde principios de 1930 la herramienta clave de análisis ha sido el balance. A principios de 1952, se cambiaron al análisis de los estados de resultados, lo que más importaban eran las utilidades de la empresa. Desde 1952 hasta nuestros tiempos el criterio utilizado ha sido el flujo de caja. Se otorga un crédito si un cliente genera suficiente caja para pagarlo, ya que los créditos no se pagan con utilidad, ni con inventarios ni menos con buenas intenciones, se pagan con caja.

Los esquemas de calificación para los créditos son herramientas utilizadas por los analistas de crédito de los bancos, las agencias calificadoras y las autoridades reguladoras para determinar cualitativa o cuantitativamente la probabilidad de que un acreditado incumpla con sus obligaciones.

De los enfoques utilizados, se identifican dos corrientes, a saber: los esquemas de calificación que se basan en una ponderación cualitativa o cuantitativa de los factores que se han identificado como los determinantes en el cumplimiento de las obligaciones, y los que están basados en conceptos de tipo fundamental, proyectando variables económicas y financieras en el tiempo y su impacto en los estados financieros de la empresa, hasta determinar las condiciones bajo las cuales estaría en quiebra desde el punto de vista contable.

### 2.1.2. Los modelos basados en la ponderación de factores de riesgo

Aunque la diversidad de modelos es tan amplia como bancos hay en el mundo, los intentos de formalización giran alrededor de dos ideas: los que tratan de captar la intuición de los expertos y

sistematizarla aprovechando la tecnología, y los que se basan en técnicas econométricas o de análisis discriminante para llegar a un número indicativo de la calidad del crédito. Los primeros son del dominio de la inteligencia artificial y se reflejan, entre otros, en sistemas expertos y redes neuronales. Típicamente estas se quedan en la etapa de calificación, ya que no hay un vínculo teórico identificable con la probabilidad de impago y la severidad de la pérdida.

La segunda corriente, basada en técnicas estadísticas de discriminación, tiene como principal exponente a E. Altman con su trabajo pionero de "Z-score" en 1968. A diferencia de las técnicas subjetivas antes mencionadas, la estimación de los ponderadores de la función discriminante se hace con datos reales de casos de empresas quebradas y sanas. En su estudio inicial, Altman obtuvo la siguiente función discriminante, para distinguir empresas sanas de las que tienen alta probabilidad de quiebra:

$$Z = 0.717X_1 + 0.847X_2 + 3.107X_3 + 0.420X_4 + 0.998X_5$$

donde:

X1 : Capital de trabajo/activos totales

X2 : Ganancias retenidas/activos totales

X3 : Ganancias antes de intereses e impuestos/activos totales

X4 : Valor de mercado de las acciones/activos totales

X5 : Venta/activos totales

### 2.1.2. Modelos de incumplimiento: Credit Risk+ y el enfoque actuarial

Modelo propuesto por Credit Suisse Financial Products (CSFP) en 1997, considera únicamente dos estados: cumplimiento e incumplimiento. Este modelo determina la probabilidad de incumplimiento.

La diversificación del riesgo en un portafolio se da de manera natural al tener un gran número de individuos. Aun así, esta diversificación puede ser insuficiente si varios de los elementos de la cartera están correlacionados o, lo que es lo mismo, están fuertemente sujetos a los mismos factores de riesgo, como por ejemplo, aquellos que pertenecen al mismo sector industrial o a la misma zona geográfica.

Asimismo, cada crédito puede ser afectado por factores exclusivos del propio crédito. Por esta razón se clasifican los factores en :

- Sistémicos: aquellos que afectan a un grupo de créditos de la cartera
- Específicos o idiosincrásicos. Aquellos factores que sólo afectan a un crédito de la cartera.

Cuando un factor sistémico afecta a un gran número de créditos, entonces la cartera tiene una alta concentración de riesgo, porque un cambio no deseado en el factor puede provocar la quiebra de varios créditos y conllevar a pérdidas extremas.

El modelo de Poisson supone que las probabilidades de incumplimiento son constantes y por tanto no considera cambios en la calidad de los créditos. En cambio, el modelo de Pólya supone que las probabilidades de incumplimiento están sujetas a un solo factor, de manera que todos los créditos cambian de calidad conjuntamente. Esto excluye los beneficios de la diversificación que pudiera tener una cartera si los créditos están sujetos a factores mutuamente independientes.

Una solución a este problema es segmentar la cartera en sectores mutuamente independientes y asignar cada crédito a un sector. De esta manera se obtienen varias carteras, cada una con una tasa de quiebra distinta que depende de sólo un factor. Esta no es la mejor solución ya

que la probabilidad de incumplimiento de cada crédito depende de más de un factor. Por ello, una mejor solución consiste en asignar una proporción de cada crédito a segmentos mutuamente independientes, cada uno sujeto a un factor.

Al suponer que se tienen segmentos mutuamente independientes, se hace necesario introducir la siguiente notación para cada uno:

Segmento o sector	$S_k : 1 \leq k \leq K$
Tasa de quiebra sectorial V.A. del número esperado de incumplimientos.	$\lambda_k$
Promedio del número esperado de incumplimientos de $\lambda_k$	$\mu_k$
Desviación estandar de la tasa de quiebra sectorial.	$\sigma_k$

Además, se define a  $w_{A,K}$  como el ponderado que representa el grado de influencia del factor  $k$  sobre el crédito  $A$ , de tal manera que para todos los créditos se verifica la ecuación:

$$\sum_{k=1}^K w_{A,K} = 1$$

El paso clave es suponer que las probabilidades de incumplimiento  $\lambda_A$  dependen de los factores de la siguiente manera:

$$\lambda_A = p_A \left( \sum_{K=1}^K w_{A,K} \frac{\lambda_k}{\mu_k} \right)$$

Donde, bajo el modelo de Credit Risk+, las tasa de quiebra sectorial  $\lambda_k$  se distribuye de acuerdo a una distribución Gamma con media  $\mu_k = \sum_A w_{A,K} p_A$  y desviación estándar  $\sigma_k = \sum_A w_{A,K} \sigma_A$ .

Al igual que antes, la tasa de quiebra es la suma de las probabilidades de incumplimiento y además se verifica que es igual a la suma de las tasas de quiebra sectoriales:

$$\lambda \equiv \sum_A \lambda_A = \sum_{k=1}^K \lambda_k$$

### 2.1.3. Modelos de incumplimiento *CreditMetrics*<sup>TM 1</sup>

Modelo propuesta por JP Morgan en 1997 para medir el riesgo de un portafolio, como un valor en riesgo, como consecuencia de cambios en el valor de la deuda causados por variaciones en la calificación crediticia de la contraparte. Este modelo intenta responder a : si el próximo es un mal año ¿cuánto puedo perder como máximo en el conjunto de préstamos otorgados?. Es un modelo que permite analizar el riesgo de crédito en un contexto de cartera. En este modelo existen tres factores que determinan la distribución de los valores futuros del portafolio. El primero, son los posibles estados de calidad crediticia en los que un obligado se puede encontrar al final del horizonte de análisis, así como las probabilidades de migración entre dichos estados. El segundo factor es el valor que toma cada instrumento al migrar a cada uno de los estados de crédito. Finalmente, para obtener la distribución del portafolio, necesitamos estimar cómo migran conjuntamente los obligados. En otras palabras, se modelan la correlación entre eventos de crédito de varias contrapartes.

El primer paso para obtener la distribución del portafolio es la creación de un sistema de calificación en donde cada obligado se le califica de acuerdo

<sup>1</sup> Véase J.P. Morgan, *CreditMetrics Technical Document*, New York, april 2, 1997.

a la probabilidad de que cumpla con sus obligaciones durante un determinado lapso de tiempo. A cada sistema de calificación corresponde una matriz de transición que indica la probabilidad de migrar de un estado inicial a cualquiera de los estados dentro del sistema a lo largo de un periodo determinado.

El análisis de créditos se considera un arte ya que no hay esquemas rígidos y que por el contrario es dinámico y exige creatividad por parte del Oficial de crédito o de Negocios. Sin embargo es importante dominar las diferentes técnicas de análisis de créditos y complementarla con una buena cuota de experiencia y buen criterio, así mismo es necesario contar con la información necesaria y suficiente que nos permita minimizar el número de incógnitas para poder tomar la decisión correcta.

El riesgo de crédito experimentado en 1974 por Herstatt Bank hecho que impulsó la creación del Comité de Basilea, el cual 20 años después promulgó los requerimientos de capital de garantía.

El acuerdo de Basilea, concluido el 15 de julio de 1988. Los banqueros anunciaron que el acuerdo llevaría a una convergencia internacional de las regulaciones de supervisión, que rigen los requerimientos de capital de garantía de los bancos internacionales. El propósito principal del acuerdo de Basilea fue proporcionar a los bancos comerciales un campo de acción equitativo, a través del establecimiento de un estándar mínimo de requerimientos de capital, aplicable a los países miembros.

El acuerdo de 1988 definió una medida común de solvencia, la cual cubre sólo riesgos crediticios y por lo tanto, tiene que ver únicamente con la identidad de los deudores de los bancos. Las nuevas proporciones fueron implementados totalmente en 1993, cubriendo a todos los bancos asegurados de los países firmantes del acuerdo.

La administración del riesgo de crédito tiene tantos aspectos cualitativos como cuantitativos. La determinación de la credibilidad de una contraparte es el

componente cualitativo. Los avances recientes han conducido a la valuación cuantitativa del riesgo de crédito.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1. Riesgo

La palabra riesgo proviene del latín **risicare**, que significa atreverse o transitar por un sendero peligroso<sup>2</sup>. **Riesgo** es el daño potencial que puede surgir por un proceso presente o suceso futuro. Diariamente en ocasiones se lo utiliza como sinónimo de probabilidad, el riesgo combina la probabilidad de que ocurra un evento negativo con cuanto daño dicho evento causaría. Es decir, en palabras claras, el riesgo es la posibilidad de que un peligro pueda llegar a materializarse. El riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre.

El riesgo puede ser definido como la volatilidad de los flujos financieros no esperados, generalmente derivada del valor de los activos o los pasivos. Las empresas están expuestas a tres tipos de riesgos: de negocios, estratégicos y financieros<sup>3</sup>.

La interacción de cuatro tipos de riesgo configuran el que enfrenta una institución financiera: el **riesgo de mercado** que consiste en la pérdida que puede sufrir una institución bancaria debido a la variación de los precios que se registran en el mercado, variaciones en la tasa de interés, variación en el tipo de cambio. Es un concepto muy amplio y se asocia con fallas en los sistemas, procedimientos, en los modelos o en las personas que manejan dichos sistemas. También se refiere a pérdidas por fraudes o por falta de pericia en los empleados. **El riesgo de crédito**, pérdida potencial producto del incumplimiento de la contraparte en una operación que incluye un compromiso de pago. Probabilidad de incurrir en pérdidas derivadas del incumplimiento en tiempo y forma de las obligaciones crediticias de una contrapartida. El riesgo

---

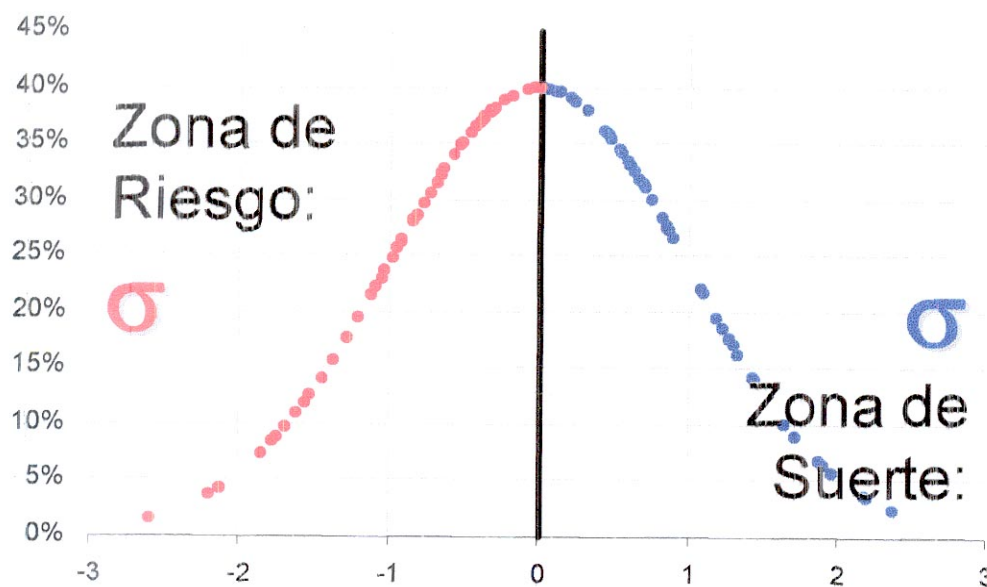
<sup>2</sup> Véase Medición y Control de Riesgos Financieros, Alfonso de Lara (2004) Pág. 13.

<sup>3</sup> Véase Valor en Riesgo, Philippe Jorion (1999) Pág.23.

crediticio es el riesgo provocado por cambios inesperados en la calidad crediticia de los deudores o de quiénes emiten deuda.

Se estudian las pérdidas posibles debido a la quiebra de los deudores o a la disminución de la calidad de la deuda, que de tiempo en tiempo puede cambiar su situación, así en un determinado momento pueden estar en una situación de pago, pero que en otro en una situación de atrasado.

Figura 01: Riesgo diversificable  
Elaboración propia



Se define como riesgo de crédito a las pérdidas esperadas de un incumplimiento por parte del acreditado, o los efectos que produciría el deterioro de la calidad de crédito del acreditado. Esta definición simplificada esconde varios riesgos, la cantidad de riesgo es el saldo existente del crédito otorgado. La calidad resulta tanto de la probabilidad de que ocurra el incumplimiento, como de las garantías que reducen la pérdida en el caso del incumplimiento. La cantidad en riesgo, el saldo al momento del incumplimiento, difiere de la pérdida, debido a la recuperación potencial que se puede hacer del crédito, lo que depende de cualquier elemento que mitigue el riesgo, tales como las garantías reales, los avales, la capacidad de negociación con el acreditado, entre otros.

El incumplimiento es un elemento incierto y por otro lado, la exposición al riesgo de crédito al momento del incumplimiento generalmente no se conoce. Así mismo, la recuperación que se pueda hacer de un crédito tampoco se conoce de antemano.

El riesgo de incumplimiento se define como la probabilidad de que se presente un incumplimiento en el pago de un crédito. Existen diversas definiciones para incumplimiento: el no cumplimiento de una obligación de pago, el rompimiento de un acuerdo en el contrato de crédito o el incumplimiento económico.

Generalmente, se declara incumplimiento de pago cuando un pago programado no se ha realizado dentro de un periodo determinado, o se efectúa con posterioridad a la fecha en que estaba programado dicho pago.

El riesgo de incumplimiento se mide a través del cálculo de la probabilidad de que ocurra al incumplimiento en un periodo dado de tiempo. El riesgo de incumplimiento depende de la situación crediticia del acreditado, la cual a su vez, depende de numerosos factores. **El riesgo estructural** se refiere a la presencia de volatilidad en buen gobierno corporativo.

Figura 02 : Riesgo global  
Elaboración propia



### **2.2.2. Proceso de administración de riesgos**

Consiste en asegurarse de que una institución bancaria no sufra pérdidas económicas inaceptables y mejorar el desempeño financiero de dicho agente económico, tomando en cuenta el rendimiento ajustado por riesgo. El proceso de administración de riesgos comprende, en primer lugar, la identificación de riesgo latente, en segundo lugar su cuantificación y control mediante el establecimiento de límites de tolerancia al riesgo y, finalmente, la nulificación de dichos riesgos mediante la disminución de exposición al riesgo.

### **2.2.3. Banco Internacional de Pagos (BIS)**

El Banco Internacional de Pagos (Bank of International Settlements) fue creado en 1930 y actualmente es el principal centro para la cooperación internacional de Bancos Centrales y Supervisores Bancarios<sup>4</sup>.

Su creación se dio en 1930, en el contexto del Plan Young, que lidiaba con el tema de los pagos indemnizatorios impuestos sobre Alemania por el Tratado de Versalles, fundando su centro de operaciones en la ciudad de Basilea. Desde los años 30 el Banco fue cambiando progresivamente su rol para convertirse en un importante mecanismo de coordinación y cooperación entre Bancos Centrales. En los 70s, el Banco implementó y defendió el sistema de Bretton Woods. En los 70s y 80s, se concentró en el manejo transfronterizo de los flujos de capital que siguieron a las crisis del petróleo y de la deuda internacional. Las crisis también pusieron sobre la mesa el tema de la regulación y supervisión bancaria. Así se creó un comité de supervisión bancaria encargado de generar estándares mínimos que sean de obligatorio cumplimiento para los países miembros del G-10.

### **2.2.4. Comité de Basilea**

---

<sup>4</sup> Véase Documento de Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, página 45, junio 2004.

El Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria fue creado en 1974 por acuerdo de los representantes de los Bancos Centrales de los 10 países más industrializados. Este Comité, si bien no posee ninguna autoridad de supervisión sobre los países miembros y sus conclusiones no tienen fuerza legal, ha formulado una serie de principios y estándares de supervisión bancaria que han sido acogidos no solo por los países miembros, sino por la mayoría de países en el mundo.

#### **2.2.5. Las funciones del Comité de Basilea**

El Comité formula estándares y pautas generales de supervisión bancaria; emite declaraciones de mejores prácticas a fin que las autoridades individuales tomen las medidas necesarias para aplicarlas de la forma que mejor convenga a sus propios sistemas nacionales. De esta manera, el Comité alienta la convergencia hacia enfoques y estándares comunes sin procurar la armonización detallada de técnicas de supervisión de los países miembros.

#### **2.2.6. Nuevo Acuerdo de Capital y su objetivo**

En 1988, el comité de Basilea generó un primer documento llamado el Acuerdo de Capital de Basilea (Basilea I) en el que se detallan las reglas para determinar los requerimientos mínimos de capital que las instituciones bancarias debían cumplir. En este sentido, Basilea I propuso una metodología para medir el riesgo crediticio según la estructura de activos mantenido por una entidad bancaria. Dicha medida consideraba el capital de una institución bancaria como proporción de la suma de los activos del banco ponderados por un factor que refleje el riesgo crediticio de dicho activo. Se acordó que el estándar mínimo de esta proporción sería de 8% para proteger a los depositantes del riesgo de insolvencia del banco.

El estándar planteado por Basilea I fue inicialmente adoptado por los países miembros del G-10, pero progresivamente se fue convirtiendo en un estándar regulatorio a nivel mundial, y actualmente cerca de 150 países se rigen por estos principios y normas, incluido Perú. A pesar de haber significado un paso muy importante en homogenizar el tratamiento regulatorio de los

sistemas bancarios, Basilea I adolece de algunos problemas. Principalmente, este no es suficientemente sensible al riesgo. Es decir, no necesariamente se cumple el principio de a mayores riesgos mayores cargas de capital a fin de cubrir dicho riesgo. Esto a su vez podría significar un incentivo para las instituciones financieras a tomar mayores riesgos, ya que estos no vendrían acompañados de mayores exigencias de capital regulatorio. Reconociendo esta deficiencia, el Comité de Basilea I empezó la tarea de reformar Basilea I y generar un nuevo esquema más sensible al riesgo. Esta tarea empezó a mediados de los años 90 y finalmente, en junio de 2004, se aprobó un Nuevo Acuerdo de Capital (Basilea II) para los países miembros del G-10, el mismo que empieza a regir en dichos países a partir de 2007 en sus versiones más simples y a partir de 2008 en sus versiones más avanzadas. El objetivo principal de este Nuevo Acuerdo es lograr una mayor alineación de los requerimientos de capital de las entidades financieras con los verdaderos riesgos que éstas enfrentan y, a la vez, tomar en cuenta en el esquema de supervisión la evolución de las técnicas de manejo de riesgo y la creciente complejidad y heterogeneidad del sistema financiero.

Más allá de proponer metodologías más sensibles al riesgo para el cálculo del capital regulatorio, Basilea II plantea reglas prudenciales específicas para las instituciones de crédito. Diseñado y construido sobre la base del acuerdo de 1988, el Nuevo Acuerdo de Capital apunta a incentivar la estabilidad del sistema financiero dando mayor importancia a los sistemas de control interno, a la administración de los bancos y a la disciplina de mercado. Es así que Basilea II se puede definir como un marco global de supervisión bancaria, basado en tres pilares, (i) Los Requerimientos Mínimos de Capital; (ii) El Proceso de Examen del Supervisor y (iii) La Disciplina de Mercado.

### **2.2.7. La importancia de Basilea II en Perú**

Si bien es cierto que, en un inicio, Basilea II está planteado para los países del G-10, no se debe olvidar que al tratarse de estándares de medición y gestión de riesgos modernos, estos rápidamente se convertirán, al igual que lo ocurrido con Basilea I, en los estándares exigidos a nivel internacional en todos los países que quieran ser competitivos a nivel mundial. El Perú no

debería ser excepción en cuanto a prepararse con la mayor seriedad y anticipación a fin de poder enfrentar los retos que supondría la implementación de Basilea II en nuestro país, por lo que la Superintendencia de Banca y Seguros ha venido y viene trabajando en su evaluación en el contexto peruano.

## **2.3. FUNDAMENTO TEORICO**

### **2.3.1. La teoría de los riesgos**

Pretende dilucidar la suerte de las obligaciones de las partes cuando la cosa que es objeto del contrato se pierde a consecuencia de un caso fortuito.

Esta teoría supone entonces que nos encontramos ante un contrato bilateral, y que al menos una de las obligaciones de las partes consista en dar (enajenar en sentido amplio) una cosa determinada (especie o cuerpo cierto).

De acuerdo con el Código Civil Francés el riesgo es del acreedor. Ello resulta lógico pues en el derecho francés los meros contratos tienen "eficacia real", es decir, por el sólo contrato nacen o se constituyen no sólo derechos personales, sino que también derechos reales, como la propiedad. Así, en el Derecho francés, el contrato de compraventa no sólo hace titular al comprador de un derecho para exigir que se le entregue la cosa, sino que lo hace dueño. Por lo tanto, el riesgo es siempre del dueño (res perit domino) que es al mismo tiempo acreedor (res perit creditore)

En los ordenamientos donde el contrato no tiene eficacia real, es decir, no genera derechos reales, sino exclusivamente derechos personales, para transferir el dominio (u otro derecho real) se requerirá de un modo de adquirir. El modo más típico será la tradición, o entrega hecha con la intención de transferir el dominio.

Si los contratos no tienen "eficacia real", debemos responder sobre la suerte de las obligaciones cuando el objeto del contrato se pierde por un caso fortuito. Por una parte, la destrucción fortuita de la cosa siempre extingue la obligación

que tenía por objeto esa cosa. Por otra parte, respecto de la obligación de la otra parte, caben dos posibilidades:

- Si el riesgo es del deudor o sea, quien estaba obligado a dar la cosa que se destruyó fortuitamente, entonces la obligación del acreedor se extingue también y si todavía no cumplía con su prestación, nada debe hacer, y si ya la cumplió tiene derecho a ser restituido.
- Si en cambio, el riesgo es del acreedor, frente a la destrucción fortuita de la cosa, su obligación sigue en pie, debe cumplirla si se encuentra pendiente o si ya la cumplió no puede ser restituido.

### 2.3.2. Teoría del Portafolio<sup>5</sup>

#### RENDIMIENTO

El rendimiento sobre una inversión se mide como la ganancia o la pérdida total que experimenta su propietario en determinado periodo. Por definición el rendimiento en condiciones de incertidumbre es:

$$E(R) = \sum P_i * R_i, \text{ en donde:}$$

$E(R)$ : Rendimiento esperado

$P$  = Probabilidad relativa

$i$ : 1, 2, ..., n

$R$ : rendimiento del activo

#### RIESGO

En un sentido básico, el riesgo se define como la posibilidad de enfrentar una pérdida financiera. Los activos que tienen mayores probabilidades de pérdida se consideran más arriesgados que los que presentan menores probabilidades de pérdida.

#### AVERSIÓN AL RIESGO

Por lo general los Gerentes de Finanzas tratan de evitar el riesgo. La mayoría de los gerentes tienen aversión al riesgo; esto significa que, por

---

<sup>5</sup> Véase Philippe Jorion, editorial Lim usa, México 1997, Pag. 36.

aceptar un aumento específico del riesgo, requieren un incremento del rendimiento.

### **EVALUACIÓN DEL RIESGO :**

El riesgo se puede evaluar desde la perspectiva del comportamiento por medio del análisis de sensibilidad y las distribuciones de probabilidades.

### **MEDICION DEL RIESGO**

**CASO I:** Cuando un inversionista invierte en un solo activo riesgoso.

El riesgo de un activo se mide cuantitativamente con la aplicación de métodos estadísticos, para determinar la desviación estándar, que viene ser el riesgo.

$VAR = \sum P_i * [R_i - E(R)]^2$ , que luego a partir de este resultado obtenemos la desviación estándar.

$\sigma = \sqrt{VAR}$  en dónde;

VAR : Varianza

**CASO II:** Cuando un inversionista invierte en dos activos riesgosos.

El valor de la rentabilidad esperada está expresado por :

$$E(R) = W * E(R_a) + (1-W) * E(R_b)$$

y el riesgo de la inversión está expresado por :

$$VAR = W^2 * VAR_{RA} + 2 * W * (1-W) COV(R_A, R_B) + (1-W)^2 * VAR_{RB}$$

$$\sigma = \sqrt{VAR}$$

**CASO III:**

Cuando un inversionista invierte en tres activos riesgosos:

El rendimiento esperado por haber invertido en los tres activos riesgosos se presenta a continuación:

$$E((R)) = W_1 * E(R_1) + W_2 * E(R_2) + W_3 * E(R_3)$$

Luego obtenemos el riesgo a partir de la varianza:

$$VAR(R_T) = W_1^2 * VAR_1 + 2(W_1)(W_2)COV(R_1, R_2) + W_2^2 * VAR_2 + \\ + 2W_1W_3COV(R_1, R_3) + W_3^2 * VAR_3 + 2W_2W_3COV(R_2, R_3)$$

Luego finalmente :

$$\sigma = \sqrt{VAR}$$

#### **CASO IV :**

Cuando un inversor invierte en n activos.

El rendimiento promedio está expresado por la ecuación siguiente:

$$E(R_T) = W_1 * E(R_1) + W_2 * E(R_2) + \dots + W_n * E(R_n)$$

Luego el riesgo podríamos explicar a partir de la varianza:

$$VAR_{RT} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j COV_{ij}$$

Finalmente :

$$\sigma = \sqrt{VAR_{RT}}$$

#### **2.3.3. Riesgo y rendimiento en equilibrio**

La Teoría del equilibrio en el Mercado de Capitales es una extensión del modelo de Markowitz y consiste en introducir la posibilidad de que el inversor no invierta todo su presupuesto en activos con riesgo, sino que una parte del mismo la dedique a la adquisición de activos sin riesgo o bien lo ceda en préstamo al tipo de interés de dicho activo sin riesgo<sup>6</sup>.

También tiene la posibilidad de invertir en valores mobiliarios una cantidad superior al presupuesto de inversión disponible, financiando la diferencia como endeudamiento. De este modo se puede hablar de carteras con préstamo (Lending Portfolios) cuando una parte del presupuesto de inversión se presta al tipo de interés del activo sin riesgo y de carteras con

<sup>6</sup> Véase Administración de Carteras de Inversión, Marcelo A. Elbaum, Argentina 2006, Pag. 119.

endeudamiento (Borrowing Portfolios) cuando se pide prestado para invertir en valores mobiliarios, al mismo tipo de interés.

Los bonos del tesoro y la deuda pública a corto plazo, pueden considerarse como activos sin riesgo, ya que el inversor conoce regularmente y por anticipado y con certeza la renta periódica que el inversor va a recibir en forma de intereses y también el precio de reembolso al término de la vida del empréstito. Al incluir la posibilidad de prestar (o pedir prestado) una parte del presupuesto de inversión, la curva de carteras eficientes del modelo de Markowitz se convierte en una recta. La cartera estará formada ahora por dos tipos de activos: Un activo sin riesgo que será la parte prestada (o adeudada) y un activo con riesgo, concretado en un valor mobiliario o combinación de varios valores mobiliarios (cartera), perteneciente a la frontera eficiente original, generada conforme a la lógica del modelo de Markowitz, cuando no se había tenido en cuenta la existencia de activos sin riesgos.

La Teoría de la Cartera (*Portfolio Theory*) presenta un método prescriptivo para identificar la cartera óptima de un inversionista. Es un ejercicio de economía normativa, en donde se dice a los inversionistas qué deben hacer.

### El modelo de mercado de capitales (CML)

$E(r) = R_f + (E(R_m) - R_f)\sigma$ , en donde :

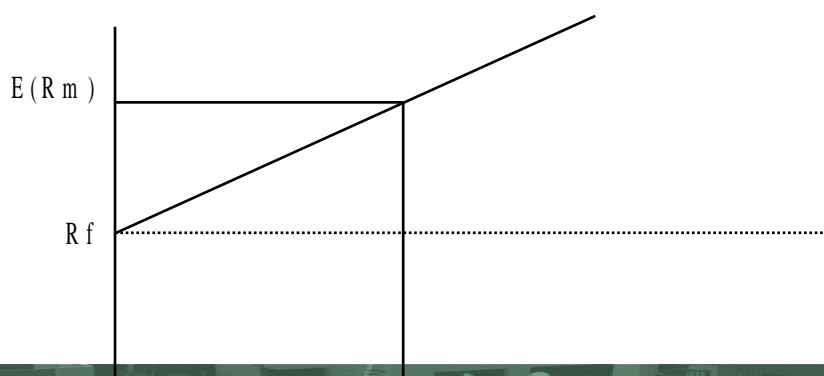
$E(r)$  : rendimiento mínimo exigido por el inversionista en el mercado de capitales.

$R_f$ : Rendimiento de bonos del tesoro

$R_m$  : Rendimiento de mercado

$\sigma$  : Riesgo diversificable.

Figura 03 : Modelo CML



---

$\sigma$

$\sigma_m$

$\sigma_m=1$ , riesgo de mercado.



#### 2.3.4. El Modelo de Mercado de Valores

El **Capital Asset Pricing Model**, o **CAPM** (*Modelo de Fijación de precios de activos de capital*) es un modelo frecuentemente utilizado en la economía financiera. Sugiere que, cuanto mayor es el riesgo de invertir en un activo, tanto mayor debe ser el retorno de dicho activo para compensar este aumento en el riesgo. El modelo fue desarrollado, entre otros, por William Sharpe (1963), Premio Nobel de Economía.

El exceso de rentabilidad de un activo incierto puede expresarse en función de la rentabilidad de una cartera referente — la cartera de mercado, por ejemplo, los índices bursátiles más representativos—, ajustado por un índice de riesgo *beta*, que indica cuán relacionado está el riesgo del activo individual con el riesgo de mercado.

El modelo CAPM : Capital asset pricing model. Es la cantidad del premio por riesgo de la cartera de mercado, se determina mediante la aversión del riesgo agregada de los inversionistas y la volatilidad del rendimiento de mercado. Una de las conclusiones más importantes que se derivan de la "Teoría del equilibrio en el mercado de Capitales", es la que se refiere a la forma en que los activos financieros individuales habrán de ser valorados cuando el mercado de capitales se encuentra en equilibrio.

En un mercado que se cumplen las hipótesis expuestas anteriormente, todos los inversores son "diversificadores eficientes" en el sentido de Markowitz, por lo que el riesgo a tener en cuenta a la hora de valorar un activo financiero ya no es el riesgo total del mismo, sino el riesgo "sistemático" o no "diversificable". A ningún activo se le ha de considerar aisladamente, sino en el contexto de ese mundo ideal, en el que el riesgo "propio" o "específico" habrá desaparecido a causa de la diversificación. Ningún inversor formará una cartera con un solo título si tiene la oportunidad de obtener la misma rentabilidad con un menor riesgo, por lo que repartirá su presupuesto de inversión entre varios títulos, haciendo desaparecer el riesgo "propio" o "diversificable". A ningún título se le debe de considerar ya como objeto de una decisión de inversión autónoma, sino en tanto dicho título es susceptible de ser

combinado con otros títulos formando una cartera. Un mercado en equilibrio debe "pagar" únicamente, por tanto, el riesgo "sistemático" o "no diversificable", medido este por el coeficiente "Beta" esperado del correspondiente activo. En consecuencia, la rentabilidad esperada o "requerida" de un activo con riesgo, habrá de ser igual a la rentabilidad del activo libre de riesgo más una prima que le compense al inversor del riesgo que va a soportar. Cuando ello es así, surge una nueva teoría de valoración de activos financieros llamada "Capital Asset Pricing Model" (CAPM). Para que los inversionistas accedan a aceptar el riesgo de esa cartera, hay que ofrecerles una tasa esperada que rebase la tasa de interés libre de riesgo. Cuanto mayor sea el nivel promedio de la aversión al riesgo por parte de la población, más alta habrá de ser la prima requerida.

$$E(r) = R_f + (E(R_m) - R_f)\beta, \text{ en donde:}$$

E(r): Rendimiento esperado por el inversionista

R<sub>f</sub> : Rendimiento del bono libre de riesgo

E(R<sub>m</sub>) : Rendimiento esperado de mercado

β : Riesgo no diversificable o riesgo sistemático.

Por otro lado las equivalentes de beta son las siguientes:

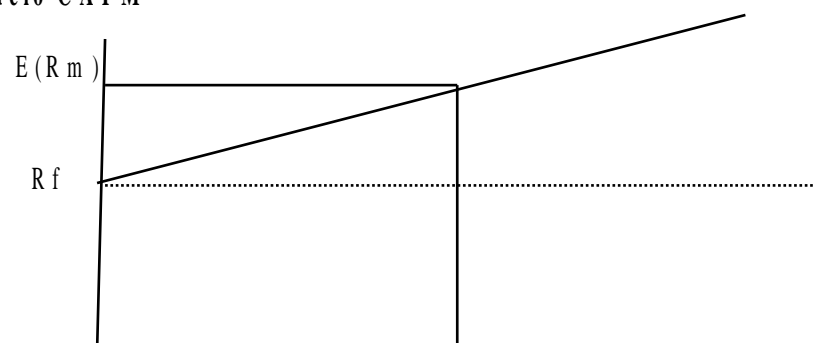
$$\beta = \frac{\text{cov}(R_j, R_m)}{\text{VAR}(R_m)} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * [(R_j) - E(R_j)] * [R_m - E(R_m)]}{\text{VAR}(R_m)}$$

Por otro lado también tenemos :

$$\text{COV}(R_j, R_m) = \rho * \sigma_j \sigma_m, \text{ así mismo}$$

$$\rho = \frac{\sum R_j R_m}{\sqrt{(\sum (R_j)^2)(\sum (R_m)^2)}}$$

Figura 04 : Modelo CAPM



$\beta$ 

$$\beta_m = 1$$

$\beta_m = 1$ , riesgo de mercado.

Los inversores buscan formar carteras eficientes, dado que son adversos al riesgo.

Todas las inversiones tienen, para su planificación, el mismo período, por ejemplo, un trimestre, un año, etc. El CAPM, al igual que el modelo de cartera, es uniperiódico.

Los inversores tienen expectativas homogéneas, por lo tanto, visualizan idénticas funciones de probabilidad para los rendimientos futuros.

Existe un mercado de capitales perfecto, lo que implica:

- Todos los activos son perfectamente divisibles y comercializables;
- No hay costos de transacciones ni de información.
- No existen impuestos;
- Cada comprador o vendedor tiene efectos prácticamente insignificantes sobre el mercado;
- Existe cualquier cantidad de dinero para prestar o pedir prestada a una misma tasa de interés para los inversores;

Existe una tasa libre de riesgo e ilimitadas probabilidades de prestar y pedir prestado a una tasa.

No existe la inflación.

El CAPM se basa en el supuesto de que todos los inversores tienen la misma opinión acerca de la distribución de las rentabilidades, es decir, todos están de acuerdo en las características - media - varianza - de la distribución estadística que genera las rentabilidades esperadas.

Para poder contrastar esta teoría, hay que suponer que los inversores no se equivocan de forma sistemática en sus creencias a priori. Ello implica, tal como señala Stephen A. Ross, que la distribución ex - post de la que las rentabilidades son extraídos es al mismo tiempo la distribución ex - ante sobre la que los inversores basan sus estrategias.

Esta es una limitación importante del CAPM. Si los inversores no tienen las mismas creencias acerca del comportamiento futuro de las rentabilidades, o bien se equivocan en sus predicciones, o bien dice muy poco acerca de cual ha sido el comportamiento de los inversores.

En el CAPM se presupone que el mercado de capitales se encuentra en equilibrio.

Luego a continuación podemos resumir las limitaciones que tiene el modelo de mercado de valores:

La primera es que los coeficientes beta calculados con datos históricos son inestables, según qué años estudiemos, obtendremos un beta u otro para la misma acción. Esto, por otra parte, tiene sentido, pues la empresa va tomando decisiones, el entorno cambia, y ambos hacen aumentar o disminuir el riesgo de la acción a lo largo de los años. La única manera de resolver esto es calcular beta durante varios períodos de tiempo y ver si se ha mantenido estable.

Por otra parte, en el caso de que alfa fuera positiva, también tenemos el problema de la inestabilidad mencionado para beta.

Finalmente, la dificultad más importante del CAPM, es que necesitamos una estimación de la prima de riesgo esperada de la bolsa, para hallar la rentabilidad esperada de cada acción. Un procedimiento habitual es utilizar la prima de riesgo promedio que ha tenido la bolsa durante los últimos cinco a diez años. Pero ésta sólo la podemos utilizar para hacer estimaciones de rentabilidad a cinco o diez años y no para estimar la prima de riesgo del año

que viene. Nos encontramos ante el problema de siempre en rentabilidades históricas: la rentabilidad promedio pasada sólo se puede utilizar si se ha calculado para un período largo de años y si se usa para previsiones a largo plazo. Por tanto, la rentabilidad histórica de los últimos cinco años puede ser buen estimador de la rentabilidad durante los próximos cinco años, pero no es buen estimador de la rentabilidad del mercado el año que viene en concreto. Lo que decimos respecto a la rentabilidad de la bolsa se aplica también a la estimación de la rentabilidad libre de riesgo necesaria para calcular la rentabilidad esperada de la acción.

También se puede estimar directamente la rentabilidad esperada del mercado para el año, o los años siguientes y la rentabilidad libre de riesgo para esos años. La estimación puede basarse en múltiples factores, casi todos de orden macroeconómico (crecimiento económico, inflación, perspectivas de tipos de interés, déficit público, etc.).

Todas estas dificultades hacen que el CAPM pierda buena parte de su utilidad para la gestión de carteras, por cuanto su capacidad de previsión de las rentabilidades futuras es muy limitada. Sin embargo, no invalidan el modelo desde el punto de vista teórico; además, es indudable que el CAPM ha contribuido a una mejor comprensión del riesgo y de la relación riesgo/rentabilidad.

### **2.3.5. Característica de Basilea I y Riesgo Crediticio**

En 1988, el Comité de Basilea, compuesto por los gobernadores de los bancos centrales de Alemania, Bélgica, Canadá, España, EE.UU., Francia, Italia, Japón, Luxemburgo, Holanda, el Reino Unido, Suecia y Suiza publicó el primero de los Acuerdos de Basilea, un conjunto de recomendaciones alrededor de una idea principal: la de establecer un techo para el valor de los créditos que puede conceder una entidad bancaria en función de su capital propio, que se fijó en 12,5 veces el valor de éste último.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Véase Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital, Banco de Pagos Internacionales, junio 2004.

Este acuerdo era una recomendación: cada uno de los países signatarios, así como cualquier otro país, quedaba libre de incorporarlo en su ordenamiento regulatorio con las modificaciones que considerase oportunas. Entró en vigor en más de cien países.

El argumento que impulsó la formación del Acuerdo de Basilea I de 1988 fue la preocupación de que el capital de los principales Bancos mundiales fuera peligrosamente bajo por la continua erosión a causa de la competencia. Los principales propósitos del Acuerdo de 1988 fueron los de asegurar un adecuado nivel de capital en el sistema bancario internacional y crear un campo de juego más igualado en términos de competencia. Sus méritos fueron reconocidos ampliamente, pasando ser un estándar mundial, con más de 100 países aplicándolo. Se utiliza un enfoque de cartera para medir el riesgo, clasificando los activos en cuatro categorías, en cada categoría la exposición es ponderada en (0%, 20%, 50%, 100%) según el tipo de deudor. Existe también una escala de consumos para las operaciones fuera de balance. La normativa de Basilea I está basada en el Modelo RAR (Risk Asset Ratio), según el cual las entidades han de mantener un capital mínimo del 8% sobre los activos ponderados por riesgo.

$$RAR = \frac{RR.PP}{\sum_{i=1}^N \alpha_i * A_i} \geq 8\%, \text{ en donde:}$$

RR.PP. : recursos propios

$\alpha_i$  : coeficiente de ponderación de riesgo que pueden tomar valores de 0 a 100.

$A_i$  : valor del activo sometido al coeficiente.

### 2.3.6. El nuevo acuerdo de Basilea II

La principal limitación del acuerdo de Basilea I está relacionada con la definición de exposiciones de crédito, que ignoraba una dimensión esencial: la de la calidad crediticia y, por lo tanto, la diversa probabilidad de incumplimiento de los distintos prestatarios. Para superarla, el Comité de Basilea propuso en

2004 un nuevo conjunto de recomendaciones. Éstas se apoyan en los siguientes tres pilares<sup>8</sup>.

Los cambios en el sector bancario han hecho necesaria la revisión el Acuerdo de Capital del Comité de Basilea y como consecuencia se propone el lanzamiento de un Nuevo acuerdo con un esquema más sensible al riesgo. Su fundamento es que los requerimientos de capital sean más sensibles al riesgo, especialmente al riesgo de crédito. El acuerdo actual está centrado en una única medida de riesgo, un sistema de traje único y una estructura simple. La propuesta del nuevo Acuerdo hace más énfasis en los modelos internos de medición de riesgo de crédito de cada banco, la revisión del supervisor y la disciplina del mercado, es más flexible, tiene varios enfoques e incentivos, pero es también más complejo. El nuevo esquema está dirigido principalmente a bancos internacionales, pero se pretende que se amplíe a bancos de distintos niveles de complejidad. El acuerdo de 1988 ofrecía, básicamente, una sola opción para la medición del capital adecuado para los bancos internacionales. El Comité cree que las ventajas de un sistema en el cual el capital está más seguro y eficaz. Uno de los principios que subyacen en Basilea II es hacer converger al capital regulatorio y al capital económico. El nivel de capital económico dependerá de varios factores, en primer lugar, de las características específicas de su negocio (tipo de operaciones de activo, sector) y su política de expansión, y en segundo lugar del nivel de tolerancia ante el riesgo de quiebra por parte de los accionistas y directivos. El capital regulatorio es el establecido por el regulador con el objeto de minimizar el riesgo de quiebra y los problemas de riesgo sistémico.

El nuevo Acuerdo se estructura en los tres pilares: **requerimientos mínimos de capital, supervisión y disciplina de mercado.**

En general, Basilea II trata de alinear los requerimientos regulatorios con los principios económicos y financieros en gestión de riesgos. El mercado financiero actual ha cambiado significativamente hacia la liberalización, innovación y globalización financiera.

---

<sup>8</sup> Véase Nuevo Acuerdo de Capital, Javier Poggi, Manuel Luy, SBS Perú 2004.

Capital económico. Es el capital necesario para cubrir las pérdidas inesperadas.

Capital regulatorio. Es el capital mínimo necesario para cumplir los requerimientos del regulador.

Capital disponible. Es el capital que las entidades realmente mantienen.

La cuestión ahora es definir la relación entre estas tres medidas del capital. Idealmente, todas ellas, de una u otra forma, deben estar relacionadas con el nivel de riesgo de la entidad.

En general, para aquellos riesgos medibles mediante modelos internos, el capital regulatorio debería situarse por encima del capital económico, para un nivel de confianza o solvencia dado, en la medida en que no solo hará referencia a la pérdida inesperada, en un horizonte temporal determinado y en condiciones normales, sino que deberá incorporar sucesos poco frecuentes que puedan afectar a la solvencia de la entidad.

Esta relación es coherente con el objetivo de acercar el capital económico y regulatorio, para evitar tanto arbitrajes como posibles desventajas competitivas, ya que requerirá más capital a las entidades más arriesgadas.

En las figuras (5) y (6) se ilustran el sustento del nuevo acuerdo de capital (Basilea II), en donde el primer pilar comprende la determinación de los requerimientos mínimos de capital, como una respuesta frente al riesgo de crédito, riesgo de mercado y riesgo operativo; el segundo pilar comprende el actuar de la entidad supervisora, en este caso, el rol que tenga que desarrollar por parte de la SBS en su accionar de supervisión; y el tercer pilar se ocupa de la disciplina de mercado que tenga que mantener una institución financiera, todo aquello comprende el campo de la administración de riesgos que deberán observar todas las instituciones financieras en el Perú.

Figura 05: Basilea II  
Fuente: SBS Perú  
Elaboración: Propia

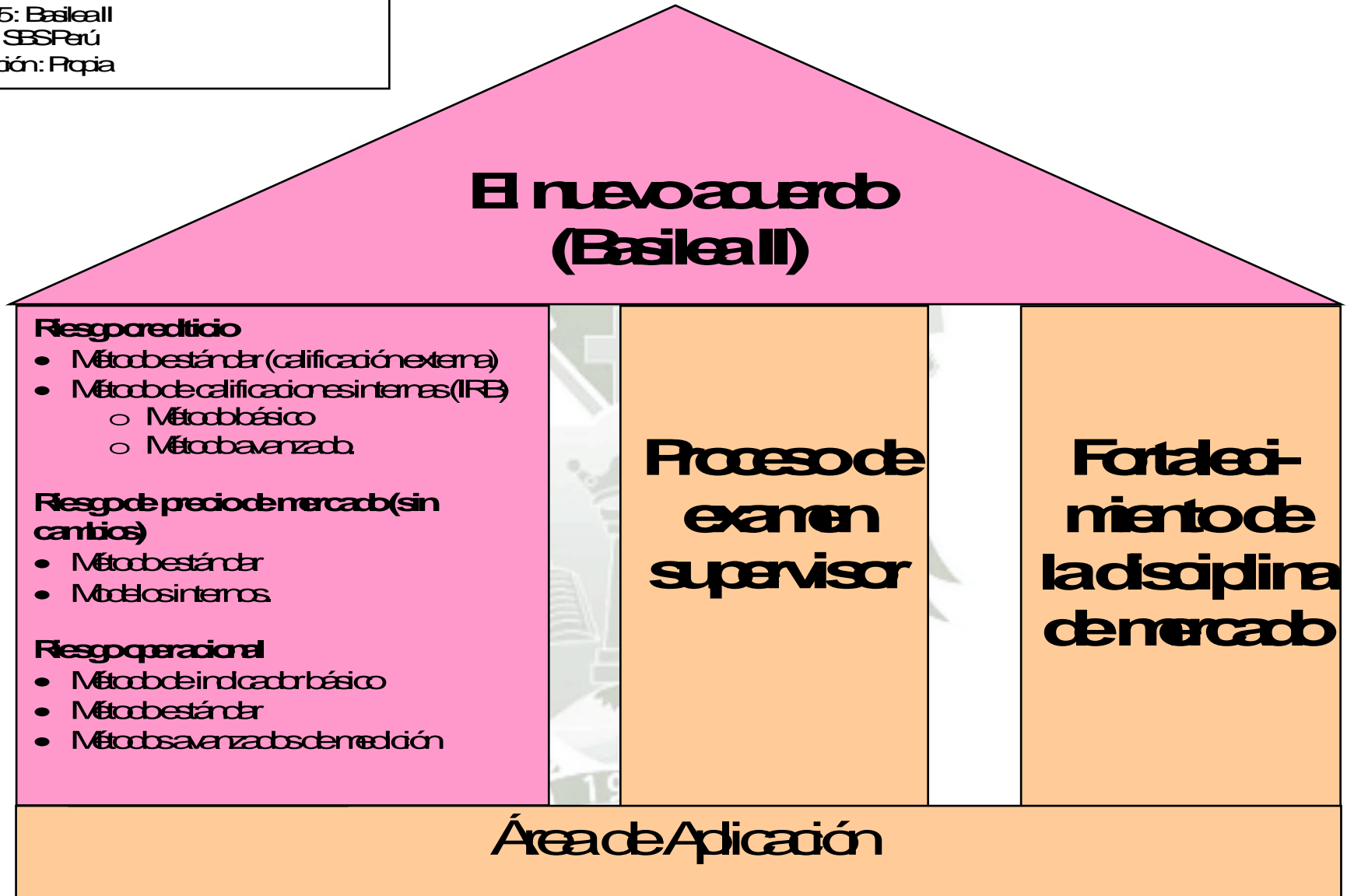
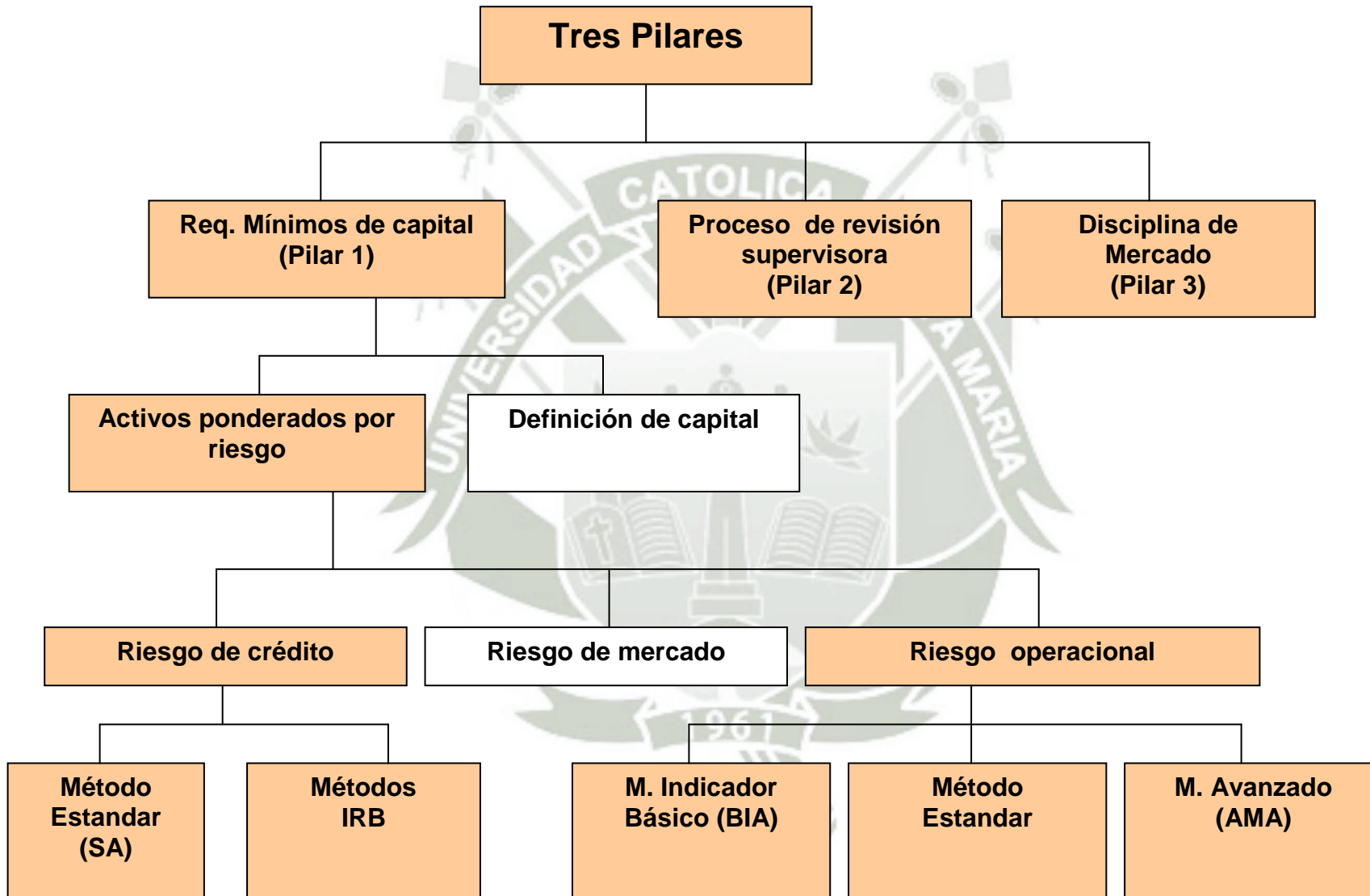


Figura 06: Estructura de Basilea I  
Fuente: SBS Perú



## Pilar I : Requerimiento mínimo de capital

En este pilar se definen los recursos propios mínimos, manteniéndose el 8% del capital en relación con los riesgos asumidos. La definición del capital no varía, y en el denominador se añade el riesgo operativo (inicialmente un 20% de ese 8%) y se cambia el tratamiento del riesgo de crédito. La revisión se centra en la medición del riesgo, es decir, el denominador de la ratio de capital. Se propone por primera vez una medida para el riesgo operativo, mientras que la medición del riesgo de mercado no registra cambios. Para la medición del riesgo de crédito se proponen dos opciones. La primera es el método estándar y la segunda el método basado en rating interno (IRB Internal Rating Based approach) que comprende dos versiones; el básico (foundation) y avanzado (Advanced).<sup>9</sup>

Constituye el núcleo del acuerdo e incluye una serie de novedades con respecto al anterior: tiene en cuenta la calidad crediticia de los prestatarios y toma además en cuenta los riesgos de mercado y operacional. La norma de Basilea I, que exige fondos propios > 8% suma de la exposición crediticia se reemplaza por fondos propios > 8% de (riesgo de crédito (85%) + riesgo de mercado (5%) + riesgo operacional (10%))

El riesgo de crédito se calcula a través de tres componentes fundamentales:

- PD, o probabilidad de incumplimiento
- LGD, o pérdida en el momento de incumplimiento
- EAD, o exposición en el momento del incumplimiento

Habida cuenta de la existencia de bancos con distintos niveles de sofisticación, el acuerdo propone distintos métodos para el cálculo del riesgo crediticio. En el método estándar, la PD y la LGD se calculan implícitamente a través de las calificaciones de riesgo crediticio publicadas por empresas especializadas utilizando una serie de procedimientos. En cambio, los bancos más sofisticados pueden, bajo cierto número de condiciones, pueden optar por el método avanzado, que les permite utilizar sus propios mecanismos de evaluación del riesgo y realizar sus propias estimaciones. Existe un método

---

<sup>9</sup> Véase, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Junio 2004.

alternativo e intermedio en el que los bancos pueden estimar la PD, el parámetro de riesgo más básico, y utilizar en cambio valores precalculados por el regulador para la LGD.

Hasta la fecha, muchas entidades bancarias gestionaban su riesgo crediticio en función de la pérdida esperada,  $EL = PD \times LGD \times EAD$ , que determinaba su nivel de provisiones frente a incumplimientos. La nueva normativa establece una nueva medida, el RWA, que se fija no en la media sino en un cuartil elevado de la distribución de pérdida estimada a través de una aproximación basada en la distribución normal.

El riesgo de crédito se cuantifica entonces como la suma de los RWA correspondientes a cada una de las exposiciones que conforman el activo de la entidad.

Hay que advertir que en esta estimación del riesgo crediticio: se ignora la estructura de correlación probabilística entre las diversas exposiciones.

#### **Pilar II : Proceso de revisión del supervisor de la adecuación del capital**

Los supervisores deben garantizar que los bancos tienen procesos adecuados para calcular la adecuación de su capital a partir de una exhaustiva evaluación de sus riesgos. Los gestores de la entidad deben desarrollar procesos de evaluación interna del capital y fijar objetivos de capital en función del perfil de riesgo particular. Los supervisores evaluarán la idoneidad de estos procesos. Este pilar se basa en cuatro principios:

1. los bancos deben tener procedimientos para evaluar su solvencia en relación con los riesgos asumidos y tener una estrategia para mantener un nivel adecuado de capital.
2. el supervisor debe revisar la evaluación del banco y su estrategia de gestión de riesgos, y actuar en el caso en que no los considere adecuados.
3. los supervisores deben esperar que los bancos mantengan un capital por encima del mínimo y deben tener capacidad de imponer niveles superiores al mínimo.

4. los supervisores deben intervenir rápidamente para impedir que el capital descienda por debajo de los niveles consistentes con el perfil de riesgos de cada entidad.

Para poder validar los métodos estadísticos, los bancos estarán obligados a almacenar datos de información crediticia durante periodos largos, de 5 a 7 años y a garantizar su adecuada auditoría.

### **Pilar III: Disciplina de mercado**

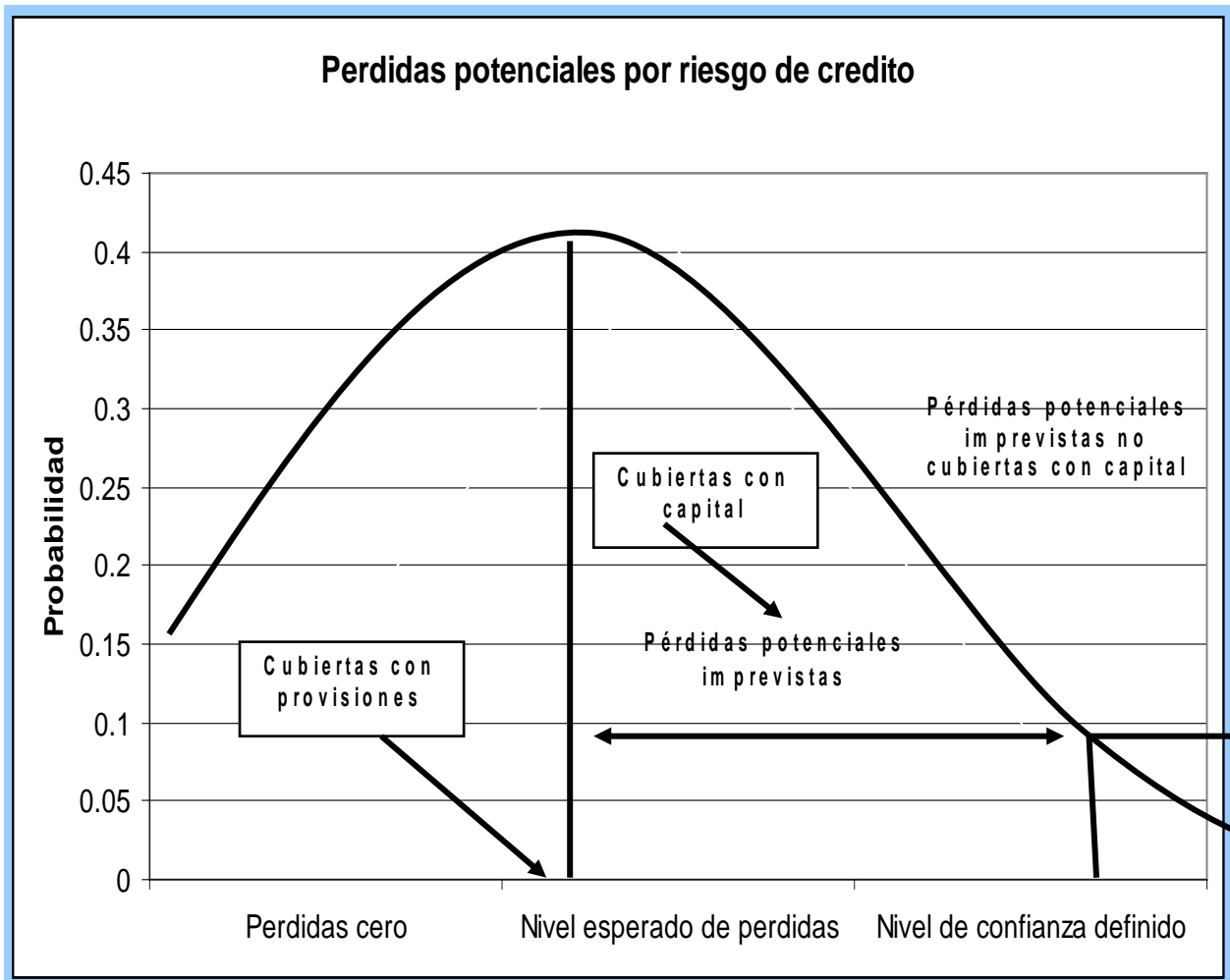
Establece el deber de los bancos de revelar detalles sobre su nivel y estructura de capital, sobre su perfil de riesgos y sobre sus sistemas de medición y control de dichos riesgos. Se intenta aprovechar la disciplina de mercado a través de una mayor transparencia de los bancos. Una publicidad efectiva es esencial para garantizar que los participantes en el mercado tengan una mejor comprensión de los perfiles de riesgo de los bancos y de la adecuación de su capital. Se hacen unos requerimientos más detallados para el reconocimiento por parte del supervisor de las metodologías internas para el riesgo de crédito, las técnicas de reducción de riesgo de crédito y la titulización de activos. La disciplina que impone el mercado es siempre aconsejable, por eso el Acuerdo establece la obligación de que los bancos informen sobre los riesgos asumidos y sobre los sistemas de gestión de riesgos que el banco tiene implantados. En la medida en que las entidades opten por sistemas de cálculo de requerimientos de capital más avanzados, mayor será la información que deberán revelar.

#### **2.3.7. Medición del riesgo de crédito en el marco de Basilea II**

El método estandarizado se basa en la asignación de ponderaciones a la contraparte del crédito según el tipo de deudor implicado. En este sentido, el Nuevo Acuerdo considera hasta 13 tipos distintos de deudores, cuya ponderación puede ser mitigada dependiendo de la existencia de colaterales, garantías o derivados crediticios. Este método es una revisión del método del Acuerdo de 1988 para el riesgo crediticio, en el que los activos son asignados a ponderaciones del riesgo. Para mejorar la sensibilidad al riesgo sin complicar

excesivamente el método estandarizado, el Comité propone basar las ponderaciones del riesgo en evaluaciones externas del crédito. Las ponderaciones de riesgo que propone el Comité se presentan en los cuadros 01 y 02.

Figura 07 : Pérdidas potenciales por riesgo crediticio



Además de las ponderaciones otorgadas según las calificaciones, el Comité de Basilea recomienda que los créditos hipotecarios sobre vivienda que fuese ocupada por el prestatario, o que estuviese alquilada, ponderen al 35%; mientras que las hipotecas sobre bienes raíces comerciales recibirían una ponderación de 100%. Asimismo, los créditos de consumo se ponderarían por 75% y los activos vencidos tendrían un ponderador entre 100% - 150% (dependiendo del monto de deuda provisionada).

**Cuadro 01:** Ponderaciones de Capital propuestas para el Método Estandarizado.

Desde	AAA	A+	BBB+	BB+	Inferior a	No
Hasta	AA-	A-	BBB-	B-	B-	Calificado
Créditos soberanos	0%	20%	50%	100%	150%	100%
Créditos bancarios opción 1	20%	50%	50%	100%	150%	100%
Créditos bancarios opción 2	20%	50%	50%	100%	150%	50%
Créditos bancarios opción 2 (corto plazo)	20%	20%	20%	50%	150%	20%
Desde - Hasta	AAA - AA-	A+ - A-	BBB+ - BB-	Menor a BB-	No calificado	
Empresas comerciales y Cias. Adm. de valores	20%	50%	100%	150%	100%	

Fuente : Nuevo Acuerdo de Capital - Basilea - Junio 2004.

Opción 1 : ponderación basada en la calificación de un organismo externo de la evaluación.

Opción 2: ponderación basada en la calificación asignada al país en la que está establecida la entidad más un escalón.

**Cuadro 02:** Comparación de los requerimientos de capital para obligaciones corporativas (empresas) según Basilea I y el método estándar de Basilea II.

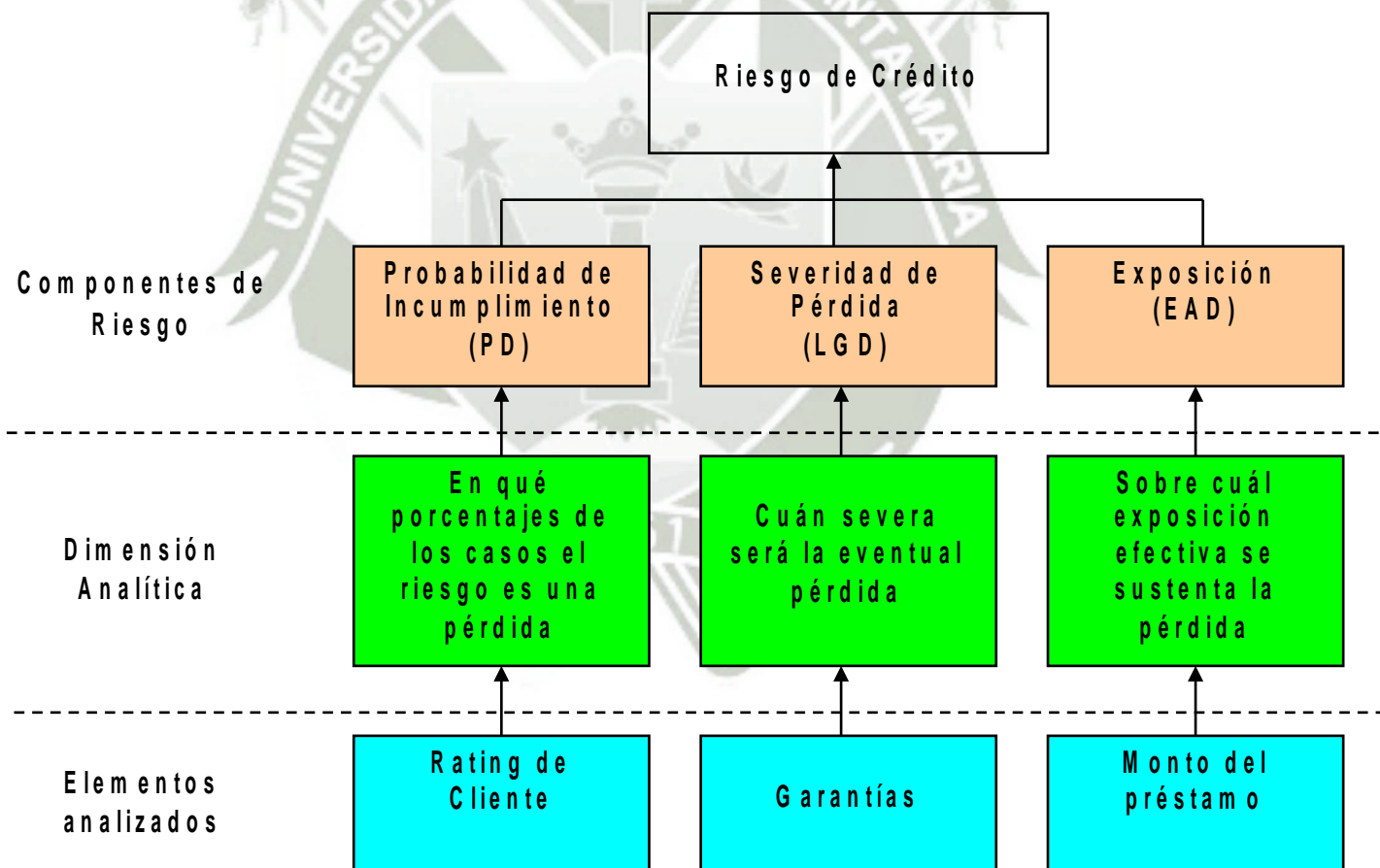
Rating de crédito externo	AAA AA-	A+ A-	BBB+ BB-	Inferior a BB-	No calificada
Ponderación de riesgo según Basilea II	20%	50%	100%	150%	100%
Requerimientos de capital según Basilea II	1.6%	4%	8%	12%	8%
Ponderación de riesgo según Basilea I	100%	100%	100%	100%	100%
Requerimientos de capital según Basilea I	8%	8%	8%	8%	8%

Fuente : Nuevo Acuerdo de Capital - Basilea Junio 2004.

### 2.3.8. Métodos basados en modelos internos (IRB)<sup>10</sup>

Con el enfoque IRB (por sus iniciales del inglés Internal Rating Based Approach), los bancos podrán utilizar sus estimaciones internas de la calidad crediticia de sus prestatarios para calcular el riesgo de crédito en sus carteras, sujeto todo ello a metodologías y estándares de publicidad estrictos. El banco estima la calidad crediticia de sus prestatarios y los resultados se traducen en estimaciones del importe de las pérdidas futuras potenciales, importe que constituye la base de los requerimientos mínimos de capital. Existe un método básico (foundation) y uno avanzado (advanced), ambos proporcionan mayor sensibilidad al riesgo que el método estándar.

**Figura 08: Riesgo crediticio**  
Fuente : Escalar Consulting



<sup>10</sup> Véase Informe Escalar Consulting, México 2006.

El enfoque de ratings internos (IRB) es la auténtica novedad del Nuevo Acuerdo. La clasificación de las exposiciones a los riesgos dependerá de las propias estimaciones internas de los riesgos que realice el banco. Si el banco posee un sistema de gestión de riesgos, que permite calcular las probabilidades de impago de sus prestatarios, y que haya estado en vigor durante los tres últimos años y ha sido reconocida su validez por el supervisor, podrá usar estas probabilidades de impago para clasificar los préstamos en categorías, y con ello obtener las ponderaciones que servirán para calcular los requerimientos de capital. Para calcular la carga regulatoria, es necesario estimar la severidad (la LGD), esto es, la pérdida en caso de impago. Se establece un recargo por concentración llamado de granularidad, que tiene en cuenta la concentración del riesgo. Se establece un mínimo durante los dos primeros años de implementación del acuerdo, por el que el capital regulatorio según el enfoque IRB avanzado no puede ser inferior al 90% del enfoque IRB básico. Además los requerimientos de capital deben incluir un incentivo para pasar del enfoque IRB básico al avanzado.

En el método IRB básico, a partir de los rating internos, se estiman la probabilidad de impago (PD, Probability of default) y la exposición en caso de impago (EAD, exposure at default) a un año para cada transacción. Para implementar el método IRB avanzado se requieren, adicionalmente, estimaciones independientes de pérdidas dado el impago (LGD, loss given default) y vencimientos (M, maturity). A continuación detallamos los elementos que debe tener un sistema IRB:

1. una clasificación de la obligación según su exposición al riesgo de crédito.
2. componentes de riesgo. Para el modelo básico PD y EAD, y para el modelo avanzado PD, EAD, LGD y M.
3. una función de ponderación de riesgo que utilice los componentes de riesgos para calcular las ponderaciones de riesgo.
4. un conjunto de requerimientos mínimos de elegibilidad para aplicar el enfoque IRB (por ejemplo, demostrar que los bancos

mantiene el sistema de información necesario para implementar con precisión ese enfoque.

5. revisión del supervisor del cumplimiento de los requerimientos mínimos.

### 3.3.8.1. El enfoque IRB básico<sup>11</sup>

Se permite al banco utilizar su propia estimación de probabilidad de impago (PD) en un horizonte de un año, así como la exposición al impago (EAD). La probabilidad de impago promedio de cada grado interno es usada para calcular la ponderación de cada rating interno. La PD puede estar basada en la experiencia empírica e incluso en un modelo de credit scoring. La exposición al impago (EAD) para transacciones de balance es igual al valor nominal de la exposición (por ejemplo, el valor en libros de un préstamo). Los factores de mitigación del riesgo (por ejemplo, colaterales, derivados de crédito, ajustando la exposición al impago (EAD) por el monto del colateral, menos un recorte determinado por el regulador según el Pilar II. La EAD para operaciones fuera de balance es calculada usando el enfoque de Basilea I de transformar los ítems fuera de balance en ítem de balances equivalentes. El enfoque IRB básico establece una referencia del vencimiento (M) a tres años. Además, asume que la pérdida dado el impago (LGD) de un préstamo no asegurado se establece en LGD = 50% de obligaciones corporativas senior y LGD=75% de obligaciones corporativas subordinadas. Sin embargo, en noviembre de 2001, el Comité de Basilea para la Supervisión Bancaria presentó modificaciones potenciales que reducen la LGD de préstamos al 45% si está asegurado por colateral físico no inmobiliario y 40% si está completamente asegurado por cuentas a cobrar a clientes. Las pérdidas esperadas sobre el impago pueden ser calculadas como:

$$\text{Pérdidas esperadas} = PD * LGD * EAD$$

PD : probabilidad de incumplimiento

LGD : severidad de la pérdida dado el incumplimiento

---

<sup>11</sup> Véase, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Junio 2004.

Figura 9: Método de Rating Interno (IRB)  
Fuente: Publicación Comité Basilea  
Elaboración: Propia

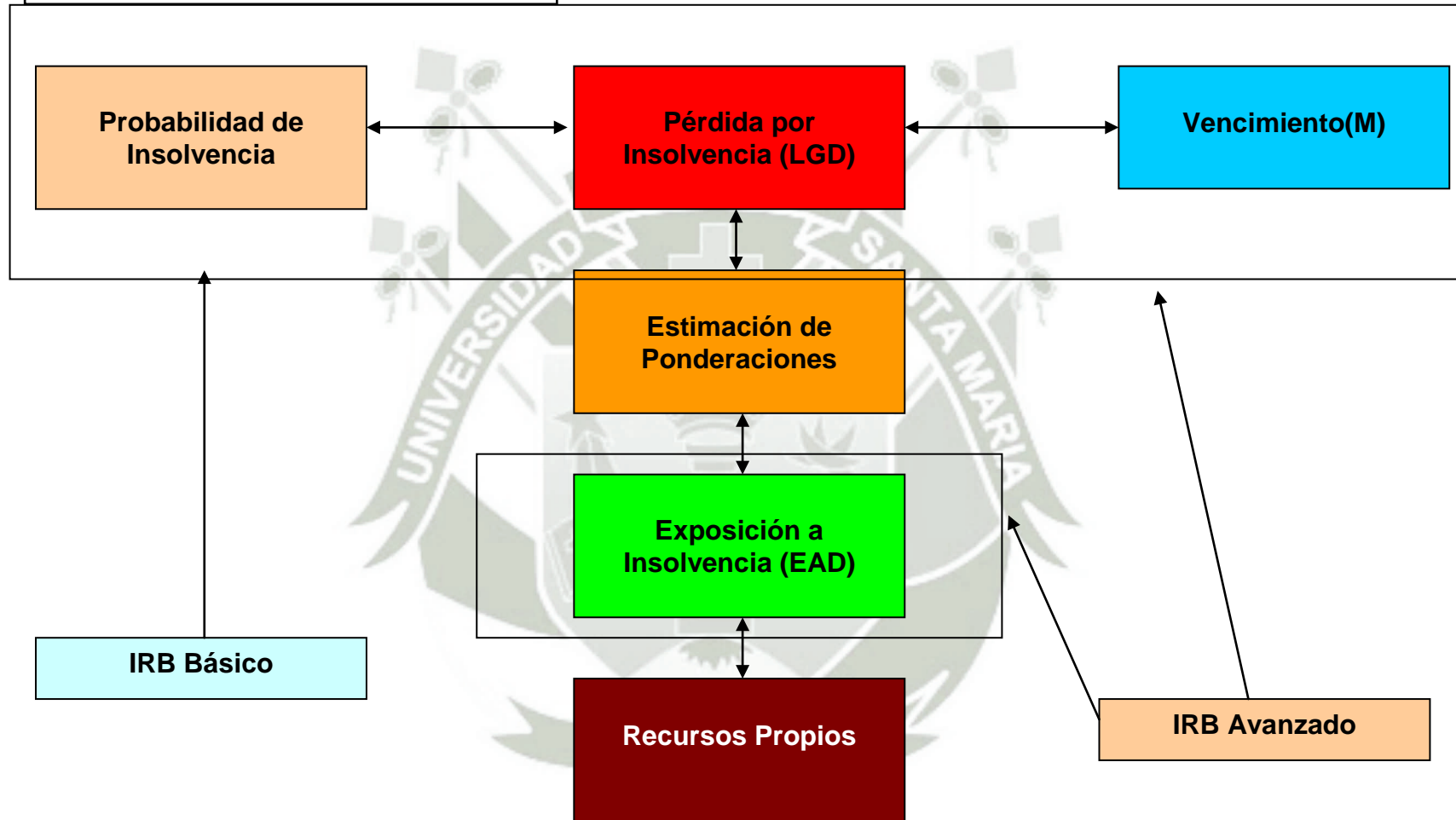
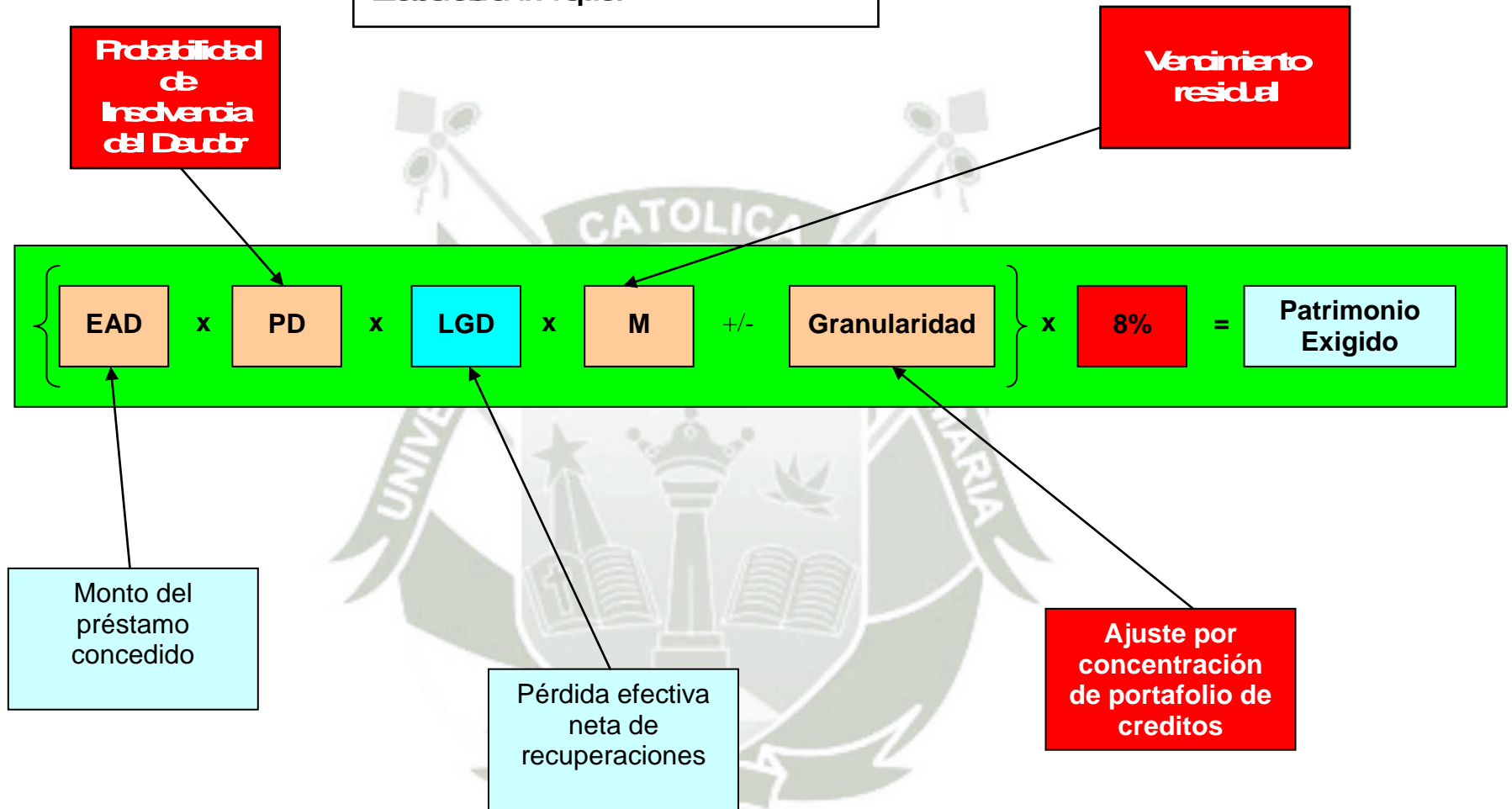


Figura 10: Requerimiento de capital  
Fuente: Publicación Comité Basilea  
Elaboración: Progia



### 2.3.8.2. El enfoque IRB avanzado

Se ha animado a los bancos de mayor entidad a moverse del enfoque básico al enfoque avanzado. Una fuente primera para ese incentivo proviene del uso de la LGD producto de la experiencia real del banco, en lugar de las presunciones fijas de 40%, 45%, 50%, ó 75%. La evidencia sugiere que la LGD histórica para préstamos bancarios es significativamente menor que el 50% y, por lo tanto, el cambio al enfoque avanzado se espera que reduzca los requerimientos de capital de 2% a 3%. Otro elemento, es la incorporación de ajustes al vencimiento, en el cálculo de la ponderación de riesgo de referencia, que reflejan el vencimiento efectivo de la transacción, definido como el mayor entre un año o el vencimiento nominal, que es el promedio ponderado de vida de todos los instrumentos con un calendario predeterminado de amortización mínima. El vencimiento es limitado a siete años para evitar sobrestimar el impacto del vencimiento en la exposición al riesgo de crédito.

El enfoque IRB avanzado permite al banco usar sus propias estimaciones de migraciones de crédito para ajustar PD, LGD y EAD por colaterales, derivados de crédito, garantías compensaciones en balance. El enfoque IRB avanzado involucra la estimación de parámetros que requieren muchos datos históricos que no están disponibles para la mayoría de los bancos. Dado el coste de desarrollar esos modelos y bases de datos, existe la posibilidad de dividir en dos la industria bancaria entre los que tienen y los que no tienen.

### Distinción entre Riesgo Sistemático y Riesgo Idiosincrático

El riesgo de crédito está conformado por el riesgo sistemático (no diversificable) y riesgo individual o idiosincrático (diversificable). El riesgo sistemático se puede medir mediante la correlación entre el crédito individual y el entorno económico utilizando la correlación  $\rho_{im}$  que representa la correlación entre el crédito  $i$  y el mercado, o entorno económico general.

Esta es la correlación que incorpora Basilea en la medición de la pérdida inesperada y en el cálculo del requerimiento del capital. De hecho Basilea toma en cuenta una sola correlación  $\rho_{im} = \rho$  por distintos tipos o segmentos de cartera.

Por otro lado el riesgo idiosincrásico o individual es el complemento o porción del riesgo no explicado por el riesgo sistemático. A diferencia del riesgo sistemático, el riesgo idiosincrásico se puede mitigar, ya que este depende de la correlación del crédito  $i$  con los demás créditos de la cartera, es decir, con la diversificación del portafolio de crédito.

La correlación del crédito individual  $i$  con los demás créditos de la cartera se mide por medio de la correlación  $\rho_{ij}$ , que representa la correlación entre el crédito  $i$  y el crédito  $j$ .

### TRATAMIENTO DE EXPOSICIONES A MICROEMPRESAS EN EL MODELO DE BASILEA

A diferencia del caso de PYMES, el tratamiento de créditos a microempresas no es tan claro en el esquema de Basilea. Este esquema divide en diferentes segmentos las exposiciones de la cartera como se muestra en la figura siguiente:

Tipo de prestatario
Corporativos, Bancos y Soberanos
PYME S grandes (ventas anuales hasta 50 MM Euros)
PYME S pequeñas (ventas anuales hasta 5 MM Euros)
O tros minoristas (IM Fs)
Vivienda con Hipoteca
M inoristas autorenovables

Note de la figura anterior que las exposiciones de créditos a microempresas ( o créditos de IMFs, instituciones de micro finanzas), se les ha ubicado en la categoría “otros créditos minoristas”, siguiendo algunos criterios de Basilea.

### **2.3.9. Metodologías para la estimación de probabilidad de incumplimiento y riesgo de crédito**

El elemento más importante en la estimación de la pérdida esperada es la probabilidad de incumplimiento. Existen diferentes metodologías para calcular la probabilidad de incumplimiento, a la que se encuentran expuestos los activos crediticios de una institución financiera, el principal problema que enfrenta una institución para elegir la metodología es la disponibilidad y calidad de la información con la que cuenta la institución.

En la medida en que se cuente con información de créditos diferenciada y completa, es más fácil tener acceso a los diferentes modelos para la estimación del riesgo de crédito, y con base en estos resultados tomar decisiones adecuadas en materia de administración de riesgos.

Las limitaciones de información son un impedimento clave para el diseño e implementación de los modelos de riesgo de crédito; la escasez en la información suficiente para estimar los modelos de riesgo de crédito también se deriva de la naturaleza no frecuente de los eventos de incumplimiento y de los horizontes de largo plazo, utilizados para su medición. Por lo tanto, al especificar los parámetros de un modelo, los modelos de riesgo de crédito requieren el uso de supuestos para simplificar y representar la información. En la medida en que la información de una institución financiera sea más completa y de fácil acceso, las repercusiones potenciales sobre la administración de recursos de dicha institución en términos de riesgos serán mejores. No basta con metodologías adecuadas para la medición de este tipo de

riesgo, es necesario contar con información necesaria que refleje la medición adecuada de las variables que se consideran dentro de los distintos tipos de modelos.

Debido a lo expresado anteriormente, es preferible en un inicio poner énfasis en la importancia de la información que en la complejidad de la metodología. Cuando se están construyendo modelos de riesgo de crédito con fuertes restricciones en lo que la información se refiere, es preferible empezar utilizando metodologías simples que reflejen primeras aproximaciones correctas de la pérdida esperada, que utilizar modelos más complejos con información incorrecta que pueden llevar a resultados que lejos de acercar a la institución al conocimiento de la exposición al riesgo de crédito al que realmente están expuestos sus activos, pueden generar confusión y conducir a la incorrecta toma de decisiones.

En general la información que se requiere para estimar la probabilidad de incumplimiento se refiere a las características del crédito, atributos del acreditado, información del entorno económico, garantías y experiencia de pago entre otras.

Si una institución financiera cuenta con información suficiente y de buena calidad acerca de todas estas variables, entonces podrá probar en términos relativos la validez de las distintas metodologías y decidir en cada caso cuál es la que produce los resultados más satisfactorios.

La estimación de la probabilidad de incumplimiento de créditos corporativos, hipotecarios y el de consumo, tiene por objeto contar con metodologías que permitan, a partir del análisis de las características específicas de cada tipo de cartera:

- a. identificar los factores de riesgo de las carteras de crédito.
- b. Especificar modelos que permitan conocer los determinantes del riesgo de las carteras de crédito.

- c. Cuantificar el efecto de las variables que determinan el riesgo de crédito.



- d. Llevar a cabo pruebas de sensibilidad y simulaciones.

Es necesario hacer todo lo señalado en estas cuatro precisiones, es con el propósito de que la institución pueda contar con estimaciones confiables acerca de su exposición al riesgo de crédito a partir de los resultados de la medición de la pérdida esperada y no esperada.

Entre las metodologías que han sido aplicadas con el propósito de estimar la probabilidad de incumplimiento se pueden mencionar en general, técnicas estadísticas univariadas, multivariadas (análisis discriminante, análisis de componentes principales), análisis de modelos de clasificación, árboles de decisión, modelos de elección cualitativa (Probit y Logit) y el análisis de matrices de transición entre otros.

El desarrollo de este tipo de modelos surge de manera formal al final de los años 60 y durante la década de los 70. Sin embargo, desde los años 30 se inician estudios basados en el análisis tradicional de razones financieras.

#### 2.3.9.1. **Modelo Z-Score**<sup>12</sup>

Basada en técnicas estadísticas de discriminación, tiene como principal exponente a Edward Altman con su trabajo pionero de "Z-score" en 1968. A diferencia de las técnicas subjetivas antes mencionadas, la estimación de los ponderadores de la función discriminante se hace con datos reales de casos de empresas quebradas y sanas. En su estudio inicial, Altman obtuvo la siguiente función discriminante, para distinguir empresas sanas de las que tienen alta probabilidad de quiebra:

$$Z = 0.717X_1 + 0.847X_2 + 3.107X_3 + 0.420X_4 + 0.998X_5$$

donde:

X1 : Capital de trabajo/activos totales

---

<sup>12</sup> Véase, Medición Integral del Riesgo de Crédito, Alan Elizondo, Pag. 23, México 2004.

X2 : Ganancias retenidas/activos totales

X3 : Ganancias antes de intereses e impuestos/activos totales

X4 : Valor de mercado de las acciones/activos totales

X5 : Venta/activos totales

Luego la probabilidad de incumplimiento se expresa así:

$$P_i = \frac{e^z}{1 - e^z}$$

Dentro del análisis de este tipo de modelos es importante tomar en cuenta lo siguiente:

- a. La selección de variables
- b. La selección de la muestra
- c. Las pruebas de significancia
- d. La validación de resultados
- e. El poder predictivo de la función discriminante
- f. La validez de los supuestos que sustentan el modelo.

El modelo original de Z de Edward Altman fue desarrollado para predecir las quiebras de las empresas. Edward Altman analizó la información financiera de una muestra inicial compuesta por 66 corporaciones del sector manufacturero, con 33 empresas en cada grupo. El grupo correspondiente a compañías en bancarrota estaba compuesta por empresas que entraron en bancarrota durante el periodo comprendido entre 1946 y 1965. El grupo de las que no presentaron bancarrota fue seleccionado de una muestra de empresas de la industria manufacturera elegidas y estratificadas aleatoriamente. De los primeros resultados de este modelo, en el que inicialmente se utilizaron 22 razones financieras, se eligieron cinco razones como los mejores predictores de la quiebra corporativa.

Asimismo por medio de la prueba F es posible determinar el poder discriminante del modelo. Esta prueba es apropiada, ya que como se mencionó anteriormente, el objetivo del análisis discriminante es identificar y utilizar aquellas variables que mejor discriminen entre grupos y que sean más similares dentro de los grupos.

El principal argumento usado en contra del Modelo Z-Score es que utiliza razones financieras, y éstas tienen un efecto de subestimación en el tamaño de las estadísticas, es decir, en un análisis realizado a través de razones financieras no se puede identificar datos relevantes en el otorgamiento de un crédito, como puede ser el tamaño de las empresas.

### 2.3.9.2. Probabilidad de incumplimiento con tasa de recuperación nula

Aborda la probabilidad de incumplimiento asociada a un bono corporativo en un mundo neutral al riesgo. Se denota la probabilidad de incumplimiento en T del bono corporativo calculada en t, mediante  $Q(t, T)$ . Si se supone que no hay recuperación del nominal, ni siquiera parcial, se puede escribir  $N = 0$ . Bajo el supuesto de que el valor esperado del nominal de un bono corporativo sea igual al valor futuro de su precio, calculado con la tasa de rendimiento libre de riesgo de crédito, la probabilidad de incumplimiento,  $Q(t, T)$ , satisface:

$$B_c(t, T)e^{R_g(t, T)(T-t)} = (1 - Q(t, T))N + Q(t, T)0,$$

Lo cual implica que

$$B_c(t, T) = (1 - Q(t, T))B_g(t, T)$$

Es decir esto se convierte en :

$$Q(t, T) = \frac{B_g(t, T) - B_c(t, T)}{B_g(t, T)} = V(t, T) = \frac{V(t, T)}{B_g(t, T)}$$

De esta manera  $v$  y  $Q$  son exactamente la misma función. La importancia de este resultado radica en que para calcular  $Q(t, T)$  sólo se requiere conocer los precios actuales de los bonos o, en forma equivalente, sus curvas de rendimiento.

### 2.3.9.3. Probabilidad de incumplimiento con tasa de recuperación positiva

El supuesto es que en caso de incumplimiento, existe la posibilidad de recuperar parcialmente el nominal del bono corporativo,  $Nd$ , con  $0 < d < 1$ , entonces la probabilidad de incumplimiento, neutral al riesgo,  $Q(t, T)$ , satisface:

$$B_c(t, T)e^{R_g(t, T)(T-t)} = (1 - Q(t, T))N + Q(t, T)Nd$$

Así :

$$Q(t, T) = \left( \frac{1}{1-d} \right) \frac{B_g(t, T) - B_c(t, T)}{B_g(t, T)}$$

ó

$$Q(t, T) = \frac{1 - e^{-H(t, T)(T-t)}}{1-d}$$

En particular, cuando  $d=0$ , esta última ecuación es igual a

$$Q(t, T) = \frac{B_g(t, T) - B_c(t, T)}{B_g(t, T)}$$

$t$  : Fecha de referencia ( o de valuación)

$R_c(t, T)$  : Rendimiento de un bono cupón cero emitido por un corporativo colocado en  $t$  y con vencimiento en  $T$ . Se supone que  $R_c(t, T)$  tiene derivada parcial continua con respecto del argumento  $T$ .

$R_g(t, T)$  : Rendimiento de un bono cupón cero gubernamental colocado en  $t$  y con vencimiento en  $T$ , el cual se supone libre de riesgo de crédito. Se supone que  $R_g(t, T)$  tiene derivada continua con respecto de  $T$ .

$B_c(t, T)$  : Precio de un bono corporativo cupón cero, con riesgo crédito, colocado en  $t$  y con vencimiento en  $T$ .

$B_g(t,T)$  : Precio de un bono cupón cero gubernamental libre de riesgo de crédito, colocado en  $t$  y con vencimiento en  $T$ .

$N$  : Valor nominal de los bonos.

Se supone que  $R_c(t,T) - R_g(t,T) > 0$ . Esta diferencia recibe el nombre de sobretasa por riesgo crédito y será denotada por  $H(t,T)$ , se supone que

$$\frac{\partial H}{\partial T} \geq 0$$

#### 2.3.9.4. Modelo de Merton para el cálculo de probabilidades de incumplimiento de bonos corporativos y determinación de la curva de rendimiento de un bono con riesgo.<sup>13</sup>

En el caso de una opción call Europea, con precio de ejercicio  $E$ , y término de expiración  $T$ , al final del período la opción debe valer exactamente  $\max(S-E, 0)$  cuando  $t = T$ . Para este derivado en particular y con la condición dada, el valor de esa opción, generado por el modelo está dado por:

$$C(S,t) = SN(d_1) - Ee^{-r(T-t)}N(d_2),$$

Esta es la llamada fórmula de Black Scholes y Merton. En ella  $N(x)$  es el valor de la función de probabilidad acumulada de una distribución normal estándar, es decir:

$$N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-(1/2)y^2} dy,$$

$$d_1 = \frac{\log\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right) \cdot (T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

y

<sup>13</sup> Véase, Contratos de Opciones, Lam othe Fernandez, México 2004.

$$d_2 = \frac{\log\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

De acuerdo con la fórmula, el valor de la opción de Call C puede ser explicada por la diferencia entre el precio esperado de la acción -el primer término del miembro derecho- y el costo esperado -el segundo término del segundo miembro- si la opción es ejercida.

El valor de la opción es mayor cuanto más alto sea el precio presente de la acción S; cuanto más alta sea la volatilidad del precio de la acción -medida por la desviación estándar  $\sigma$ , cuanto más alta sea la tasa de interés libre de riesgo r; cuanto más largo sea el tiempo hasta la madurez T, y cuanto más bajo sea el precio de ejercicio E, ya que entonces aumenta la probabilidad de que la opción sea ejercida. Esta probabilidad es, bajo la hipótesis de neutralidad del riesgo, evaluada por la función de distribución normal estandarizada N, en el segundo término del segundo miembro.

En la ecuación todos los parámetros son observables, excepto la volatilidad. Ésta debe estimarse a partir de datos históricos del mercado. Alternativamente, si se sabe el precio de la opción call, puede utilizarse para calcular la volatilidad estimada por el mercado, también llamada "volatilidad implícita".

De donde la probabilidad neutral al riesgo, de que la empresa cumpla con el pago de su deuda es :

$$P\{S < E/S\} = N(d_2)$$

Por lo tanto la probabilidad, neutral al riesgo, de que la empresa incumpla con el pago de su deuda es :

$$P\{S < E/S\} = 1 - N(d_2)$$

#### 2.3.9.5. Matriz de transición de Markov y Probabilidad de incumplimiento<sup>14</sup>

La matriz de transición es la principal herramienta para determinar la probabilidad de que un crédito con una calificación determinada cambie de calificación crediticia durante un periodo específico. A esta probabilidad se le conoce como probabilidad de migración de la calidad de un crédito. Estas matrices representan un elemento importante en la estimación del riesgo de

<sup>14</sup> Véase Medición Integral del Riesgo de Crédito, Alan Elizondo, Pag. 64, México 2004.

crédito de los bancos, debido a que proveen la base para estudiar el posible deterioro que pudiera presentar una cartera en el futuro<sup>15</sup>.

Es importante mencionar que aunque esta metodología tradicionalmente se ha utilizado para estimar la pérdida no esperada de una cartera crediticia, las matrices de transición pueden utilizarse para otros fines alternativos, en particular permiten resumir la información intertemporal de la calidad de la cartera de créditos de los bancos.

Cuando se cuenta con información de la experiencia de pago de una cartera de créditos, la metodología de matrices de transición permite construir un indicador de experiencia de pago para cada crédito o acreditado, el cual sirve como insumo o variable explicativa en la estimación de los modelos de elección cualitativa.

#### **Principio de Markov:**

Cuando una probabilidad condicional depende únicamente del suceso inmediatamente anterior, cumple con el Principio de Markov de Primer Orden, es decir.

$$P(X(t+1) = j | X(0) = K_0, X(1) = K_1, \dots, X(t) = i) = P(X(t+1) = j | X(t) = i) = p_{ij}$$

#### **Definiciones en los Procesos de Markov de Primer Orden:**

**Estados:** Las condiciones en las cuales se encuentra un ente ó sucesos posibles.

**Ensayos:** Las ocurrencias repetidas de un evento que se estudia.

**Probabilidad de Transición:** La probabilidad de pasar de un estado actual al siguiente en un período ó tiempo, y se denota por  $p_{ij}$  ( la probabilidad de pasar del estado  $i$  al estado  $j$  en una transición ó período)

---

<sup>15</sup> Véase Medición Integral del Riesgo de Crédito, Alan Elizondo, Página 64.

### Características de los Procesos de Markov de Primer Orden:

Se pueden usar como modelo de un proceso físico ó económico que tenga las siguientes propiedades:

- a) Que la probabilidad cumpla con el principio de Markov.
- b) Existencia de un número finito de estados.
- c) Las  $p_{ij}$  son constante con respecto al tiempo ó período.
- d) Ensayos en períodos iguales.

Si un suceso depende de otro además del inmediatamente anterior, este es un proceso de Markov de mayor orden. Por ejemplo, Un proceso de segundo orden describe un proceso en el cual el suceso depende de los dos sucesos anteriores.

Los procesos de Markov también se les llaman **Cadenas de Markov**.

### Notaciones que utilizaremos:

$p_{ij}$  = probabilidad de transición en un período.

$P = [p_{ij}]_{n \times n}$  matriz de transición formada por los valores de  $p_{ij}$ , donde cada fila representa el estado inicial donde se parte y las columna el estado al que se ira en un período.

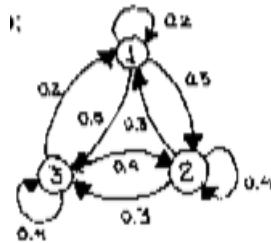
$p_{ij}^{(k)} = P(X(k) = j | X(0) = i)$  representa la probabilidad de ir del estado  $i$  al estado  $j$  en  $k$  períodos.

$P^{(k)} = [p_{ij}^{(k)}]_{n \times n}$  la matriz de transición de  $k$  períodos.

$S_i(t)$  = probabilidad de encontrarse en el estado  $i$  en el período  $t$ .

$S(t) = (S_1(t), S_2(t), \dots, S_n(t))$  vector de probabilidad de estado en el período  $t$ . Para  $n$  estados.

Los sucesos que cumplan con un proceso de Markov, se pueden representar por medio de un esquema donde los nodos indique los estados y arcos dirigidos de nodo a nodo con un número que representa la probabilidad de transición de ir de un estado a otro, ó por medio de una matriz de transición.



$$P = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.5 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 \end{bmatrix}$$

Para calcular:

$$p_{11}^{(2)} = P(X(2) = 1 | X(0) = 1) = p_{11} \cdot p_{11} + p_{12} \cdot p_{21} + p_{13} \cdot p_{31}$$

$$= 0,2 \cdot 0,2 + 0,3 \cdot 0,3 + 0,5 \cdot 0,2 = 0,23$$

$$p_{12}^{(2)} = P(X(2) = 2 | X(0) = 1) = p_{11} \cdot p_{12} + p_{12} \cdot p_{22} + p_{13} \cdot p_{32}$$

$$= 0,2 \cdot 0,3 + 0,3 \cdot 0,4 + 0,5 \cdot 0,4 = 0,38$$

$$p_{13}^{(2)} = P(X(2) = 3 | X(0) = 1) = p_{11} \cdot p_{13} + p_{12} \cdot p_{23} + p_{13} \cdot p_{33}$$

$$= 0,2 \cdot 0,5 + 0,3 \cdot 0,3 + 0,5 \cdot 0,4 = 0,39$$

$$\text{luego } p_{11}^{(2)} + p_{12}^{(2)} + p_{13}^{(2)} = 1$$

Otra forma es usando el vector de probabilidades y la matriz de transición, es decir:

$$S(0) = (1, 0, 0) \quad S(1) = S(0) \cdot P = (0,2; 0,3; 0,5)$$

$$S(2) = S(1) \cdot P = (0,23; 0,38; 0,39)$$

### Cadenas de Markov Ergódicas ó cadenas irreducibles.

Describen matemáticamente un proceso en el cual es posible avanzar desde un estado hasta cualquier otro estado. No es necesario que esto sea posible en un paso.

Una cadena ergódica es regular: Si para alguna potencia de la matriz de transición tiene únicamente elementos positivos de probabilidad (diferente de cero)

$$P = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0.3 & 0 & 0.7 \\ 0 & 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} \quad P^2 = \begin{bmatrix} 0.40 & 0.25 & 0.35 \\ 0.15 & 0.43 & 0.42 \\ 0.12 & 0.24 & 0.64 \end{bmatrix}$$

luego es regular (y por lo tanto ergódica)

Ejemplo 2:

$$P = \begin{bmatrix} 0.4 & 0 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0 & 0.7 \\ 0.6 & 0 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0.5 \end{bmatrix} \quad P^2 = \begin{bmatrix} 0.52 & 0 & 0.48 & 0 \\ 0 & 0.44 & 0 & 0.56 \\ 0.48 & 0 & 0.52 & 0 \\ 0 & 0.40 & 0 & 0.60 \end{bmatrix} \quad P^4 = \begin{bmatrix} p & 0 & 1-p & 0 \\ 0 & q & 0 & 1-q \\ r & 0 & 1-r & 0 \\ 0 & h & 0 & 1-h \end{bmatrix}$$

Esta matriz repite continuamente este patrón para todas las potencias de  $P$ ; por consiguiente no es regular ni tampoco ergódica.

### Propiedades de las Cadenas de Markov.

1.- Las probabilidades de estados deben ser igual a uno, es decir.

$$S_1(t) + S_2(t) + \dots + S_n(t) = 1 \text{ para } n \text{ estados.}$$

2.- Para cada fila de la matriz  $P$  se cumple:  $p_{i1} + p_{i2} + \dots + p_{in} = 1$  para todo  $i = 1, 2, \dots, n$

3.- Las transiciones de un período al siguiente se obtienen de la siguiente ecuación:  $S(t) = S(t-1) \cdot P$  por lo tanto  $S(t) = S(0) \cdot P^t$

4.- Si  $S(t+1) = S(t)$  para  $t \geq K$ , Entonces se dice que el sistema se estabiliza ó que los estados son estacionarios ó estables. Esto implica que  $S = S \cdot P$ , es decir. El vector de estado estacionario sigue siendo igual después de la transición  $t$ .

Ejemplo para calcular el vector de equilibrio o de estado estacionario.

Sea :

$$P = \begin{bmatrix} 3/5 & 2/5 \\ 4/5 & 1/5 \end{bmatrix} \quad P^2 = \begin{bmatrix} 17/25 & 8/25 \\ 16/25 & 9/25 \end{bmatrix} \quad P^3 = \begin{bmatrix} 83/125 & 42/125 \\ 84/125 & 41/125 \end{bmatrix}$$

$$P^4 = \begin{bmatrix} 417/625 & 208/625 \\ 416/625 & 209/625 \end{bmatrix} \quad P^5 = \begin{bmatrix} 2083/3125 & 1042/3125 \\ 2084/3125 & 1041/3125 \end{bmatrix} \quad P^6 = \begin{bmatrix} 2/3 & 1/3 \\ 2/3 & 1/3 \end{bmatrix}$$

$$P^7 = \begin{bmatrix} 2/3 & 1/3 \\ 2/3 & 1/3 \end{bmatrix} \quad \text{El proceso se estabiliza en el período 6}$$

Otra forma:

Se calcula el siguiente sistema  $\begin{cases} S = S.P \\ \sum S_i = 1 \end{cases}$  en este caso

$$\begin{cases} S = 0,6S_1 + 0,8S_2 \\ S_2 = 0,4S_1 + 0,2S_2 \\ S_1 + S_2 = 1 \end{cases} \text{ y queda } \begin{cases} 0,4S_1 - 0,8S_2 = 0 \\ S_1 + S_2 = 1 \end{cases}$$

cuya solución es:  $S_1 = 2/3$  y  $S_2 = 1/3$

Observación: Las ecuaciones que se obtienen del desarrollo de  $S = S.P$  Siempre hay una ecuación que es combinación lineal de las demás ecuaciones, por lo tanto se omite para que el sistema quede con  $n$  ecuaciones y  $n$  variables.

#### Estados Absorbentes:

Es aquel estado que tiene una probabilidad de ser abandonado igual a cero, es decir. Una vez en él es imposible dejarlo. Esto quiere decir:

Si  $i$  es un estado absorbente si se cumple que  $p_{ij} = 0$  si  $i \neq j$  y  $p_{ii} = 1$ .

#### Una cadena de Markov es Absorbente:

Si se cumple:

- Tiene por lo menos un estado Absorbente.
- Es posible ir de cada estado no absorbente hasta por lo menos un estado absorbente. No es necesario efectuar esta transición en un paso; ni es necesario tener la posibilidad de alcanzar cada estado absorbente a partir de cualquier estado no absorbente.

### **Análisis de las cadenas de Markov Absorbentes.**

A partir del análisis de estas cadenas, es posible determinar los siguientes datos:

- 1) El número esperado de pasos antes de que el proceso sea absorbido.
- 2) El número esperado de veces que el proceso está en cualquier estado dado no absorbente.
- 3) La probabilidad de absorción por cualquier estado absorbente dado.

El primer paso del análisis es construir una submatriz  $H$  de  $P$  formada de estados no absorbentes a estados no absorbentes. Luego  $H$  da las probabilidades de ir desde cualquier estado no absorbente hasta otro estado no absorbente en un paso exactamente,  $H^2$  da las probabilidades de ir desde cualquier estado no absorbente hasta otro estado no absorbente en dos pasos exactamente.  $H^3$  da información similar para tres pasos, etc. Por lo tanto,  $H^n$  da esta misma información para  $n$  pasos.

Para hallar el número esperado de pasos antes que el proceso sea absorbido, consiste en calcular el número esperado de veces que el proceso puede estar en cada estado no absorbente y sumarlos. Esto totalizaría el número de pasos antes de que el proceso fuera absorbido y por consiguiente el número esperado de pasos hacia la absorción. Luego:

$I + H + H^2 + H^3 + \dots = (I - H)^{-1} = Q$  Por consiguiente  $Q$  representa el número esperado de períodos que el sistema estará en cada estado no absorbente antes de la absorción, por lo tanto la suma de cada fila de  $Q$  representa el promedio de períodos que transcurren antes de ir a un estado absorbente.

Para hallar la probabilidad de absorción por cualquier estado absorbente dado, se emplea una lógica similar en el análisis. Se construye una submatriz  $G$  de  $P$  formada de estados no absorbente a estados absorbentes y representa la probabilidad de ir de un estado no absorbente a un estado absorbente en un paso exactamente,  $H.G$  representa la probabilidad de ir de un estado no absorbente a un estado absorbente en dos pasos exactamente y así sucesivamente. Por lo tanto  $G + H.G + H^2.G + \dots = (I + H + H^2 + H^3 + \dots).G = (I - H)^{-1}.G = Q.G = R$ , Y esta matriz representa la proporción ó probabilidad en que un estado no absorbente pasa a un estado absorbente.

Número de pasos para alcanzar por primera vez un estado determinado en cadenas no absorbentes (Tiempo de la primera transición)

Si definimos a  $f_{ij}$  como el promedio de períodos que transcurre antes de cambiar de un estado  $i$  al estado  $j$  por primera vez. Se tiene que

$$f_{ij} = 1 + \sum_{k \neq j} p_{ik} \cdot f_{kj} \text{ y además } f_{ii} = \frac{1}{S_i}$$

Otro método: Consiste en transformar en estado absorbente el estado al cual queremos ir por primera vez, por ejemplo si  $j$  es el estado que queremos llegar por primera vez, para ello la matriz  $P$  se modifica de manera que el estado  $j$  aparezca como estado absorbente y obtener la matriz  $Q$  de esta transformación y por lo tanto  $f_{iA} = \sum q_{iA}$  donde  $A$  representa el estado absorbente.

#### Valor Económico Esperado en un Proceso ó cadena de Markov.

En un proceso de Markov estar en cada estado genera un costo ó beneficio, por lo tanto el valor económico esperado se define:

$$E(C) = \sum \frac{c_i}{f_{ii}} = \sum c_i \cdot S_i \text{ , es decir, el valor económico por la probabilidad del sistema estabilizado.}$$

#### 2.3.9.6. Modelos de elección cualitativa

A continuación, se describirá la metodología utilizada para estimar la probabilidad de incumplimiento de una institución financiera a partir de los modelos de elección cualitativa, en particular el caso de los modelos Probit y Logit<sup>16</sup>.

Existen situaciones en las que se desea explicar mediante un modelo, la relación que existe entre un conjunto de variables o atributos y una variable dicotómica que representa la elección entre dos opciones cualitativas denominadas como éxito o fracaso, las cuales se denotan con los valores 0 y 1. En este tipo de modelos donde la variable dependiente es dicotómica se utiliza la metodología de modelos de elección cualitativa, cuyo principio es que la

<sup>16</sup> Véase Medición Integral del Riesgo de Crédito, Alan Elizondo, Pag. 68, México 2004.

probabilidad de que un evento ocurra depende de ciertos atributos que caracterizan al individuo que realiza la elección.

En estos modelos se supone, en general, que un individuo tiene la opción de elegir entre dos alternativas.

$$P(y = 1 | X) = G(X\beta)$$

Seleccionar  $G$  de tal manera que  $G(\cdot)$  tome valores en el intervalo abierto  $(0,1)$ :

$$0 < G(z) < 1$$

En la mayor parte de aplicaciones,  $G$  es una función de distribución acumulada.

**Modelo probit:** asume una función de distribución normal

Es un modelo que garantiza que las probabilidades estimadas se encuentran en el intervalo  $(0,1)$  y cuya relación guardan éstas con el vector de atributos es no lineal, es el modelo Probit, que se basa en la función de distribución acumulada normal.

$$G(z) = \int_{-\infty}^z \phi(v)dv$$

**Modelo logit:** asume una función de distribución logística

$$G(z) = \frac{\exp(z)}{[1 + \exp(z)]}$$

Justificación teórica:

- Modelo variable latente
- Maximización utilidad

Derivación: **modelo de variable latente**

$$y^* = x\beta + \varepsilon,$$

$$y = 1 \quad \text{si } y^* > 0$$

$$y = 0 \quad \text{si } y^* < 0$$

donde  $\varepsilon$  tiene media cero y varianza constante.

Si  $\varepsilon$  se distribuye de acuerdo con una función de distribución  $G$  simétrica:

$$P(y = 1 | x) = P(y^* > 0 | x) = P(\varepsilon > -x\beta | x) = P(\varepsilon < x\beta | x) = G(x\beta)$$

Interpretación alternativa: **Maximización utilidad aleatoria**

Thurstone (1927), Marschak (1960), Quandt (1968) y McFadden (1974)

RUM models.

Individuo  $n$  se enfrenta a  $J$  alternativas.

$U_{nj}$ : utilidad de la alternativa  $j$  para  $n$

Elige alternativa  $i$  si y solo si  $U_{ni} > U_{nj} \quad j \neq i$ .

La utilidad del individuo  $n$  puede expresarse como:

$$U_{nj} = V_{nj}(X_{nj}, S_n) + \varepsilon_{nj}$$

$V_{nj}$  = componente determinístico, "utilidad representativa"

$\varepsilon_{nj}$  = componente aleatorio, "gustos no observados"

$$\begin{aligned} P_{ni} &= \text{Prob}(U_{ni} > U_{nj} \forall j \neq i) = \\ &= \text{Prob}(V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj}) = \\ &= \text{Prob}(V_{ni} - V_{nj} > \varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni}) = \\ &= \text{Prob}(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj}) \end{aligned}$$

En general,  $V$  se especifica como una función lineal en los parámetros  $\beta$ .

$$V_{ni} = Z'_{ni} \beta \quad Z_{in} = (X_{ni}, S_n)$$

$$P(\xi < (Z'_i \beta - Z'_j \beta)) = P(\xi < Z^* \beta)$$

Esta forma de caracterizar el proceso de elección afecta a la especificación de los modelos de elección discreta de dos formas distintas:

- La escala de medición de la utilidad es irrelevante, lo cual obliga a **normalizarla**.

- Sólo las **diferencias de utilidad** son relevantes para la elección, lo cual influye sobre la interpretación de:
  - Los términos **constantes** de la función de utilidad
  - Las características **socioeconómicas** de los agentes

### Interpretación de los coeficientes: efectos marginales

a.  $X_j$  continua

$$\frac{\partial p(x)}{\partial x_j} = g(x\beta)\beta_j \quad \text{donde} \quad g(z) \equiv \frac{dG}{dz}(z)$$

Efecto marginal de  $x_j$  en la probabilidad depende de  $X$  a través de  $g(X\beta)$ . Sin embargo, el signo del efecto viene dado por el signo de  $\beta_j$ .

Probit:  $g(z) \equiv \phi(z)$  donde  $\phi(z)$  es la función de densidad de una normal.

$$\text{Logit: } g(z) = \frac{\exp(z)}{[1 + \exp(z)]^2} = P_i * (1 - P_i)$$

Además, el efecto relativo no depende de  $X$ :

$$\frac{\partial p(x) / \partial x_j}{\partial p(x) / \partial x_h} = \frac{\beta_j}{\beta_h}$$

b.  $X_j$  discreta

Variable binaria que toma valores 1 y 0

$$G(\beta_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_{k-1} x_{k-1} + \beta_k) - G(\beta_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_{k-1} x_{k-1})$$

Depende de todos los valores de  $X$ .

Variable que toma valores discretos (número de hijos)

$$G(\beta_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_{k-1} x_{k-1} + \beta_k c_k) - \\ - G(\beta_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_{k-1} x_{k-1} + \beta_k (c_k + 1))$$

Elegir los valores de  $X$

- Valores medios de la muestra
- Valores extremos de  $X$
- Evaluar el efecto para cada observación y calcular la media
- Si  $X$  incluye funciones no lineales, es preferible calcular el valor de la función para la media de la variable (ej. logaritmo ( $X$ ), logaritmo de la media o media de logaritmos).

### Estimación y medidas de bondad de ajuste

Estimación máxima verosimilitud.

$n$  observaciones independientes que siguen una distribución:

$$P(y = 1 | X) = G(X\beta)$$

La densidad de  $y_i$  dado  $x_i$  puede escribirse como:

$$f(y / x_i) = [G(x_i, \beta)]^{y_i} [1 - G(x_i, \beta)]^{1-y_i}$$

El logaritmo de  $L$  para cada observación  $i$

$$l_i(\beta) = y_i \log[G(x_i, \beta)] + (1 - y_i) \log[1 - G(x_i, \beta)]$$

Para la totalidad de la muestra  $\log(L)$

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^N l_i(\beta)$$

Los estimadores  $\beta$  logit y probit son consistentes.

Es posible calcular el error estándar (asintótico) de  $\beta$ .

Contrastes:

- Estadístico  $t$
- Razón de verosimilitud, Wald o LM.

Medidas de bondad del ajuste

- Significación estadística de  $\beta_j$
- Pseudo  $R^2$  (McFadden) =  $1 - (\ln L_0 / \ln L)$
- Porcentaje de predicciones correctas.

$$\text{Si } G(X_i\beta) \geq 0.5 \quad y_i = 1$$

$$\text{Si } G(X_i\beta) < 0.5 \quad y_i = 0$$

Elasticidades modelo logit

$$P_i = \frac{\exp(z_i)}{[1 + \exp(z_i)]}$$

$$\frac{dP_i}{dz} = P_i(1 - P_i)$$

$$z_i = f(x_i)$$

$$E_i = \frac{dP_i}{dx_i} \frac{x_i}{P_i} = \frac{dP_i}{dz_i} \frac{dz_i}{dx_i} \frac{x_i}{P_i} = P_i(1 - P_i) \frac{dz_i}{dx_i} \frac{x_i}{P_i}$$

a) Si la relación es lineal:  $z_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$

$$E_i = (1 - P_i) \beta_1 x_i$$

b) Si la variable está en ln:  $z_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)$

$$E_i = (1 - P_i) \beta_1$$

De la misma forma pueden derivarse las elasticidades cruzadas:

Para la relación lineal:

$$E_{ij} = \frac{dP_i}{dx_j} \frac{x_j}{P_i} = -P_j x_j \beta$$

La elasticidad cruzada es la misma para cualquier alternativa  $i$  (cuando hay más de dos alternativas).

Modelo probabilístico implica:

$$\sum_k P_k \varepsilon_{kj} = 0$$

$k$  alternativas

Si  $k=2$

$$P_1 \varepsilon_{11} + P_2 \varepsilon_{21} = 0$$

### Elasticidad agregada

Media ponderada de las elasticidades individuales

Probabilidades como ponderación:

$$E_{ik} = \frac{\sum_{n=1}^N P_{ni} \varepsilon_{nik}}{\sum_{n=1}^N P_{ni}}$$

i alternativa

n individuo

k atributo

Esta forma de calcular la elasticidad es equivalente a:

$$\varepsilon = \frac{\sum (P_i^* / x_i^* = x_i + \delta_i) - \sum (P_i / x_i)}{\frac{\sum \delta_i}{\sum x_i}}$$

### Semi-elasticidad

$$\xi = \frac{\frac{dP_i}{dx_i}}{x_i} = x_i \frac{dP_i}{dx_i} = \beta_1 P_i (1 - P_i)$$

La semi-elasticidad recoge los puntos porcentuales de una variación de P para un 1% de variación de x.

Variación absoluta de la probabilidad para una variación porcentual de x.

La estimación de modelos Probit y Logit para la estimación de la probabilidad de incumplimiento de la cartera de crédito de las instituciones financieras presenta varias ventajas con respecto al resto de las metodologías existentes. Estos modelos permiten, además de obtener estimaciones consistentes de la probabilidad de incumplimiento, identificar los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades, así como la influencia o peso relativo de éstos sobre las mismas. Adicionalmente estas estimaciones pueden llevarse a cabo a distintos niveles de desagregación, incluyendo el caso de la estimación de probabilidades para cada crédito, a partir de la cual se puede calcular el nivel de provisiones requeridas a nivel individual y posteriormente tomando en consideración el monto expuesto obtener una medida de aprovisionamiento para cada cartera.

La probabilidad de incumplimiento de cada cartera depende de factores de riesgo distintos, los cuales están asociados a las características del crédito, del acreditado y del entorno económico, entre otros.

### Modelo CreditRisk+

La diversificación del riesgo en un portafolio se da de manera natural al tener un gran número de individuos. Aun así, esta diversificación puede ser insuficiente si varios de los elementos de la cartera están correlacionados o, lo que es lo mismo, están fuertemente sujetos a los mismo factores de riesgo, como por ejemplo, aquellos que pertenecen al mismo sector industrial o a la misma zona geográfica.

Asimismo cada crédito puede ser afectado por factores exclusivos del propio crédito. Por esta razón se clasifican los factores en:

1. **Sistemáticos**- Aquellos que afectan a un grupo de créditos de la cartera.
2. **Específicos o Idiosincrásicos**- Aquello factores que sólo afectan a un crédito de la cartera.

Cuando un factor sistemático afecta a un gran número de créditos, entonces la cartera tiene una alta concentración de riesgo, porque un cambio no deseado en el factor puede provocar el incumplimiento de varios créditos y conllevar a pérdidas extremas.

El modelo Poisson supone que las probabilidades de incumplimiento son constantes y por tanto no considera cambios en la calidad de los créditos. En cambio, el modelo Pólya supone que las probabilidades de incumplimiento están sujetas a un sólo factor, de manera que todos los créditos cambian de calidad conjuntamente. Esto excluye los beneficios de la diversificación que pudiera tener una cartera si los créditos están sujetos a factores mutuamente independientes.

Una solución a este problema es segmentar la cartera en sectores mutuamente independientes y asignar cada crédito a un sector. De esta manera se obtienen varias carteras, cada una con una tasa de quiebra distinta que depende de sólo un factor. Esta no es la mejor solución ya que la probabilidad de incumplimiento de cada crédito depende de más de un factor. Por ello, una mejor solución consiste en asignar una proporción de cada crédito (según la influencia de cada factor sobre el crédito) a segmentos mutuamente independientes, cada uno sujeto a un factor. A continuación se analiza la incorporación de los factores de riesgo al modelo.

Al suponer que se tiene segmentos mutuamente independientes se hace necesario introducir la siguiente notación para cada uno:

Segmento o sector	$S_{\kappa}, 1 \leq \kappa \leq K$
Tasa de quiebra sectorial	$\lambda$
Media de la tasa de quiebra sectorial	$\mu_{\kappa}$
Desviación estándar de la tasa de quiebra sectorial	$\sigma_{\kappa}$

Además se define a  $w_{A,k}$  como el ponderador que se presenta el grado de influencia del factor  $k$  sobre el crédito  $A$ , de tal manera que para todos los créditos se verifica la ecuación

$$\sum_{k=1}^K w_{A,k} = 1.$$

El paso clave es suponer que las probabilidades de incumplimiento  $\lambda_A$  (y por tanto la tasa de quiebra) depende de los factores de la siguiente manera

$$\lambda_A = p_A \left( \sum_{k=1}^K w_{A,k} \frac{\lambda_k}{\mu_k} \right)$$

Donde, bajo el modelo de creditRisk<sup>+</sup>, las tasas de quiebra sectorial  $\lambda_A$  se distribuyen de acuerdo a una distribución Gamma con media  $\mu_k = \sum_A w_{A,k} p_A$  y desviación estándar  $\sigma_k = \sum_A w_{A,k} \sigma_A$

Al igual que antes, a tasa de quiebra es la suma de posibilidades de incumplimiento y además se verifica que es igual a la suma de las tasas de quiebra sectorial

$$\lambda = \sum_A \lambda_A = \sum_{k=1}^K \lambda_k$$

A continuación se determinan las funciones de probabilidad del número de incumplimiento y de pérdidas. Para obtenerlas se utiliza la función generadora de probabilidad (fgp).

Utilizando la aproximación Poisson, se demuestra que el número de incumplimientos de cada sector sigue un proceso Pólya con su respectiva tasa de quiebra sectorial. Por lo tanto, como los segmentos son independientes, se tiene que la función generadora de probabilidad del número de incumplimientos de la cartera es (ver Credit Suisse 1997).

$$F(Z) = \prod_{k=1}^k F_k(Z) = \prod_{k=1}^k \left( \frac{1 - \theta_k}{1 - \theta_k Z} \right)^{h_k}, \text{ en donde}$$

$$\theta_k = \frac{u_k}{u_k + h^{-1}k} = \frac{\sigma_k^2}{u_k + \sigma_k^2}$$

La cual corresponde al producto de las funciones generadoras de probabilidad de K binomiales negativas. Esto se demuestra que la distribución del número de incumplimientos de la cartera es equivalente a la suma de procesos Pólya independientes.

Así, mientras que el número esperado de incumplimientos es el mismo que el de los modelos anteriores, la desviación es diferente. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Cuadro 03: Comparativo del número de incumplimientos de los tres modelos**

	Poisson	Pólya	CreditRisk <sup>+</sup>
Número esperado de incumplimientos	$\mu$	$\mu$	$\mu$
Varianza de la tasa de quiebra	0	$\sigma^2$	$\sum_{k=1}^k \sigma_k^2$
Varianza de la distribución del número de incumplimientos	$\mu$	$\mu + \sigma^2$	$\mu + \sum_{k=1}^k \sigma_k^2$

Además la relación  $\mu \leq \mu + \sum_{k=1}^k \sigma_k^2 \leq \mu + \sigma^2$  muestra que la varianza en el método CreditRisk<sup>+</sup> esta acotada por la varianza de los modelos Poisson y Pólya. Este resultado es natural, ya que el modelo Poisson considera una tasa de quiebra fija, mientras que el modelo Pólya supone que todos los créditos están justos a un solo factor, por lo cual, cuando CreditRisk<sup>+</sup> incorpora varios factores se toma

en cuenta la diversificación de la cartera y por ello la desviación estándar del número de incumplimiento es menor que la del Pólya.

En otras palabras, mientras mayor sea el número de factores entre los que se puede descomponer la variabilidad de las probabilidades de incumplimiento, mayor diversificación se puede obtener. Incluso si el número de factores tiende a infinito, el modelo CreditRisk<sup>+</sup> tiende al modelo Poisson Compuesto (diversificación), y por el contrario si sólo se considera un factor se convierte en un Pólya Compuesto (concentración).

Ahora bien, para considerar el hecho de que existen factores específicos propios de cada crédito que no dependen de los factores sistemáticos, basta incluir un sector extra, el cual, al no depender de un factor en particular, se modela con un proceso Poisson Compuesto, equivalentemente, un Pólya con tasa de quiebra sectorial fija.

#### **Distribución de Perdidas.**

El siguiente paso consiste en obtener la función generadora de probabilidad de las pérdidas de la cartera  $G$ , a partir de la del número de incumplimientos. En este caso también se utiliza la discretización de la distribución de montos, de manera que un crédito  $A$  puede perder  $v_A$  unidades. Así, la probabilidad de que una cartera formada por un solo crédito  $A$  sufra una pérdida de  $v_A$  unidades es igual a la probabilidad de que el crédito incumpla, por tanto se verifica la siguiente relación entre la función generadora de probabilidad de pérdida y la de incumplimiento.

$$G_A(Z | \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K) = F_A(Z^{v_A} | \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K) \cong \exp(\lambda_A (Z^{v_A} - 1))$$

A la última relación se le denomina aproximación Poisson.

Dadas las tasas de quiebra sectorial los créditos son independientes, por lo tanto

$$G_A(Z | \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K) = \prod_A G_A(Z^{V_A} | \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K) \cong \exp\left(\sum_A \lambda_A (Z^{V_A} - 1)\right).$$

Expresión que al integrarse sobre todos los posibles valores de las tasa de quiebra sectorial da la siguiente función generadora de probabilidad de las pérdidas de la cartera (ver Credit Suisse 1997).

$$G(Z) = \prod_{k=1}^k F_K(P_K(z)) = \prod_{k=1}^k \left(\frac{1 - \theta_k}{1 - \theta_k P_K(Z)}\right)^{\frac{1}{h_k}} \text{ donde } P_K(Z) \equiv \frac{1}{\mu_K} \sum_A W_{A,K} P_{A,Z^{V_A}}$$

A partir de la cual se puede obtener la distribución de pérdidas mediante la fórmula de recurrencia que se muestra en el manual técnico CreditRisk<sup>+</sup>. En conclusión, el modelo CreditRisk<sup>+</sup> consiste en dividir los créditos de la cartera en proporciones y asignarlas a segmentos mutuamente independientes, cada uno influenciado por un factor de riesgo, para modelar cada segmento como un proceso Pólya Compuesto. Con esto la distribución de pérdida del modelo CreditRisk<sup>+</sup> tiene la media y varianza (Credit Suisse 1997, A.10) que se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro 04: Comparativo de los tres modelos.**

	Poisson	Pólya	CreditRisk <sup>+</sup>
Pérdida esperada	$\varepsilon$	$\varepsilon$	$\varepsilon$
Varianza de la distribución de pérdidas	$\sum_A \varepsilon_A \cdot v_A$	$\varepsilon \cdot h + \sum_A \varepsilon_A \cdot v_A$	$\sum_{k=1}^K \varepsilon_k \cdot h_k + \sum_A \varepsilon_A \cdot v_A$

Donde  $\varepsilon_A$  representa la pérdida esperada del crédito A, y  $\varepsilon = \sum_A \varepsilon_A$  y  $\varepsilon_k = \sum_A W_{A,k} \cdot \varepsilon_A$  son las pérdidas esperadas de la cartera y de los segmentos respectivamente.

Puede inferirse que la diversificación está altamente ligada a la cantidad de factores mutuamente independientes entre los que se puede distribuir los créditos y no solo a la uniformidad de la distribución de montos (granularidad). De hecho un grupo de créditos con montos pequeños altamente correlacionados puede ser más riesgoso que un grupo de grandes montos con bajas correlaciones.

El cociente  $\frac{\sum_{k=1}^k \sigma_k^2}{\sigma^2}$  es una medida apropiada para medir el beneficio de la diversificación en factores de riesgo. Así como la medida  $\frac{\sum_{k=1}^K \varepsilon_k^2 h_k}{\varepsilon^2 h}$  que además incluye la distribución de los montos.

Es recomendable que los créditos se clasifiquen en grupos que no dependen de los mismos factores de riesgo. En general, la clasificación se hace por industria, región geográfica, producto, etc., cuando se carece de pruebas que confirmen la buena diversificación de dichas clasificaciones.

### 2.3.9.7. Modelo CreditMetrics

En el modelo CreditMetrics existen tres factores que determinan la distribución de los valores futuros del portafolio. El primero son los posibles estados de calidad crediticia en los que un obligado se puede encontrar al final del horizonte de análisis, así como las probabilidades de migración entre dichos estados. El segundo factor es el valor que toma cada instrumento al migrar a cada uno de los estados de crédito. Finalmente, para obtener la distribución del portafolio. Necesitamos estimar cómo migran conjuntamente los obligados. En otras palabras, hemos de modelar la correlación entre eventos de crédito de varias contrapartes.

### SISTEMA DE CALIFICACIÓN Y MATRICES DE TRANSICIÓN

El primer paso para obtener la distribución del portafolio es la creación de un sistema de calificación en donde a cada obligado se le califica de acuerdo a la probabilidad de que cumpla con sus obligaciones durante un determinado lapso de tiempo ( típicamente un año ). A cada sistema de calificación corresponde una matriz de transición que indica la probabilidad de migrar de un estado inicial a cualquiera de los estados dentro del sistema a lo largo de un periodo determinado.

El cuadro de matriz de transición (cuadro 05), muestra un ejemplo de matriz de transición. Para interpretar correctamente los elementos de la matriz se deben leer renglón por renglón. Por ejemplo, si la calificación actual de un

obligado es BB, entonces con una probabilidad de 7.77% su calificación dentro de un año será BBB. De la misma manera, la probabilidad de incumplimiento para el obligado es 1 por ciento.

Tanto el sistema de calificación como la correspondiente matriz de transición son insumos del modelo, y se pueden obtener ya sea de agencias calificadoras como Fitch IBCA, Moody's y S&P; como de los sistemas internos de calificación de los bancos. Generalmente, las agencias califican los mayores créditos, mientras que los créditos medianos y pequeños son calificados internamente. Cabe notar que dada la reciente introducción de sistemas internos de calificación confiables en mercados emergentes, las matrices de transición no son siempre fáciles de obtener. Sin embargo, una solución práctica a este problema es mapear las calificaciones internas de los bancos a las calificaciones de las agencias calificadoras (externas). El mapeo se puede conseguir al comparar las probabilidades de incumplimiento de las calificaciones internas con las externas. Una vez hecho el mapeo, se puede hacer uso de las matrices de transición existentes para los sistemas expertos de calificación. Es importante mencionar que los mapeos de calificación deben realizarse cuidadosamente para evitar inconsistencias (véase Treacy, 2000).

**Cuadro 05 : Clasificación de Riesgo.**

**CALIFICACION DEL PROXIMO AÑO**

%	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Inc
AAA	91,35	8,00	0,70	0,10	0,05	0,01	0,01	0,01
AA	0,70	91,03	7,47	0,60	0,10	0,07	0,02	0,01
A	0,10	2,34	91,54	5,08	0,61	0,26	0,01	0,05
BBB	0,00	0,11	5,28	86,71	6,12	1,27	0,23	0,28
BB	0,01	0,11	0,55	7,77	81,77	7,95	0,85	1,00
B	0,00	0,05	0,25	0,45	7,00	83,50	3,75	5,00
CCC	0,00	0,01	0,10	0,30	2,59	12,00	65,00	20,00
Inc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

**REVALUACIÓN EN DIFERENTES ESTADOS DE CRÉDITO**

El siguiente componente del modelo se refiere a la evaluación de cada una de las posibilidades en los diferentes estados de crédito. Por ejemplo, en el

caso de bonos corporativos, podemos utilizar una curva de sobretasas que refleje la calidad crediticia en cada uno de los estados de no incumplimientos. Para el estado de incumplimientos, se debe utilizar una tasa de recuperación que refleje las garantías, la existencia de un aval y las características del instrumento.

Existen posiciones como préstamos en los que no existen mercados secundarios que permitan la estimación de sobretasas. Sin embargo, las instituciones financieras tienen una idea de las diferentes tasas a las que el crédito es otorgado para deudores de diferente calidad, las cuales pueden ser utilizadas para valorar los créditos en caso de que el acreditado migre a otra calificación.

La importancia de la revaluación de los instrumentos se deriva de las necesidades de estimar el impacto de cambios en la calidad de crédito. Esto es particularmente importante cuando se tiene instrumentos con madurez en el largo plazo, ya que al no considerar cambios en la calidad crediticia, se ignora el hecho de que la probabilidad, de sufrir pérdidas posteriores al horizonte de análisis se pudo haber incrementado al deteriorarse la calidad de la cartera aunque no se hayan materializado las pérdidas.

### **OBTENCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN PARA UN SOLO INSTRUMENTO**

La distribución de valores para un solo instrumento está definida por renglón de la matriz de transición correspondiente a la calificación actual del obligado, así como los valores que podría tomar el instrumento en cada uno de los estados de crédito. Es importante observar que dicha distribución es discreta tomando tantos valores como estados de crédito existen en el sistema de calificaciones.

Una vez que tenemos la distribución del instrumento, podemos obtener estadísticas descriptivas tales como la media desviación estándar y percentiles. La gráfica (11) muestra un diagrama en donde se puede apreciar el proceso a través del cual se define la distribución de un instrumento. La media de la distribución en la gráfica (11) puede ser calculada como la suma de los valores futuros del instrumento en cada estado de crédito, ponderados por la

probabilidad de migrar a dicho estado. Si suponemos que el valor de recuperación del instrumento es cero, la media se puede calcular como:

$$\begin{aligned} \mu &= \sum \text{Valor}_i \times \text{Probabilidad}_i \\ &= 100.8 \times 0.0011 + 100.7 \times 0.0528 + 100 \times 0.8671 + 97.5 \times 0.0612 + \\ &\quad + 95.8 \times 0.0127 + 83.2 \times 0.0023 = 99.51\% \end{aligned}$$

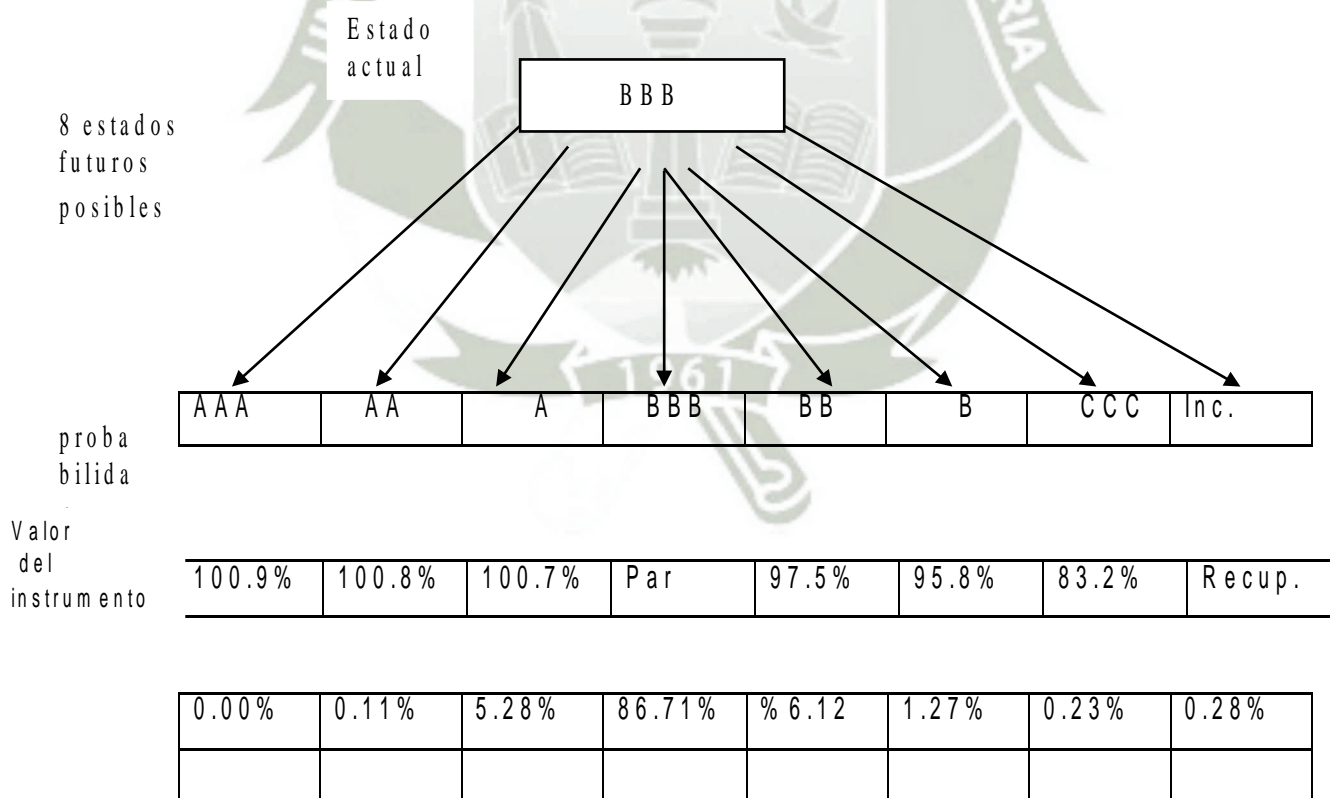
En este caso la pérdida esperada es de  $100 - 99.51 = 0.48\%$  del valor par. También podemos calcular la desviación estándar del valor del instrumento como:

$$\sigma = \sqrt{\sum (\text{Valor}_i - \mu)^2 \times \text{Probabilidad}_i} = 1.15$$

### DESVIACIÓN ESTANDAR DEL INSTRUMENTO

Esto significa que la pérdida a una desviación estándar es de 1.15% del valor par.

**Figura 11 : Distribución para un Instrumento**



### 2.3.10. Modelo CyRCE

En mercados emergentes donde la cultura de riesgos es incipiente, la adaptación de los paradigmas requiere cierto esfuerzo adicional, ya que la información en estos mercados es generalmente escasa, de mala calidad e incompatible con los requerimientos de paradigmas como CreditRisk+ y CreditMetrics. Por ejemplo, es frecuente en estos mercados que los sistemas de calificación de créditos sean inadecuados para propósitos de medir el riesgo de crédito. Esto se debe a que normalmente sólo se utilizan para el proceso de otorgamiento de nuevos créditos, razón por la cual los criterios de calificación pueden ser malos, no se aplican en forma sistemática y no se actualizan con la periodicidad requerida.

En los paradigmas CreditRisk+ y CreditMetrics el énfasis está puesto en la obtención de probabilidades de pérdidas en su cartera crediticia, buscando el mayor realismo posible y desplegando un esfuerzo muy grande.

El modelo CyRCE supone que la distribución de pérdidas se puede caracterizar totalmente por su media y su varianza, se obtiene una expresión cerrada para el VaR de la cartera de créditos que, al compararla con la razón de capitalización, **conduce al establecimiento de una relación explícita entre el requerimiento de capital y el riesgo de crédito**. El desarrollo del modelo permite descomponer el riesgo, de manera que se aprecia tanto la contribución de las probabilidades de incumplimiento individuales, como la de la concentración, medida a través del índice de Herfindahl - Hirschman- al riesgo de crédito. Así, el modelo atiende específicamente el problema de concentración de riesgos y permite establecer una correspondencia entre la medida de concentración y la obtención de límites sobre los créditos que están directamente relacionados con el riesgo, así como sus implicaciones sobre el requerimiento de capital. Además, las probabilidades de incumplimiento y las

correlaciones son parámetros que se suponen exógenos al modelo, pero al estar explícitamente parametrizadas se pueden estimar por fuera, en la medida en que la información existente lo permita. Esto último es muy importante en mercados emergentes, ya que en ausencia de buenos esquemas de calificación éstos se pueden obviar estimando probabilidades de incumplimiento y correlaciones, directamente del comportamiento observado de los incumplimientos de la cartera, sin tener que esperar a montar un esquema de calificación y obtener suficiente historia de éste para poder hacer una buena estimación, lo cual puede llevarse varios años.

Otra característica del modelo es que permite analizar la cartera de créditos segmentada de acuerdo con cualquier criterio que pueda resultar deseable en un momento determinado. Esto permite establecer una correspondencia entre límites individuales diferenciados para los créditos de cualquier segmento, y obtener una medida de concentración del riesgo que representa cada segmento para el riesgo total de la cartera, así como sus implicaciones sobre el requerimiento de capital, tanto por segmento como para la cartera en su conjunto.

En cuanto al cálculo por tratarse de expresiones cerradas, el modelo es mucho más económico en el uso de los recursos de cómputo que los demás paradigmas, ya que los cálculos requeridos se reducen a una serie de multiplicaciones de matrices. Al representar de manera explícita los elementos principales, tales como las probabilidades de incumplimiento, sus covarianzas y las tasas de recuperación en caso de incumplimiento, y dada la eficiencia de cómputo, el modelo presenta una gran flexibilidad para poder compensar deficiencias de información mediante supuestos cuyas implicaciones pueden examinarse rápidamente para propósitos normativos y de gestión.

Partiendo de un caso sencillo, en donde se hace el supuesto de que sólo hay una dimensión de concentración en donde todos los créditos tienen la misma probabilidad de fallar y son independientes entre sí, se llega a una generalización en donde se relajan los supuestos de homogeneidad de las probabilidades de incumplimiento e independencia, además de que se admite

una segmentación arbitraria de la cartera que permite analizar la concentración de riesgos a lo largo de cualquier segmento que se de interés. Lo anterior se logra sin que las expresiones sufran cambios de forma significativos, obteniéndose relaciones para monto en riesgo (VaR), suficiencia de capital, concentración y límites que tienen la misma forma funcional que la del modelo más simple.

## MONTO EN RIESGO, SUFICIENCIA DE CAPITAL, CONCENTRACION Y LIMITES

Actualmente, las medidas que adoptan los intermediarios financieros en materia de riesgo de concentración, y que permite la regulación bancaria casi de manera universal, se refleja en la imposición de límites máximos o topes para el monto del crédito que se puede otorgar a lo largo de diferentes segmentos de la cartera, es decir: tipo de crédito, región geográfica, actividad económica, etc. Normalmente, este límite se especifica como una proporción " $\delta$ " del capital " $K$ ". Sin embargo, cuando se habla de concentración, se piensa más bien en términos de qué "parte del pastel" del crédito total otorgado por un banco le toca a un deudor. El argumento que hace evidente que la fijación de límites como proporciones del capital no dice mucho en términos de concentración es muy simple:

- Se puede cumplir con la norma de límites, otorgando un solo crédito que no exceda la proporción " $\delta$ " del capital. Bajo cualquier perspectiva, esto representaría una cartera totalmente concentrada.
- Análogamente, se puede tener en cartera de un millón de créditos, en donde todos los créditos son del mismo tamaño. Esta será una cartera totalmente diversificada, independientemente de que respete o no el límite.

Por lo tanto para propósitos de concentración, se fijará el límite como una proporción " $\theta$ " del valor total de la cartera " $V$ ". Además, se puede comprobar fácilmente que  $\delta$  y  $\theta$  están relacionados linealmente, a través de capitalización del banco, por lo que no se pierde generalidad. Para ver esto, sea  $f_k$  el monto del "k-ésimo" de " $N$ " créditos de la cartera y nótese que:

$$f_k \leq \delta \frac{K}{V} * V = \delta * \psi * V = \theta * V; k = 0, 1, 2, 3, \dots, N$$

Donde  $\psi = \frac{K}{V}$  es la razón de capitalización del banco. Así,  $\theta = \delta * \psi$  o lo que es lo mismo :

$$\delta K = \theta * V$$

De esto se deduce que la práctica de fijar límites a los créditos, en términos de proporciones del capital con el propósito de controlar la concentración, sólo tiene sentido si la proporción “ $\delta$ ” guarda la relación con la capitalización “ $\psi$ ”. Por lo anterior, de aquí en adelante se considera que el límite sobre el tamaño de los créditos se fija en función del valor de la cartera del banco y no de su capital. En el análisis que sigue se supone que hay una sola dimensión homogénea de concentración de riesgos, de manera que la probabilidad de que falle cualquiera de los créditos es la misma e independiente de los demás. Simbólicamente, el límite sobre el tamaño de los créditos se puede representar mediante la restricción siguiente:

$$f_k \leq \theta * V, k = 0, 1, 2, 3, \dots, N$$

Ahora se procede de acuerdo con un modelo de impago típico, obteniendo en primer lugar el número de incumplimientos para después calcular la pérdida dado el número de incumplimientos. En este caso simple, si la concentración tiene que ver con el número de deudores que tienen más crédito, entonces la máxima concentración que se puede tener, respetando el límite, es cuando se concentra todo el crédito en un mínimo número de créditos “ $n$ ” que respeta la estructuración previa, es decir:

$$f_k = \begin{cases} \theta * V; & k=0, 1, 2, 3, \dots, n \\ 0; & k=n+1, n+2, \dots, N \end{cases} \quad y$$

$$n\theta * V = V \Rightarrow n\theta = 1$$

Aquí se aprecia claramente cómo el límite, en términos del valor total de la cartera, sí afecta la máxima concentración que éste puede tener ya que cuando menos tiene que estar repartido el crédito entre “ $n$ ” deudores. Para los propósitos de la discusión que sigue, y dado que este modelo simple sólo pretende explicar el concepto detrás del modelo general, se supone que “ $n$ ”

siempre es un número entero. Aunque un poco laborioso, no es difícil demostrar que no se pierde mucha precisión con este supuesto, sobre todo para “n” suficientemente grande.

Ahora, sea “p” la probabilidad de impago, supóngase que es igual para todos los créditos, independientemente del monto, y que también es independiente del número de créditos que caen en cartera vencida. Entonces, la probabilidad de que “m” de los “n” créditos dejen de pagar, se distribuye de acuerdo con una distribución binomial, es decir:

$$\Pr(m, n) = \binom{n}{m} p^m (1-p)^{n-m}$$

Como es bien sabido, la distribución binomial se puede aproximar con una distribución normal, donde:

$$\mu = np \quad \text{y} \quad \sigma = \sqrt{np(1-p)}$$

Ahora, sea “ $\alpha$ ” el nivel de concentración adoptado y sea

$$n_\alpha = np + z_\alpha \sqrt{np(1-p)}$$

Es decir, la probabilidad de que más de “ $n_\alpha$ ” créditos caigan en impago es menor que “ $\alpha$ ”. En la expresión anterior, “ $z_\alpha$ ” es la variable normal estandarizada que corresponde al nivel de confianza “ $\alpha$ ” escogido. Ahora, si cada crédito vale “ $\theta * V$ ”, lo anterior significa que el monto en riesgo para una cartera que exhibe este patrón de concentración, con nivel de confianza “ $\alpha$ ”, es:

$$\text{VaR} = n_\alpha * \theta * V = \left[ np + z_\alpha \sqrt{np(1-p)} \right] * \theta * V$$

Para establecer suficiencia de capital, se requiere que la pérdida con nivel de confianza  $\alpha$  no exceda el capital “K”, es decir:

$$\left[ np + z_\alpha \sqrt{np(1-p)} \right] * \theta * V \leq K$$

Para propósitos de estandarización y poder hacer comparaciones, es conveniente replantear la desigualdad en términos relativos al valor de la cartera. Por lo tanto, la suficiencia de capital existe si se satisface la desigualdad siguiente:

$$\psi \geq \frac{\text{VaR}_\alpha}{V} = p + z_\alpha \sqrt{p(1-p)}\theta$$

En la expresión anterior,  $\psi = \frac{K}{V}$  es la razón de capitalización del banco, es decir, el inverso de cuantas veces tiene prestado su capital el banco. Despejando  $\theta$  de lo anterior, se llega a una expresión que permite determinar el límite individual según:

$$\theta \leq \frac{(\psi - p)^2}{z_\alpha^2 p(1-p)} = \theta^*(p, \psi, \alpha)$$

En esta expresión se aprecia que el requerimiento de capital, medido en términos de la razón de capitalización " $\psi$ ", debe ser cuando menos la razón del valor en riesgo respecto al valor de la cartera. Pero más aun, esta última razón, que representa el riesgo asumido por el banco, se descompone en la probabilidad de incumplimiento de los deudores " $p$ ", más " $z_\alpha$ " veces la desviación estándar de la variable de Bernoulli, multiplicada por el indicador de concentración " $\theta$ ", que es el límite individual impuesto a los créditos. Así en la expresión del riesgo de la cartera aparece de forma explícita un indicador de concentración, que en este caso simple es " $\theta$ ". Como se vio en lo anterior, esto permite obtener una cota para el límite individual.

## ANÁLISIS DE UNA CARTERA QUE CONTIENE CRÉDITOS DE DIFERENTES TAMAÑOS

El patrón de concentración descrito, en donde la cartera de crédito contiene exactamente " $n$ " créditos en el tope permitido, no corresponde a lo que se observa en la realidad. Por lo tanto, es importante ver si se puede obtener un indicador de concentración, que tenga sentido en términos de monto en riesgo, y que permitiera un poco más de juego en la conformación de la cartera crediticia de un banco. Así, sea  $F = (f_i) \in E^N$  el vector que representa la cartera de crédito de manera que:  $f_i$  = la pérdida en caso de que incumpla el  $i$ -ésimo crédito de la cartera,  $i=1,2,\dots,N$ .

Entonces, si la probabilidad de impago de cada crédito es " $p$ ", y suponiendo independencia, podemos definir " $N$ " variables aleatorias dicotómicas de pérdida en caso de incumplimiento " $x_i$ ", tales que :

$$x_i = \begin{cases} f_i \dots \text{con..probabilidad..} p \\ 0 \dots \text{con..probabilidad..} (1-p) \end{cases}$$

Se sabe que  $E(x_i) = pf_i$  y  $Var(x_i) = p(1-p)f_i^2$  y por lo tanto:

$$a) u = E\left(\sum_{i=1}^N x_i\right) = \sum_{i=1}^N pf_i = pV, \text{ donde } V = \sum_{i=1}^N f_i$$

$$b) \sigma^2 = VAR\left(\sum_{i=1}^N x_i\right) = \sum_{i=1}^N VAR(x_i) = \sum_{i=1}^N p(1-p)f_i^2 = p(1-p)\sum_{i=1}^N f_i^2$$

Entonces, bajo el supuesto de independencia, y de que la distribución de pérdidas se puede caracterizar por su media y su varianza, el valor en riesgo de la cartera para un cierto nivel de confianza es:

$$VaR_\alpha = u + z_\alpha \sigma = pV + z_\alpha \sqrt{p(1-p)\sum_{i=1}^N f_i^2}$$

Siguiendo la ritmo del análisis anterior, si se requiere que  $VaR_\alpha \leq K$ , dividiendo la ecuación anterior entre V se obtiene:

$$p + z_\alpha \sqrt{\frac{p(1-p)\sum_{i=1}^N f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^N f_i\right)^2}} \leq \frac{K}{V} = \psi$$

Para recuperar la cota sobre el tamaño de los créditos semejante al límite individual se llega a:

$$H(F) = \frac{\sum_{i=1}^N f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^N f_i\right)^2} \leq \frac{(\psi - p)^2}{z_\alpha^2 p(1-p)} = \theta(p, \psi, \alpha)$$

Nótese que la cota obtenida es exactamente la misma que la que se obtuvo en el primer caso, cuando se supuso que la cartera crediticia consistía en n créditos del mismo monto  $\theta V$ . Obviamente, la gran diferencia es que en lugar de usar el límite de crédito otorgable a un deudor como medida de concentración, ahora la concentración del crédito está medida por:

$$\text{Concentración} = H(F) = \frac{\sum_{i=1}^N f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^N f_i\right)^2}$$

Luego considerando el índice de Herfindahl -Hirschman. Con esto, la relación de suficiencia de capital queda:

$$\psi \geq p + z_\alpha \sqrt{p(1-p)H(F)}.$$

### ANÁLISIS DE LAS DESIGUALDADES DE SUFICIENCIA DE CAPITAL

El primer punto importante a notar es que, con las limitaciones del caso, la desigualdad  $\psi \geq p + z_\alpha \sqrt{p(1-p)H(F)}$  proporciona un medio para controlar concentración, de manera que existe suficiencia de capital para enfrentar el riesgo de crédito asumido por un banco. Todos los elementos se pueden medir, aunque no necesariamente con la precisión deseada.

El teorema siguiente resume las principales implicaciones de las relaciones anteriores y verifica la consistencia del modelo. El resultado se introduce temprano porque no cambia con las generalizaciones posteriores, donde se relajan los supuestos de igualdad de probabilidades de impago e independencia, y porque muestra el poder del modelo para la administración de riesgos, la regulación y la supervisión bancaria.

Teorema:

- i. Si  $H(F) > \theta(p, \psi, \alpha)$ , el capital del banco está en riesgo para el nivel de confianza escogido.
- ii. Si  $p > \psi$ , el capital de banco es insuficiente para enfrentar el riesgo asumido para cualquier nivel de confianza y valor de la medida de concentración  $H(F)$ .
- iii. Hay una relación directa entre la concentración admisible y la razón de capitalización  $\psi$ , y una relación inversa entre la concentración admisible y la probabilidad de incumplimiento "p".
- iv. Si  $\theta(p, \psi, \alpha) > 1$ , cualquier nivel de concentración es aceptable.

Prueba:

i. Aunque por construcción debe ser evidente, se verifica rápidamente.

Si  $H(F) > \theta(p, \psi, \alpha)$ , entonces:

$$VaR_{\alpha} = (p + z_{\alpha} \sqrt{H(F)pq})V > (p + z_{\alpha} \sqrt{\theta pq})V = \left[ p + \frac{z_{\alpha} \sqrt{pq(\psi - p)}}{z_{\alpha} \sqrt{pq}} \right] V = K$$

ii. Como  $z_{\alpha} \sqrt{p(1-p)H(F)} \geq 0, \dots$  si  $p > \psi$  entonces:

$$\psi < p + z_{\alpha} \sqrt{p(1-p)H(F)}$$

iii. Esto es fácil tomando las derivadas parciales y considerando el inciso (ii) del teorema.

iv. Si  $p, q$  son tales que  $\theta(p, \psi, \alpha) > 1$ , cualquier nivel de concentración es aceptable, ya que  $0 < H(F) \leq 1$ .

En primer término nótese que los resultados anteriores muestran propiedades del modelo que son totalmente congruentes con la intuición. Así, tanto los aumentos en la probabilidad de incumplimiento de los deudores como de concentración, implican que se requiere más capital para hacer frente al riesgo asumido por el banco. Es interesante hacer notar que al obtener una expresión cerrada de suficiencia de capital, es posible cuando menos, obtener una medida local de los ajustes necesarios a la razón de capitalización, por variaciones en la probabilidad de incumplimiento y/o de concentración en la cartera, es decir:

$$\Delta \psi \geq \left[ 1 + \frac{z_{\alpha}(q-p)\sqrt{H(F)}}{2\sqrt{pq}} \right] \Delta p + \frac{z_{\alpha}}{2} \sqrt{\frac{pq}{H(F)}} \Delta H$$

Además, el modelo proporciona algunos indicadores que permiten establecer rápidamente la suficiencia de capital. Por ejemplo, si la razón de cartera vencida a cartera total de un banco excede la razón de capitalización, es una señal de alerta muy importante respecto de la situación del banco en cuestión. Si se utiliza la razón de cartera vencida a cartera total como una aproximación a la probabilidad de incumplimiento y

para la relación 
$$H(F) = \frac{\sum_{i=1}^N f_i^2}{(\sum_{i=1}^N f_i)^2} \leq \frac{(\psi - p)^2}{z_\alpha^2 p(1-p)} = \theta(p, \psi, \alpha)$$
 se obtiene

$H(F) > \theta(p, \psi, \alpha)$ , es muy probable que se requiera de una medida correctiva para restablecer la condición de suficiencia de capital. La medida puede ser aumentar la razón de capitalización mediante un aumento de capital, vender la parte de la cartera que implica una concentración excesiva, invertir en mejorar la cobranza para disminuir la cartera vencida o alguna combinación de estas medidas.

## EL ÍNDICE DE CONCENTRACION DE CARTERA Y SUS IMPLICACIONES SOBRE LA DISTRIBUCION DE LOS CREDITOS

Aunque el análisis realizado en el punto anterior proporciona un marco analítico atractivo para determinar suficiencia de capital y medir concentración en su relación con el riesgo de crédito, y a pesar de todas las virtudes del índice de Herfindahl-Hirschman, quedan algunos cabos sueltos<sup>17</sup>. En particular, dado que la concentración crediticia se administra y regula fijando límites a los créditos individuales, otra característica deseable de un índice de concentración es que su valor esté relacionado con el límite que se fije para el tamaño de los créditos. La existencia de una relación entre límites y el índice está fuertemente sugerida por el análisis realizado hasta el momento, ya que la única diferencia entre las relaciones es la sustitución del límite " $\theta$ " por " $H(F)$ ". Por ejemplo, según el argumento intuitivo utilizado en el análisis del caso simple, el índice debe ser congruente con el hecho de que si se restringe a que ningún crédito individual sea mayor que " $\theta V$ ", entonces la distribución de créditos que proporciona la máxima concentración es la que tiene todo el crédito concentrado en el menor número posible de acreditados " $n$ ", y cada uno de estos tiene un crédito igual al tope. Aunque esto sin duda se relaciona con el concepto de equivalente numérico de Adelman, no es exactamente igual.

<sup>17</sup> Véase Medición Integral del Riesgo de Crédito, Alan Elizondo, Pag. 173, México 2004.

## INCLUYENDO TASAS DE RECUPERACION

Hasta el momento se ha supuesto que cuando un deudor incumple, se pierde completamente el saldo. Sin embargo se sabe que esto no es cierto. Bajo el esquema desarrollado, la severidad de la pérdida dado incumplimiento, se puede manejar haciendo que el vector  $F$  que representa la cartera sea directamente la pérdida dado incumplimiento de cada uno de los créditos. En este caso, supóngase que al igual que en CreditRisk+ se conoce la proporción " $\lambda_i$ " que se pierde en cada crédito y se calcula dicha pérdida según:

$$p_i = \lambda_i * f_i$$

Esta operación se resume como una transformación del vector original de créditos a través de una matriz diagonal " $A$ ", cuyos únicos elementos diferentes de cero son precisamente las tasas de pérdidas " $\lambda_i$ " sobre la diagonal de la matriz, es decir:

$$A_{ij} = \begin{cases} \lambda_i & \text{si } i = j \\ 0 & \text{si } i \neq j \end{cases}$$

Haciendo esto, ninguna de las relaciones anteriores cambia de forma excepto la de límites individuales y se pueden aplicar tal cual, es decir: si se hace  $P=AF$  y  $V' = 1^T P$ , se obtienen expresiones equivalentes a

$$H(F) = \frac{\sum_{i=1}^N f_i^2}{(\sum_{i=1}^N f_i)^2} \leq \frac{(\psi - p)^2}{z_\alpha^2 p(1-p)} = \theta(p, \psi, \alpha) \text{ y a } \psi \geq p + z_\alpha \sqrt{p(1-p)H(F)},$$

pero ahora en términos del vector de pérdidas dado impago " $P$ ":

$$H(P) \leq \frac{(\psi' - p)^2}{z_\alpha^2 p(1-p)} \text{ y } \psi' \geq z_\alpha \sqrt{p(1-p)H(P)}$$

En este caso:

$$\psi' = \frac{K}{V'}; H(P) = \frac{P^T P}{(V')^2}$$

La única otra relación que requiere una pequeña modificación es la de límites individuales sobre los créditos. Para mantener la política de límites individuales sobre créditos y no sobre pérdidas dado impago, que es lo que daría este cambio, nótese que:

$$F \leq \theta A^{-1} V' 1 \Rightarrow P \leq \theta V' 1$$

El problema de lo anterior es que si las proporciones de pérdidas de los créditos son diferentes habría también un límite  $\theta' = \theta / \lambda_i$  distinto para cada uno. Una forma sencilla de remediar este problema, aunque no necesariamente la mejor, es tomando,  $\theta' = \frac{\theta}{\lambda_i^*}$ ; en donde  $\lambda^* = \max_i(\lambda_i)$ , entonces evidentemente se tiene que  $F \leq \theta' V' 1$  cumple con la condición requerida.

Lo anterior representa un cambio muy importante en términos conceptuales. Para empezar, requiere una nueva interpretación del índice de Herfindahl-Hirschman en términos de “concentración de pérdidas”. Análogamente, los límites individuales se establecerían en términos del “crédito que representa mayor pérdida” y la razón de capitalización sería ahora en términos del “capital económico respecto a la pérdida total en caso de que todos los deudores incumplieran”.

## MODELO GENERAL CyRCE, CON LOS EFECTOS DE LA CORRELACION Y EL TRATAMIENTO DE LA SEGMENTACION DELA CARTERA

Suponiendo que la distribución de pérdidas de una cartera de créditos se puede caracterizar por su media y su varianza, y que el vector de probabilidades de incumplimiento es “ $\pi$ ” con matriz de covarianzas entre incumplimientos “M” y son exógenos al modelo. Procediendo según el análisis original, la desigualdad de VaR respecto de capitales :

$$VaR_\alpha = \pi^T F + z_\alpha \sqrt{F^T M F} \leq K$$

En las primeras versiones del modelo se hacía notar que, como M es positiva definida, existe una matriz “Q” tal que  $M = Q A Q^T$  donde A es la matriz diagonal de valores característicos de M, y Q es una matriz

ortogonal de eigen-vectores de  $M$ , con la propiedad de que  $Q^{-1} = Q^T$ . Sea  $S = Q\sqrt{A}Q^T$ , donde  $\sqrt{A}$  es la matriz diagonal con las raíces cuadradas de los eigen-valores de  $M$ , de manera que  $M = S^T S$ . Haciendo el cambio de variable  $G = SF$ , se tiene que  $F^T M F = G^T G$ . La importancia principal de esta observación es que el cambio de variable resulta en un redimensionamiento del vector original de créditos a través de la raíz cuadrada de la matriz de covarianzas "S". Este redimensionamiento hace que los créditos con mayores covarianzas de incumplimiento con los demás créditos de la cartera crezcan respecto de su valor original, mientras que sucede lo contrario con los de menor covariación. Esto a su vez significa que, aunque mucho crédito en manos de pocos deudores puede ser riesgoso, es todavía más riesgoso que haya mucho riesgo concentrado en un cierto grupo de créditos, sin importar que se trata de muchos o pocos. Esto significa que, en un momento dado, una cartera muy diversificada de créditos pequeños, donde los créditos, individuales tienen altas probabilidades de incumplimiento y están muy correlacionados entre sí, puede representar más riesgo que una cartera de pocos créditos grandes con probabilidades de incumplimiento bajas e independientes entre sí.

A diferencia del modelo original que sigue esta línea de razonamiento y la lleva a sus últimas consecuencias, aquí se toma otro camino que simplifica considerablemente las cosas. Así, multiplicando y dividiendo  $F^T M F$  por  $F^T F$  y dividiendo entre  $V = 1^T F$  se obtiene la siguiente relación de suficiencia de capital.

$$\psi \geq \bar{p} + z_\alpha \sqrt{\frac{F^T M F}{F^T F} H(F)} = \bar{p} + z_\alpha \sigma \sqrt{H(F)}$$

Donde  $\sigma^2 = \frac{F^T M F}{F^T F} = R(F, M)$  = cociente de Rayleigh, es una medida de la varianza de las pérdidas y  $p = \frac{\pi^T F}{V}$  representa la pérdida esperada, relativa al valor total de la cartera. Procediendo de la forma acostumbrada y

aplicando el teorema que dice que  $f_k \leq \theta$  implica  $H(F) \leq \theta$ , se obtiene la cota para límites individuales a los créditos según  $H(F) \leq \theta \leq \left[ \frac{\psi - p}{z_\alpha \sigma} \right]^2$ .

Las relaciones tienen básicamente la misma estructura que las del modelo original sólo que ahora la varianza de las pérdidas está compuesta por el índice de concentración  $H(F)$  y el cociente de Rayleigh, es decir:  $\sigma \sqrt{H(F)}$ . En realidad, los resultados para valor en riesgo y límites individuales que produce esta representación del modelo son idénticos a los que se obtienen del modelo original, pero como no involucra el cambio de variable, el cálculo se simplifica considerablemente. A continuación veremos el tema de concentración de riesgo.

### CONCENTRACION DE RIESGO BAJO EL MODELO GENERAL

Para evidenciar la forma en que la correlación afecta la concentración y aumenta el riesgo, considérese el caso particular en que todos los créditos tienen la misma probabilidad de incumplimiento "p" y están idénticamente correlacionados a pares mediante el coeficiente de correlación " $\rho$ ". La covarianza de incumplimiento entre cualquier par de créditos (i,j) es:

$$\sigma_{ij} = \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} = \sqrt{p_i(1-p_i)} \sqrt{p_j(1-p_j)} \rho_{ij} = p(1-p)\rho$$

Con esto la expresión de valor en riesgo queda como sigue:

$$VaR = V \left\{ p + z_\alpha \sqrt{p(1-p)} \sqrt{\rho + (1-\rho)H(F)} \right\}$$

En esta expresión, la varianza de pérdidas tiene dos componentes. El primero es la varianza Bernoulli  $p(1-p)$ , mientras que la componente que refleja el efecto de concentración es  $H' = \rho + (1-\rho)H(F)$ . Si la correlación es positiva,  $H'$  es una combinación convexa entre el índice de Herfindahl de una cartera totalmente concentrada ( $H(\cdot)=1$ ) y el de la cartera  $H(F)$ . Evidentemente,  $H'$  aumenta con " $\rho$ ". Además, mientras que  $H' = H(F)$  cuando  $\rho=0$ , se tiene que  $H'=1$  si  $\rho=1$ . Dicho de otra manera, si todos los créditos de la cartera están perfecta y positivamente correlacionados, en términos de riesgo se comportan como si fueran un solo crédito. En general se puede decir que un portafolio de créditos correlacionados entre sí y concentrados según  $H(F)$ , se comporta exactamente de la misma forma que

uno de los créditos independientes pero con índice de concentración  $H'$ , en lugar de  $H(F)$ . Así,  $H'$  puede considerarse como un índice de concentración ajustado por correlación.

Para lo cual hay que tomar en cuenta que la varianza de incumplimientos de la cartera es  $\sigma^2 H(F) = R(M, F) * H(F)$ . Entonces, si se iguala la varianza de la cartera con la varianza del caso particular bajo análisis, se tienen que encontrar "p" y " $\rho$ " que satisfagan:

$$p(1-p)H' = p(1-p)[\rho + (1-\rho)H(F)] = R(M, F)H(F) \text{ finalmente, si } p = \frac{\pi^T F}{V},$$

despejando  $\rho$  se obtiene:

$$\rho = \frac{\frac{R(M, F)}{p(1-p)} - 1}{\frac{1}{H(F)} - 1} = \frac{[R(M, F) - p(1-p)]H(F)}{p(1-p)[1 - H(F)]}$$

esta expresión proporciona una

medida de correlación equivalente que resume la forma que están correlacionados a pares todos los créditos de la cartera.

#### 2.4. MARCO LEGAL

La normativa legal en la que se sustenta el trabajo es el que detallamos a continuación:

- Ley general del sistema financiero y del sistema de seguros y AFP, Ley No. 26702.
- Resolución SBS No. 808-2003 del 28 de mayo 2003, Reglamento para la Evaluación y Clasificación del Deudor y la Exigencia de Provisiones.
- Resolución No. 1494-2006, Modificación del Reglamento de clasificación de deudores y provisiones.
- Convergencia Internacional de medidas y normas de capital, Banco de Pagos Internacionales, junio 2004 (Basilea II).
- Resolución SBS 1237-2006; Reglamento para la administración del riesgo de sobreendeudamiento de deudores minoristas.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 3.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

Una mayor competencia en el sistema bancario, hace que las empresas financieras cada vez actúen en sectores mucho más riesgosos, de donde es muy importante el control de concentración de créditos, según la clasificación de riesgo de la SBS, y podemos afirmar que cada vez, más las empresas acceden al crédito ofertado por las instituciones en mención para fondearse para sus actividades de expansión y ejecución de nuevos proyectos, con la consecuente probabilidad de riesgo de morosidad, a la que llamamos el riesgo de crédito. En la región de Tacna, operan cuatro bancos corporativos, dentro de este grupo está el BCP Sucursal Tacna, una Caja Municipal y agencias de por lo menos de 5 cajas municipales, 04 Edpymes, 02 Cooperativas de Ahorro y Crédito.

El BCP y su agencia, efectúan sus colocaciones de crédito a empresas y pequeñas empresas, como también a personas naturales de la región, situación que muchas veces se traduce en incumplimientos de pagos por parte de los beneficiarios de créditos y que de acuerdo a las exigencias de la SBS puede significar un factor de riesgo para la sostenibilidad de estas financieras. Por tanto es importante analizar la calidad de la cartera de créditos para observar cómo influye esto en el riesgo de crédito que enfrentan las financieras en mención. Como podemos observar en el cuadro (6), los créditos que tienen atrasos de un día a más, ya contamina la calidad de la cartera de créditos. Esta exigencia hace que nuestras financieras tengan que observar con mucho detalle la calidad de su cartera de colocaciones.

**Cuadro 06 : La clasificación de riesgo de la SBS.**

Categoría de riesgo	Días de atraso
Normal	0
CPP	1 - 60
Deficiente	61 - 120
Dudoso	121 - 365
Pérdida	Más de 365 días

Fuente : SBS Perú

Por otro lado, es importante contemplar, las exigencias del Comité de Basilea en relación a los topes de capital que tienen que disponer las financieras y éstos son más elevados cuando enfrentan situaciones de tasas de morosidad altas.

El 29 de abril de 2003, el Comité de Basilea publicó el tercer y último documento consultivo en el que se incluye la propuesta de Nuevo Acuerdo de Capitales, llamado Basilea II, el que fue aprobado en junio 2004, plantea un nuevo estándar regulatorio respecto de los requerimientos mínimos de capital y señala indirectamente requerimientos mínimos de provisiones. Recomienda que las organizaciones tengan sistemas de control de exposición al riesgo, muy especialmente el crediticio y el operativo, de donde de acuerdo a las últimas disposiciones de la SBS- Resolución 1237 -2006, cada institución financiera deberá tener una central de riesgos y modelos y sistemas de control de riesgos.

### **3.1.1. Definición del Problema**

#### **3.1.1.1. Problema principal**

¿De qué manera la calidad de la cartera de créditos influye en el nivel de riesgo de crédito de la BCP de la Región de Tacna?

#### **3.1.1.2. Problemas específicos**

¿Cómo se relaciona la calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad con el nivel de riesgo de crédito?

¿Cuál es la relación entre el importe de cada nivel de calificación de la cartera de créditos y el nivel de riesgo de crédito?

¿De qué forma el número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos influye en el nivel de riesgo de crédito?

### 3.2. LA HIPOTESIS Y LAS VARIABLES

#### 3.2.1. Hipótesis Principal

La calidad de la cartera de créditos influye directamente en el nivel de riesgo de crédito del BCP de la región de Tacna.

Variables

a) Identificadores de Variables

**Variable independiente:**

Calidad de la cartera de créditos

**Variable dependiente:**

Nivel de riesgo de crédito

b) Operacionalización de Variables

**INDICADORES:**

Calidad de la cartera de créditos:

- Calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad.
- Importe por cada nivel de calificación de la cartera de créditos
- Número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos

Nivel de riesgo de crédito:

- Probabilidad de incumplimiento
- Degradación de la calificación de créditos
- Valor en riesgo
- Pérdidas por el riesgo de crédito
- Tasa de morosidad
- 

### 3.2.2 Hipótesis específicas

#### 3.2.2.1. Hipótesis específica 1:

Existe relación directa entre la calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad y el nivel de riesgo de crédito.

Variable independiente :

Calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad

Indicadores :

- Porcentaje de créditos por cada nivel de calidad
- Importe de nuevos soles en créditos por cada nivel de calidad

Variable dependiente:

Nivel de riesgo de crédito

Indicadores:

- Desviación estándar de cumplimiento de pagos.
- Tasa de morosidad.

#### 3.2.2.2. Hipótesis específica 2:

Existe relación directa entre el importe por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y el nivel de riesgo de crédito.

Variable independiente :

Calificación de la cartera de créditos.

Indicadores

- Normal
- Con problemas potenciales
- Deficiente
- Dudoso
- Pérdida

Variable dependiente:

Nivel de riesgo de crédito.

- Probabilidad de incumplimiento
- Tasa de morosidad
- Pérdida económica esperada

### 3.2.2.3. Hipótesis específica 3:

El número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos influye directamente en el nivel de riesgo de crédito.

Variable independiente:

Número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos.

Indicadores:

- Número de prestatarios en cada nivel de calificación
- Porcentaje de créditos por cada nivel de calificación

Variable dependiente:

Nivel de riesgo de crédito

- Desviación estándar
- Probabilidad de incumplimiento
- Pérdida económica esperada

## 3.3. FINALIDAD E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

La SBS peruana con Resolución No. 1237-2006, ha dispuesto que cada institución financiera peruana, hacia el horizonte del 2010 debieron acreditar metodologías y modelos de medición de riesgo de crédito con que vienen operando. De donde, el análisis de la calidad de la cartera de créditos es un

componente importante en la medición de la probabilidad de incumplimiento que es una variable fundamental para determinar el nivel de capital requerido que deben acreditar las financieras ante un determinado nivel de riesgo crediticio. Una cartera de colocaciones de alta calidad permitirá a una institución financiera menores importes en provisiones y mayor rentabilidad.

### **3.4. LOS OBJETIVOS DE INVESTIGACION**

#### **3.4.1. Objetivo General**

Determinar el grado de influencia de la calidad de créditos en el nivel de riesgo de crédito que enfrenta el BCP en la región de Tacna.

#### **3.4.2. Objetivos Específicos**

##### **3.4.2.1. Objetivo específico No. 01**

Analizar la calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad y su relación con el nivel de riesgo de crédito.

##### **3.4.2.2. Objetivo específico No. 02**

Analizar el importe por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y su relación con el nivel de riesgo de crédito.

##### **3.4.2.3. Objetivo específico No. 03**

Evaluar el número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y su relación con el nivel de riesgo de crédito.

## CAPITULO IV : METODOLOGIA

### 4.1. METODO Y DISEÑO

Tipo y Nivel de Investigación

El método es el histórico, descriptivo y explicativo.

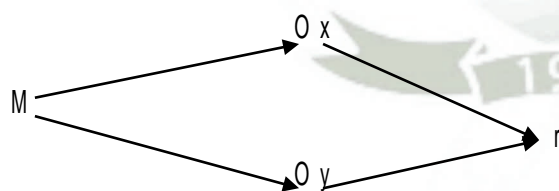
Es histórico, porque trabajamos con los datos del pasado hasta el presente, para luego proyectar al futuro.

Es descriptivo, porque el trabajo se centrará en responder a la pregunta ¿cómo es?.

Es explicativo, porque con el trabajo responderemos el por qué de la realidad encontrada.

Diseño Específico

El diseño se caracteriza por lo siguiente:



En donde:

M : muestra, grupo objeto de estudio (BCP en la Región de Tacna).

Ox : observación o medición de la variable independiente (calidad de la cartera de créditos)

Oy : medición de la variable dependiente (nivel de riesgo de crédito)

r : representa el nivel de relación.

#### 4.2. UNIVERSO Y MUESTRA

##### Población

La población objeto de investigación está conformado por los prestatarios que tienen presencia vigente al 31 de diciembre del 2011 y que pertenecen al BCP en la Región de Tacna.

Para efectos de obtener la muestra para llevar a cabo el estudio, a 31 diciembre del 2011, se obtuvo la información de cada una de las oficinas que conforman el universo, el que detallamos en el cuadro siguiente:

**Cuadro 07: Cartera al 31/12/2011**

Institución	Número de clientes (créditos)
BCP . Oficina Principal Tacna	24 715
BCP Oficina Crl. Mendoza	9 432
BCP Oficina Zofra.	2 173
Total	36 320

De donde el universo de estudio está representado por 36320 créditos.

Con esta información obtenemos ahora el tamaño de muestra requerida para el estudio utilizando la ecuación que detallamos a continuación:

$$n = \frac{(Z)^2 P * Q * N}{E^2 * (N - 1) + Z^2 P * Q}$$

Donde:

$n$  = tamaño necesario de la muestra.

$Z$  = 1.96 (Para 95%)

Margen de confiabilidad.

$E$  = 0.05

Error de estimación de la medida de la muestra respecto a la población.

$N$  = Tamaño de la población = 36320

$P$  = 0.5

Probabilidad de Ocurriencia de los casos

$Q$  = 0.5

Probabilidad de No Ocurriencia de los casos

Luego reemplazando los valores en la ecuación, tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.50)(0.50)(36320)}{(0.05)^2 (36320 - 1) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)} = 380$$

A continuación a partir del dato calculado por asignación proporcional obtenemos el tamaño de muestra para cada estrato.

$$n_h = n \left( \frac{N_h}{N} \right), \text{ en donde :}$$

$n_h$  : tamaño de muestra para cada estrato.

$n$  : tamaño de la muestra calculada.

$N_h$  : Tamaño de la población de cada estrato.

$N$  : Tamaño del universo

Luego desarrollando en la ecuación, tenemos :

$$n_{Av.SanMartín} = (380)\left(\frac{24715}{36320}\right) = 258$$

$$n_{Crl.Mendoza} = (380)\left(\frac{9432}{36320}\right) = 99$$

$$n_{Zofra} = (380)\left(\frac{2173}{36320}\right) = 23$$

#### 4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

##### a) Técnicas de Muestreo

La técnica de muestreo a utilizar es el aleatorio. El muestreo aleatorio simple para determinar el tamaño total de la muestra. Una vez obtenido el tamaño total de la muestra pasamos a utilizar la técnica de asignación proporcional para determinar el tamaño de muestra que represente a cada una de las oficinas del BCP en la región Tacna.

Utilizamos el muestreo aleatorio estratificado para determinar el tamaño de muestra de cada una de las oficinas. Aquí cada estrato viene ser cada oficina del BCP que interviene en la investigación.

En cada Oficina del BCP se requiere tener acceso a la planilla de prestatarios, que viene ser la población de cada Oficina y de ese total de prestatarios obtener la muestra aleatoria buscada.

El tamaño de la muestra requerida por cada Oficina es el que se expone en el cuadro (08).

Cuadro 08 : Tamaño de la muestra requerida

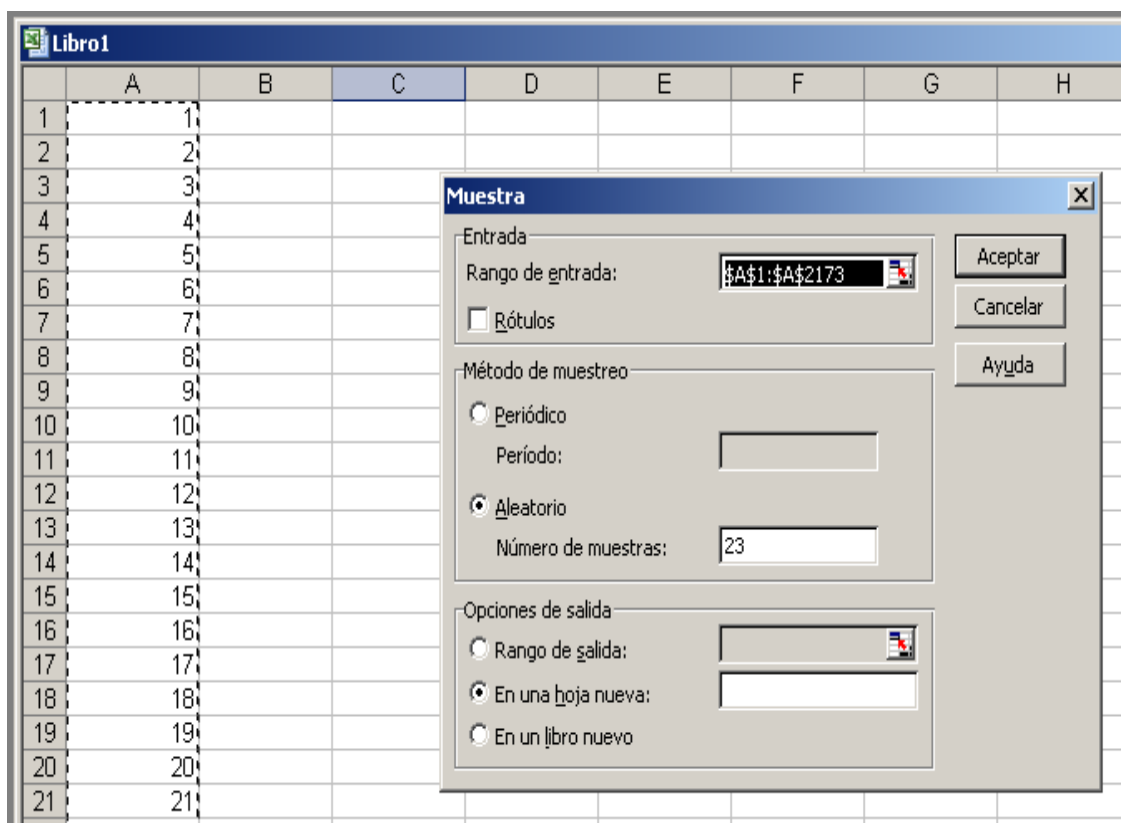
Oficina	Tamaño de la muestra requerida
BCP Oficina Principal	258
BCP Bolognesi	99
BCP Zofra	23
TOTAL.	380

#### b) Técnicas de Recolectar Información

La información necesaria para la investigación se ha obtenido directamente de la cartera de clientes de prestatarios de las tres oficinas, que están en los padrones de prestatarios de las empresas. A cada uno de los padrones se ha aplicado el muestreo aleatorio simple para recoger los datos, como son: la calificación SBS del prestatario seleccionado, el importe de endeudamiento vigente al 31/12/2011. Para recoger los datos referidos al número de prestatarios que constituyen cada nivel de calificación SBS de la cartera de créditos se ha utilizado la técnica de la entrevista con los analistas de riesgos de cada una de las instituciones en estudio. Por otro lado, hemos tenido acceso a reportes de calificación de cartera de cada una de las Oficinas y también de su cartera morosa tanto en número y en importe totales por cada nivel de calidad de cartera.

El muestreo aleatorio simple al que hacemos referencia, lo hemos desarrollado con la ayuda del Excel, siguiendo el procedimiento que detallamos a continuación:

Para el caso de la oficina de Oficina de Zofra que tiene una población de 2173 prestatarios, la muestra requerida es de 23, calculada siguiendo el procedimiento de **Excel: Herramientas/Análisis de datos/Muestra:**



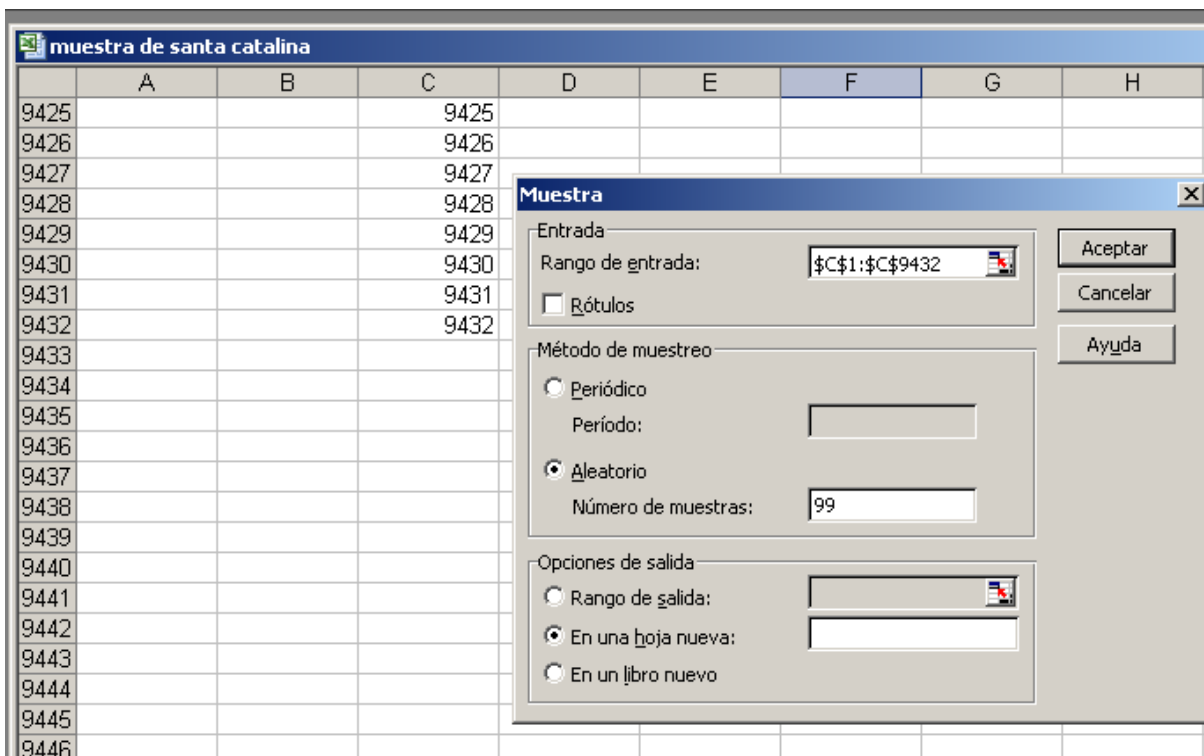
Definiendo el rango desde el primer prestatario hasta el último que resulta siendo el número 2173.

Con el procedimiento seguido tenemos los números que identifican a cada prestatario, sobre estos expedientes verificaremos la situación de cumplimiento de sus pagos, saldo de deuda y obtener la información de su ubicación en el nivel de calidad que tiene en la institución, reportada esta calificación al 31 de diciembre del 2011. El detalle de los créditos que tienen numeración que se detalla en la tabla siguiente:

Cuadro 09: Muestra - Oficina Av. Crl. Mendoza

Numero orden	Muestra seleccionada
1	756
2	572
3	819
4	481
5	1.222
6	1.951
7	1.490
8	761
9	378
10	161
11	1.975
12	1.322
13	408
14	213
15	2.161
16	1.381
17	1.229
18	1.369
19	1.877
20	1.774
21	1.545
22	1.353
23	531

Para obtener la muestra para Zofra replicamos el mismo procedimiento seguido para el caso de Oficina de Av. Coronel Mendoza, fijando el rango desde el inicio (número 1) hasta 9432 expedientes tal como se expone en el gráfico que mostramos a continuación:



**Muestra**

Entrada  
Rango de entrada: \$C\$1:\$C\$9432

Rótulos

Método de muestreo  
 Periódico  
 Período:   
 Aleatorio  
 Número de muestras: 99

Opciones de salida  
 Rango de salida:   
 En una hoja nueva:   
 En un libro nuevo

Botones: Aceptar, Cancelar, Ayuda

La muestra obtenida mediante el procedimiento señalado es el que detallamos:

Cuadro 10: Muestra Oficina Principal – Av. San Martín

Numero Orden	Expediente	Numero Orden	Expediente	Numero Orden	Expediente
1	4641	34	5046	67	3563
2	7675	35	6595	68	7902
3	7445	36	8044	69	6217
4	8045	37	9089	70	6241
5	7994	38	2206	71	7331
6	7114	39	7887	72	6279
7	7319	40	4636	73	2081
8	9295	41	232	74	6341
9	4732	42	6622	75	5798
10	6496	43	6094	76	4271
11	5846	44	6309	77	5893
12	2851	45	9390	78	7710
13	2459	46	2904	79	8280
14	5201	47	4296	80	2113
15	947	48	903	81	6888
16	8037	49	9307	82	4751
17	3614	50	8181	83	2860
18	3676	51	7769	84	1650
19	8324	52	2236	85	7789
20	5519	53	918	86	7947
21	1943	54	8976	87	2418
22	477	55	1286	88	2247
23	8150	56	4745	89	4510
24	9305	57	4142	90	8083
25	6068	58	7536	91	4773
26	5729	59	5819	92	6231
27	271	60	8663	93	6828
28	9164	61	3301	94	2006
29	4795	62	1769	95	6038
30	8406	63	2207	96	2400
31	2634	64	1029	97	716
32	2690	65	6202	98	4986
33	2903	66	5643	99	8656

Para generar la muestra para la Cj. de Av. San Martín, desarrollamos el mismo procedimiento seguido para los casos anteriores.

**Cuadro No. 11: Muestra de expedientes de BOP – Cj. principal**

14302	16357	14271	3043	15219	7214	4831	14944	18739	2693
674	18317	8320	23734	3261	15246	14784	20945	15381	9043
13369	20539	1712	11514	3501	10631	14845	10650	14504	12641
9276	7275	21840	1192	381	19103	19563	22816	10742	8133
13531	771	17066	19692	3159	23479	19170	6122	14090	5729
6311	7726	6330	2321	21618	13599	12542	13459	18236	15214
13215	11306	3032	3711	16122	13638	903	9703	22097	20633
23129	21188	10360	23725	9448	12552	7377	20873	8661	20640
1968	13187	15936	22372	9473	3540	22365	13383	1751	11677
4398	10508	19461	17838	18171	5895	16981	2455	16041	10700
16975	14661	10503	5485	20080	1986	8197	12320	21682	12248
9495	192	15566	23689	1317	6122	19381	21831	12100	3093
3859	4405	5852	2075	1322	24162	7756	24023	10868	20639
2577	4167	21335	23381	16948	6633	16263	6155	23362	1786
16119	7477	5986	13315	9295	7772	23244	3827	21339	23623
8761	10122	22284	22477	15851	4247	14431	6317	1742	17231
10096	21023	10120	3150	6483	23510	18508	12713	994	2939
1271	15191	1483	14180	3142	21960	4202	9041	18872	9552
5102	18391	18271	13102	4825	9809	2683	2993	11926	3180
16980	24456	5144	12037	1676	21726	10598	2228	24502	16198
5353	16308	17246	20746	5974	19481	10842	12200	5576	14869
22970	958	2720	20903	17610	1305	21446	14129	24230	17604
1468	17905	5429	12755	14317	9430	23104	14533	17458	8294
6469	21645	7254	6306	2293	18211	3751	16226	17574	5802
183	5167	20407	1238	19963	7758	4258	17418	15874	
12908	17827	22565	24250	257	18606	920	21901	10076	

c) Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Una vez que hemos obtenido las muestras para cada una de las empresas en estudio, en cada uno de ellos, de cada crédito que se encuentra en la muestra se obtiene : la calificación vigente a 31/12/2011, el saldo deudor en la fecha, tal como podemos observar en el cuadro siguiente, en relación a la muestra de la Of. Principal, para los primeros 30 expedientes de las 258 de la muestra:

**CUADRO 12: MUESTRA - Of. Principal - BCP**

NUM. ORDEN	EXPEDIENTE	ESCENARIO 1	
		CALIFICACION	SALDO DEUDA
1	14302	0	9324
2	674	0	12547
3	13369	0	3528
4	9276	0	6897
5	13531	0	6018
6	6311	0	12000
7	13215	0	3879
8	23129	0	3812
9	1968	0	4869
10	4398	0	11379
11	16975	0	6259
12	9495	0	4325
13	3859	0	5723
14	2577	0	6089
15	16119	0	5291
16	8761	0	18654
17	10096	0	21364
18	1271	0	4512
19	5102	0	3649
20	16980	0	3645
21	5353	1	41597
22	22970	0	3718
23	1468	0	2103
24	6469	0	8714
25	183	0	1352
26	12908	0	47856
27	16357	0	2817
28	18317	0	17694
29	20539	0	7215
30	7275	0	4652

En el cuadro que sigue a continuación, exponemos la muestra para el caso de la Oficina de BCP-Zofra.

**Cuadro 13: Muestra Of. Zofra - BCP**

Numero orden	Muestra seleccionada	calificación	saldo deudor
1	756	0	4350
2	572	0	6500
3	819	0	7812
4	481	0	6894
5	1,222	0	3526
6	1,951	1	7849
7	1,490	0	9458
8	761	0	6782
9	378	0	6821
10	161	0	5445
11	1,975	0	7846
12	1,322	0	6951
13	408	0	8416
14	213	0	6500
15	2,161	0	9850
16	1,381	0	9324
17	1,229	0	5140
18	1,369	2	5739
19	1,877	0	3748
20	1,774	0	4231
21	1,545	0	8762
22	1,353	0	8673
23	531	0	6912

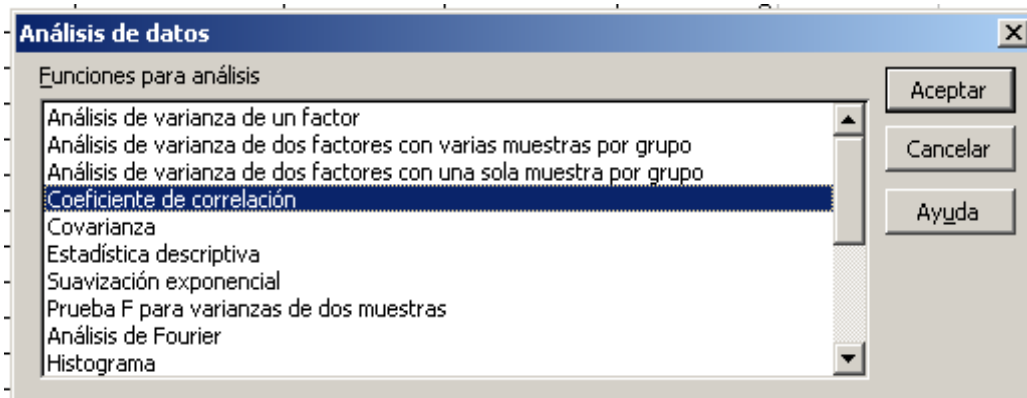
Hacemos notar la etiqueta utilizada para el atributo de calificación, cuya especificación corresponde a la SBS.

**Cuadro 14: Calificación de la calidad de cartera - SBS**

Categoría de riesgo	Días de atraso	Etiqueta utilizada (*)
Normal	0	0
CPP	1-60	1
Deficiente	61-120	2
Dudoso	121-365	3
Pérdida	Más de 365 días	4

(\*) Etiqueta de asignación propia, para procesamiento estadístico.

Se procede a procesarla por niveles de calidad de créditos, teniendo en cuenta los niveles de calidad establecida por la SBS del Perú, el saldo deudor al 31/12/2011. Para el análisis de los datos utilizamos la opción de **Herramientas/Análisis de datos de Excel**, tal como podemos observar en la vista siguiente:



## CAPITULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1. INTRODUCCION

La estimación de riesgo crediticio se realiza considerando la calidad de la cartera de créditos, que están expresadas en los niveles de calificación de la cartera: los de calificación normal no están incluidos en estos resultados. El análisis de riesgo crediticio se realiza teniendo en cuenta dos grupos de créditos: un primer grupo de cartera atrasada, compuesta por los créditos vencidos y la cartera de créditos que se encuentran en situación de tratamiento de cobranza judicial. Un segundo grupo que incluye al grupo de cartera atrasada más los créditos refinanciados, a este grupo se le conoce con el nombre de cartera de créditos de alto riesgo.

Haciendo un análisis exploratorio a partir de los reportes efectuados a la SBS por parte de la Sucursal BCP Tacna, se puede observar que el total de la cartera de alto riesgo representa para la institución el 1.81% considerando los saldos a 31 de diciembre del 2011. El cuadro que ilustra el comportamiento descrito se presenta en el cuadro (15).

Por otro lado, en relación a este tema de riesgo crediticio, dando una mirada resumida de lo que pasa en el sector industrial de las empresas financieras peruanas, con los indicadores de riesgo crediticio representado por el porcentaje de la cartera atrasada en relación a la cartera total, podemos observar que el sistema de Cajas Municipales, a 31/12/2011, exhibe el 4.22%, las Edpymes el 4.54%, mientras que la Banca Múltiple muestra el 1.63%. El resumen de estos indicadores se expone en el cuadro elaborado a partir de la información de la SBS, el que se presenta en el cuadro (16).

**Cuadro 15: Cartera morosa – BOP Tama 2011**

TRIM	NORMALES	NORMALES	VENCIDOS	JUDICIAL	SALDO	ATRASADA	SALDO	%	SALDO	%
Dic-09	105,847,447	946,759	65,454	472,123	1,484,336	1.34%	1,607,906	1.45%	3,092,242	1.75%
Mar-10	107,588,167	1,162,383	85,135	780,123	2,027,641	1.79%	1,634,086	1.44%	3,661,727	3.23%
Jun-10	111,333,137	1,248,378	101,234	853,345	2,202,957	1.87%	2,196,447	1.86%	4,399,404	3.73%
Sep-10	120,668,843	1,298,919	242,123	986,132	2,527,174	1.98%	2,058,800	1.62%	4,585,974	3.60%
Dic-10	136,093,433	764,284	123,415	460,321	1,348,020	0.95%	1,872,408	1.31%	3,220,428	2.26%
Mar-11	136,136,185	1,307,059	85,756	768,245	2,161,060	1.51%	1,696,564	1.19%	3,857,624	2.70%
Jun-11	141,199,787	1,408,214	45,123	435,912	1,889,249	1.27%	1,603,508	1.08%	3,492,757	2.35%
Sep-11	151,930,466	1,230,998	43,136	435,678	1,709,812	1.08%	1,586,268	1.00%	3,296,080	2.07%
Dic-11	171,853,348	1,226,967	85,123	263,456	1,575,546	0.88%	1,650,924	0.92%	3,226,470	1.81%

Fuente: Registros BOP Tama.



**Cuadro 16: Indicadores de riesgo crediticio por sectores**

**CUADRO COMPARATIVO DE CARTERA ATRASADA Y COBERTURA DE PROVISIONES**

MES	CMACs		BANCA MULTIPLE		EDPYMES	
	% CARTERA	% COBERTURA	% CARTERA	% COBERTURA	% CARTERA	% COBERTURA
	ATRASADA	PROVISIONES	ATRASADA	PROVISIONES	ATRASADA	PROVISIONES
Dic-08	4.35%	147.63%	5.80%	141.10%	10.13%	83.71%
Dic-09	5.08%	129.38%	3.71%	176.46%	9.25%	95.86%
Sep-10	5.43%	126.05%	2.68%	205.32%	8.60%	104.37%
Dic-10	4.65%	136.60%	2.14%	235.26%	6.81%	110.75%
Mar-11	5.04%	127.99%	2.29%	224.46%	6.99%	106.57%
Jun-11	5.09%	129.11%	2.00%	223.71%	6.41%	107.62%
Sep-11	5.08%	130.63%	1.93%	219.06%	6.26%	110.11%
Dic-11	4.22%	143.31%	1.63%	251.40%	4.54%	120.77%

Fuente: SBS-Perú



Una de las exigencias de la SBS es la cobertura del riesgo crediticio, en este caso las empresas financieras lo hacen con provisiones, luego que podemos exhibir como indicadores de provisiones sobre la cartera atrasada y provisiones sobre la cartera de alto riesgo. Dando una lectura del cuadro (16) podemos observar que a diciembre del 2011 en el caso de la Banca Múltiple está cobertura está en 251.40%.

La distribución de la muestra obtenida de cada una de las instituciones ilustra la presencia de la cantidad de créditos que están presentes en cada uno de los niveles de calificación. Así podemos apreciar, de la muestra de 258 créditos en el caso de la Oficina de BCP San Martín -Tacna, 5 se encuentran en situación de atrasado con diferentes calificaciones. Para el caso Oficina de Crl. Mendoza - Tacna, de los 99 créditos de la muestra 97 se encuentra en estado normal y 02 en situación de atrasado y por otro lado en el caso de la Oficina de Zofra - Tacna de cada 23 créditos podremos encontrar 01 expediente en situación de atrasado.

**Cuadro 17: Tamaño de la muestra**

		Institución			Total
		BCP San Martín	BCP Crl. Mendoza	BCP Zofra	
clasificación	NORMAL	253	97	22	372
	CPP	2	2	1	5
	DEFICIENTE	2	0	0	2
	DUDOSO	1	0	0	1
	PERDIDA	0	0	0	0
Total		258	99	23	380

## 5.2. EXPOSICION DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

### Objetivo específico No. 01:

Analizar la calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad y su incidencia en el nivel de riesgo de crédito.

### 5.2.1. Resultados relativos a hipótesis específica No. 01

#### HIPOTESIS ESPECIFICA No. 01:

**Existe relación directa entre la calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad y el nivel de riesgo de crédito.**

La calificación de créditos, es una actividad importante en la gestión de la cartera de créditos, que en el caso del Perú, consiste en clasificar cada uno de los créditos en un determinado nivel según la Norma de la SBS, presentada cuya especificación en el cuadro (17) de la página 112 que denota nivel de calidad del crédito. Las Oficinas estudiadas han efectuado sus clasificaciones ubicando cada crédito en cualquiera de los cinco niveles, tomando en cuenta si se encuentra en situación de atrasado en sus pagos y el número de días que se encuentra en esta situación de atrasado.

Los niveles de calidad de créditos encontrada a partir de la muestra en número de expedientes o créditos se expone en el anexo (I).

En el propósito de demostrar la incidencia de la calidad de créditos sobre el riesgo de crédito de las Oficinas estudiadas, lo hacemos utilizando la tasa de morosidad, como un estimador de máximo verosímil de la probabilidad de incumplimiento, que se puede aproximar a la probabilidad de impago. La estimación de la probabilidad de impago es fundamental para la posterior determinación de las pérdidas esperadas que estaría enfrentando el BCP en la ciudad de Tacna..

Según la propuesta de Basilea II, modelo IRB, presentada detalladamente en las páginas de 37 a 43 del presente trabajo, cuya reiteración de la ecuación es el siguiente:

$$PE = EXP * PI * (1 - TR), \text{ en donde:}$$

PE : Pérdida esperada dado un nivel de riesgo de crédito  
 EXP : Saldo de la cartera al momento de la calificación de la  
 cartera de créditos.

PI : Probabilidad de incumplimiento o de impago.  
 TR : Tasa de recuperación.

Esta presencia de cantidades de expedientes en diferentes niveles de calidad obtenida de la muestra representativa de cada una de las Oficinas incide en la configuración de un determinado nivel de riesgo de crédito, el que está representado por la tasa de morosidad.

Para demostrar esta incidencia, hemos construido dos escenarios, por cada muestra representativa de la cartera de créditos de cada Oficina: Un primer escenario que considera tal como hemos encontrado en el momento de la toma de datos y un segundo escenario simulando qué pasa con el riesgo crediticio si se produce transición de un nivel de calificación a otro nivel de calificación, tal como hemos descrito en el tema de matriz de transición de Markov de las páginas 73 a la 81 del presente trabajo.

En el primer escenario, para el caso de las muestras de las tres Oficinas en estudio, la tasa de morosidad, que representa a la proporción de la cantidad de préstamos que no cancelan oportunamente sus préstamos, es el que exponemos en el cuadro que presentamos a continuación:

**Cuadro 18: Resultados primer escenario**

<b>DETALLE</b>	<b>BCP SAN MAR</b>	<b>BCP Cri.Men</b>	<b>BCP Zofra</b>
TASA DE MOROSIDAD	1.81%	1.80%	1.80%
TOTAL DEUDA MUESTRA	6,337,865.00	462,271.00	157,529.00
TOTAL MORA	114,715.00	8,321.00	2,835.00

En el segundo escenario, para demostrar la incidencia en el caso que los créditos cambien de calificación de una situación normal a una situación de atrasado, haciendo una simulación sobre los 15 primeros créditos de la muestra que cambia de una situación normal a una situación de atrasado, comprobamos que efectivamente se eleva el indicador de riesgo crediticio de la empresa financiera, denotada en este caso por la tasa de morosidad, tal como podemos apreciar en el cuadro que detallamos a continuación:

Cuadro 19 : Riesgo crediticio – segundo escenario

DETALLE	BCP San Martín	CP Cri Mendo	BCP Zofra
TASA DE MOROSIDAD	2.15%	2.10%	2.05%
TOTAL DEUDA MUESTRA	6,337,865.00	462,271.00	157,529.00
TOTAL MORA	136,264.10	9,707.00	3,229.00

Observamos que el indicador de riesgo crediticio se ha visto incrementado de 1.81% a 2.15% para el caso de la Oficina de Av. San Martín, de 1.80% a 2.10% para la Oficina de Cri. Mendoza, y de 1.80% a 2.05% para el caso de la Oficina de Zofra. Haciendo este mismo ejercicio con la ayuda del simulador Crystal Ball, haciendo que un prestatario puede cambiar de calificación de normal a la situación atrasado, este hecho hará que el indicador de riesgo crediticio de la empresa se vea incrementado e incurra en mayores provisiones en menoscabo de la rentabilidad de la empresa. Pero, también puede cambiar de una situación de atraso hacia una situación normal, en este caso el indicador de riesgo crediticio se verá disminuido, situación favorable para la empresa.

La incidencia que tiene el riesgo crediticio sobre las provisiones, teniendo en cuenta las especificaciones dadas por la SBS, el que se especifica en el cuadro siguiente:

**Cuadro 20 : Incidencia del riesgo crediticio**

CALIFICACION	DIAS DE MORA	SIN GARANTIA	CON GARANTIA	
			PREFERIDA	RAPIDA REALIZACION
NORMAL	HASTA 8 DIAS	1,00%	1,00%	1,00%
CPP	DE 9 A 30 DIAS	5,00%	2,50%	1,25%
DEFICIENTE	DE 31 A 60 DIAS	25,00%	12,50%	6,25%
DUDOSO	DE 61 A 120 DIAS	60,00%	30,00%	15,00%
PERDIDA	DE 121 DIAS O MAS	100,00%	60,00%	30,00%

También aquí observamos cómo el cambio de nivel de calidad de crédito expresado en este caso por la calificación que obtiene un crédito teniendo en cuenta el número de días que se encuentra en la situación de atrasado, influye en el comportamiento de las provisiones en las instituciones financieras, considerando los dos escenarios: un primer escenario configurada por la situación de la cartera encontrada a partir de los datos de la muestra y un segundo escenario, variando la calificación de los primeros 15 expedientes de la muestra en cada una de las Oficinas, se observa un incremento considerable en el importe de las provisiones, tal como podemos apreciar en la tabla que presentamos a continuación:

**Cuadro 21: Provisiones según cambios en calidad de crédito.**

ESCENARIO	BCP San Martín	BCP Crl. Mendoza	BCP Zofra
PRIMERO	105,215.50	9,613.64	3,266.00
SEGUNDO	105,573.00	9,642.48	3,274.17

Y por otro lado en el argumento de que la calidad de la cartera de créditos incide en el riesgo crediticio, invocamos la tabla de probabilidad de incumplimiento para cada nivel de calificación de la cartera de créditos, presentada por CreditRisk, constatando que efectivamente, cada nivel de calificación se merece una diferente probabilidad de incumplimiento de pagos, así podemos observar que el nivel normal tiene una probabilidad de incumplimiento de 1.65% y el nivel de pérdida una probabilidad de 10%, tal como se puede valorar en el cuadro siguiente:

**Cuadro 22 : Probabilidad de incumplimiento**

CALIFICACION DE LA CARTERA	PROBABILIDAD DE IMPAGO
A	1.65%
B	3.00%
C	5.00%
D	7.50%
E	10.00%
F	15.00%
G	30.00%

Si estas probabilidades fueran incorporadas mediante un promedio ponderado en la ecuación del modelo IRB para la determinación de pérdida esperada, mientras más altas sean las probabilidades de incumplimiento mayor será la pérdida esperada por la presencia del riesgo crediticio, y consecuentemente mayor el VaR (pérdida potencial).

De manera similar si incorporamos en la ecuación del modelo IRB las tasas de morosidad de los diferentes niveles de calidad de la cartera de créditos, mediante un promedio ponderado, mientras más altas las tasas de morosidad mayor será la pérdida esperada al que se enfrente la organización por la presencia del riesgo crediticio, en este caso expresado por la probabilidad de incumplimiento.

**Cuadro 23: Calificación de Cartera BCP -Sucursal Tacna.**

**CUADRO HISTORICO: CALIFICACION DE CARTERA BCP TACNA**

CALIFICACION	2008	2009	2010	2011
<b>NORMAL</b>	97.00%	97%	98.00%	98%
<b>CPP</b>	1.45%	1.84%	0.90%	0.61%
<b>DEFICIENTE</b>	0.75%	0.51%	0.45%	0.35%
<b>DUDOSO</b>	0.45%	0.30%	0.35%	0.45%
<b>PERDIDA</b>	0.35%	0.35%	0.30%	0.40%

**Objetivo específico No. 02: Analizar el importe por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y su relación con el nivel de riesgo de crédito**

**Resultados relativos a hipótesis específica No. 02**

**HIPOTESIS ESPECIFICA No.02:**

Existe relación directa entre el importe por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y el nivel de riesgo de crédito.

Esta afirmación se refiere al riesgo de concentración de crédito. El índice de "Herfindahl-Hirschman" surge como una medida de concentración, que cuantifica de manera precisa la contribución de la concentración al riesgo de crédito total de una cartera. Se obtienen dos propiedades nuevas de este índice, que relacionan los límites individuales de los créditos con la concentración existente en los distintos segmentos en los que se pueda descomponer la cartera, de tal manera que se garantice la suficiencia de capital.

Se obtiene el índice de "Herfindahl-Hirschman" para cada una de las oficinas en análisis, utilizando la ecuación:

$$H(F) = \frac{\sum_{i=1}^N f_i^2}{(\sum_{i=1}^N f_i)^2}$$

Donde  $f_i$  denota el saldo de la cartera,  $H(F)$  : índice de concentración.

**Cuadro 24: Cálculo de Índice de concentración.**

OFICINA	TASA MOROSIDAD	SALDO COLOCACIONES	CAPITAL EC.	HH CALC.
SAN MARTIN	1.81%	178,732,000.00	42,100,000.00	0.0133
CRL. MENDOZA	1.80%	41,593,000.00	9,300,000.00	0.0126
ZOFRA	1.80%	27,833,485.00	4,594,951.00	0.0465

Además de la información de índice de concentración calculada que se expone en el cuadro antecedente como (HH CALC) determinamos la suficiencia de capital para los niveles de concentración, utilizando la ecuación siguiente:

$$SC \geq p + Z_{\alpha} * \sqrt{p(1-p) * H(F)}$$

Para un nivel de confianza de 95% el valor de  $Z_{\alpha} = 1.96$  y  $p =$  probabilidad de incumplimiento, y utilizando la ecuación :

$$Req.CapitalEc. = SC * V$$

Se obtiene los requerimientos mínimos de capital que deberán exhibir las empresas, dado un determinado saldo total de la cartera de colocaciones (V), cuyos resultados se exponen en el cuadro que detallamos a continuación:

**Cuadro 25: Requerimiento de capital económico.**

Oficina	Requerimiento de Capital Económico	Capital Económico A131-12-2011
Av. San Martín	16 418 081,43	42 100 000,00
Av. Crl. Mendoza	4 134 409.91	9 300 000,00
O f. Zofra	4 074 696.82	4 594 951

Los indicadores de suficiencia de capital requerida muestran que las tres oficinas tienen suficiencia de capital, sin embargo podemos observar que mientras más elevada es el riesgo de crédito expresado por la probabilidad de incumplimiento mayor será el requerimiento de capital económico, tal como podemos observar en el cuadro 25.

En la medida que el importe de los niveles de calificación más riesgosa sea mayor, será mayor la probabilidad de incumplimiento, que en definitiva es el que incide en el índice de concentración, indicador importante para la gestión de la cartera de créditos, porque nos proporciona la información del

requerimiento mínimo de capital que debe tener la empresa, dado un determinado nivel de riesgo y concentración de crédito.

Por otro lado, a continuación presentamos, el control que venían efectuando las oficinas en el tema relacionado al índice de concentración, mediante el promedio de responsabilidad por cada prestatario, utilizando la ecuación:

$$VP = \frac{\text{Saldo...préstamo}}{\text{Número..de..créditos}}$$

(VP) viene expresado por el saldo de la cartera a diciembre del 2011 dividido por el número de créditos vigentes, cuyo resultado para los últimos tres años se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 26: Índice de concentración

<b>INDICE DE CONCENTRACION (SALDO/N. CREDITOS)</b>			
<b>PERIODO</b>	<b>Av. S. Martín</b>	<b>Av. Crl. Mendoza</b>	<b>Of. Zofra</b>
Dic-09	4,796	4,135	3,214
Dic-10	5,890	4,825	5,864
Dic-11	7,188	5,358	6,839

Debido al grado de concentración que se observa en el caso de la Oficina de Av. San Martín, estos créditos si entraran en mora, se vería incrementada la tasa de morosidad y consecuentemente el riesgo de crédito y cada vez mayor en el importe de las provisiones.

**Objetivo No. 03 : Evaluar el número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y su relación con el nivel de riesgo de crédito.**

#### 5.2.3. Resultados relativos a hipótesis específica No. 03

##### **HIPOTESIS ESPECÍFICA No. 03:**

**El número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos influye directamente en el nivel de riesgo de crédito.**

El número de créditos que se encuentre en situación de atrasado provoca el incremento en el indicador del riesgo crediticio, debido a que el acumulado del importe de los créditos que se encuentren en dicho estado se ve incrementado. En el cuadro (27) escenario 2, podemos apreciar lo que estamos afirmando, como ocurre, en el caso de Oficina de Av. San Martín, haciendo que ocurra el cambio de estado normal a situación de atrasado de los 15 primeros créditos de la muestra, se observa que la tasa de riesgo se ve incrementado a 2.15% , el mismo efecto se produce en las demás oficinas.

**Cuadro 27 : Indicadores de riesgo crediticio**

OFICINA	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
	TASA DE RIESGO	TASA DE RIESGO
Av. San Martín	1.81%	2.15%
Av. Crl. Mendoza	1.80%	2.10%
Of. Zofra	1.80%	2.05%

Si el cambio es en sentido contrario, en lugar de aumentar el número de créditos en situación de atrasado pasan a estar a una situación normal, aquello hará que disminuya el indicador del riesgo crediticio, en este caso, por el principio de máxima verosimilitud, la tasa de morosidad. La explicación teórica acerca del comportamiento de estos cambios de estado se desarrolla en la parte del fundamento teórico, de cambios de estado de Markov, en la parte (2.3.9.5).

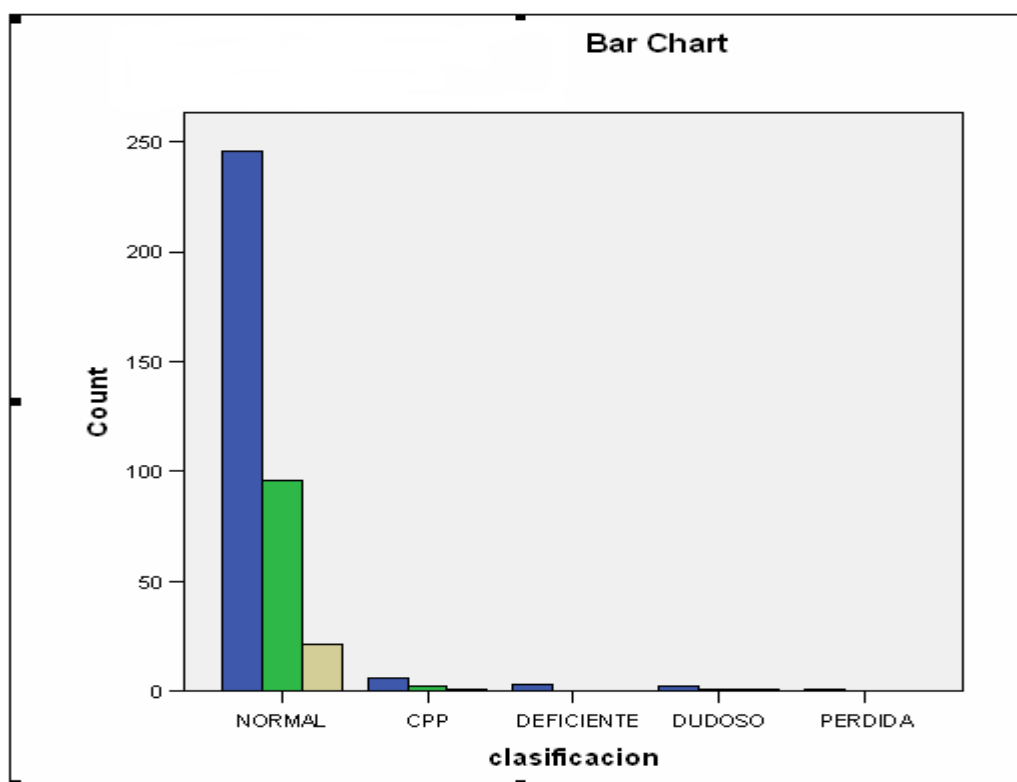
Por los argumentos expuestos, constatamos que es muy importante mantener la calidad de la cartera de créditos para la empresa financiera, porque serán mínimos los riesgos crediticios y mínimas también las provisiones.

La distribución por niveles de calificación encontrada en la muestra, la calificación normal tiene una presencia del 98% y los otros niveles que corresponden a la situación de atrasados se encuentran con total 1.81% , tal como podemos observar en el cuadro (28).

**Cuadro 28 : Niveles de calidad de la cartera de colocaciones**

			Institución			Total
			BCP AV. San Martín	BCP Crl. Mendoza	BCP Zofra	
clasificación	NORMAL	Count	253	97	22	372
		% within institución	98%	98%	98%	98%
	CPP	Count	2	2	1	5
		% within institución	1%	2,0%	2,%	1%
	DEFICIENTE	Count	2	0	0	2
		% within institución	1,%	,0%	,0%	,0.5%
	DUDOSO	Count	1	0	0	1
		% within institución	,04%	0%	0% 0	0.5%
	PERDIDA	Count	0	0	0	0
		% within institución	,0%	,0%	,0%	,0%
Total		Count	258	99	23	380
		% within institución	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

**Figura 12: Calidad de la cartera de colocaciones.**



De acuerdo a la Teoría de Markov, podemos constatar mediante la matriz de transición, la probabilidad de que un crédito estando con una determinada calificación cambie de calificación crediticia durante un periodo específico. Siendo esta probabilidad la migración de la calidad de un crédito.

#### 5.2.4. Resultados relativos a Hipótesis general

**Objetivo general:** Determinar el grado de influencia de la calidad de créditos y el nivel de riesgo de crédito que enfrenta las Oficinas del BCP en la Región de Tacna.

**Hipótesis General:** La calidad de la cartera de créditos influye directamente en el nivel de riesgo de crédito de las Oficinas BCP de la Región de Tacna.

La calidad de la cartera de créditos expresada por niveles de calidad, en nuestro caso la práctica de esta calificación efectuada según la norma de SBS, Resolución 808-2003 y su modificatoria, Resolución SBS No. 1494-2006, los cinco niveles de calidad, cada nivel tiene como consecuencia en una determinada probabilidad de incumplimiento (PI) cuyo promedio ponderado, que es la expresión del riesgo de crédito, permite determinar la pérdida esperada en el caso que utilizemos el modelo IRB que es la que hemos expresado mediante la ecuación siguiente:

$$PE = EXP * PI * (1 - TR)$$

En donde de acuerdo al comportamiento de la calidad de cartera de créditos el valor de probabilidad de incumplimiento va entre los parámetros  $0 \leq PI \leq 1$ , por tanto si la calidad de cartera de créditos estuviera muy deteriorada el valor de PI estaría muy cerca de tomar valores 1, este comportamiento influye luego en el valor de la pérdida esperada, tal como podemos apreciar en la ecuación que citamos (PE), a manera de ilustrar esta afirmación, con la ayuda del simulador Crystal Ball y teniendo como base los

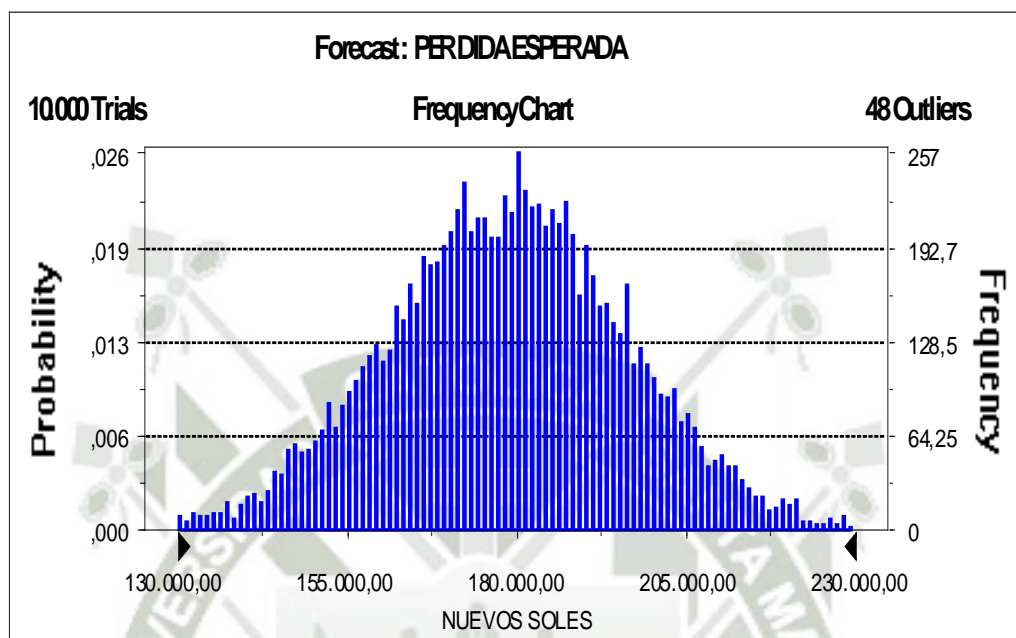
datos que se presenta en el cuadro (24), que se refiere al saldo de colocaciones a 31-12-2011 (EXP), que es la inversión expuesta al riesgo de crédito, mostramos la variabilidad de PE frente a la variación de PI, como valor inicial se tiene el 1.81% , TR=98% para la Oficina de Av. San Martín - BCP, PI = 2.15% , TR = 98% para la Oficina de Av. Crl. Mendoza - BCP, PI = 2.10% y TR = 98% , con estos valores semilla se han efectuado 10 mil simulaciones para cada una de las Oficinas en estudio, para demostrar la influencia directa de la calidad de cartera de créditos en el nivel de riesgo de crédito, cuyos resultados se exponen en el anexo (II).

La variable aleatoria para el caso de la simulación es el valor de PI con una distribución normal y con una desviación de 10% . La intención es demostrar, cómo, con esta variabilidad de PI se observan los cambios en el valor de PE, que es la pérdida esperada, dado cierto nivel de riesgo de crédito. En este caso al hacer variar al PI en +/- 10% estamos asumiendo que ocurren cambios en la calidad de la cartera de créditos y que ésta se ve reflejada en la PI y consecuentemente se observa medida en el PE que es uno de los indicadores utilizada en la medición del riesgo de crédito, bajo el modelo IRB.

**Cuadro 29 : Resultados Simulación PE Of. Av. San Martín - BCP.**

<b>Resultado de la Simulación PE BCP-SAN MARTIN</b>	
Trials	10,000.00
Mean	178,805.36
Median	179,010.67
Standard Deviation	17,844.59
Variance	318,429,264.87
Kurtosis	3.02
Coeff. of Variability	0.10
Range Minimum	107,733.92
Range Maximum	248,796.20
Range Width	141,062.28
Mean Std. Error	178.45

Figura 13 : Pérdida esperada - BCP- Av. San Martín



A partir de los resultados obtenidos, podemos apreciar el valor medio de PE = S/. 178 805.36 (ver anexo II). Para PI menores a 1.81% el valor de la PE está por debajo de la media, inversamente para valores mayores a 1.81% de PE puede llegar hasta S/. 248 796.20

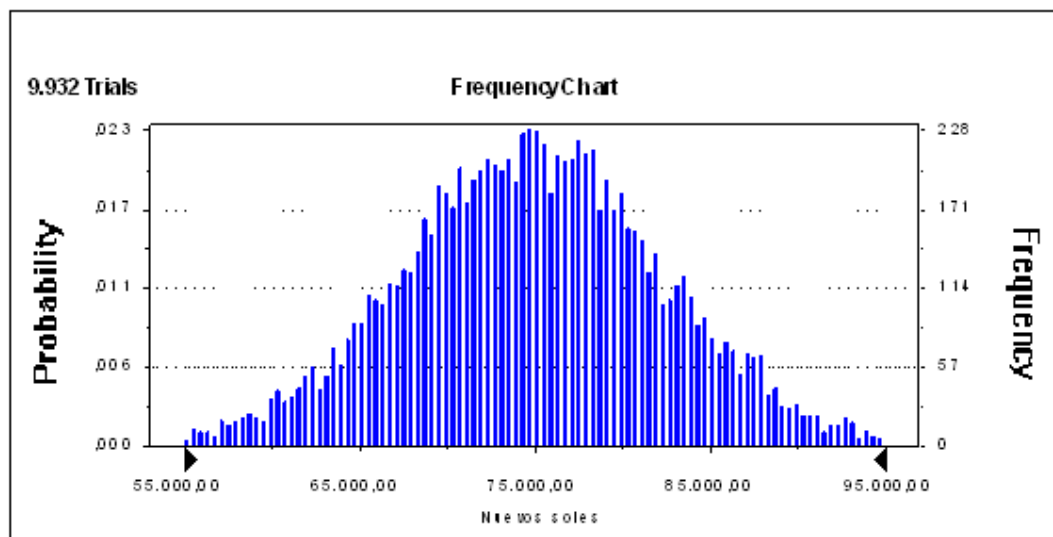
A continuación mostramos los resultados de la simulación de Montecarlo para demostrar la incidencia de la PI en la PE para el caso de Oficina de Crl. Mendoza - BCP, teniendo como valores EXP = 41 593 000,00, PI base 2.10% , TR = 97% .

**Cuadro 30: Resultado de Simulación Of. Av. Crl. Mendoza - BCP.**

**Resultados de Simulación de PE Of. Av. Crl. Mendoza**

Trials	9932
Mean	74,980.99
Median	74,975.65
Standard Deviation	7,266.64
Variance	52,804,103.20
Skewness	0.00
Kurtosis	2.74
Coeff. of Variability	0.10
Range Minimum	55,000.00
Range Maximum	95,000.00
Range Width	40,000.00
Mean Std. Error	72.91

Figura 14 : Pérdida esperada Of.Av. Crl. Mendoza.



En la figura (14) podemos apreciar, la variabilidad de PE desde S/. 55 000 hasta S/. 95 000,00. Esto quiere decir que a mayor PI mayor el Valor de PE.

Para el caso de oficina Zofra Tacna – BCP los valores base utilizados para la simulación son : EXP = 27 833 485,00, PI = 0.07, 1-TR = 0.02, de donde efectuando 10 m il simulaciones, obtenemos:

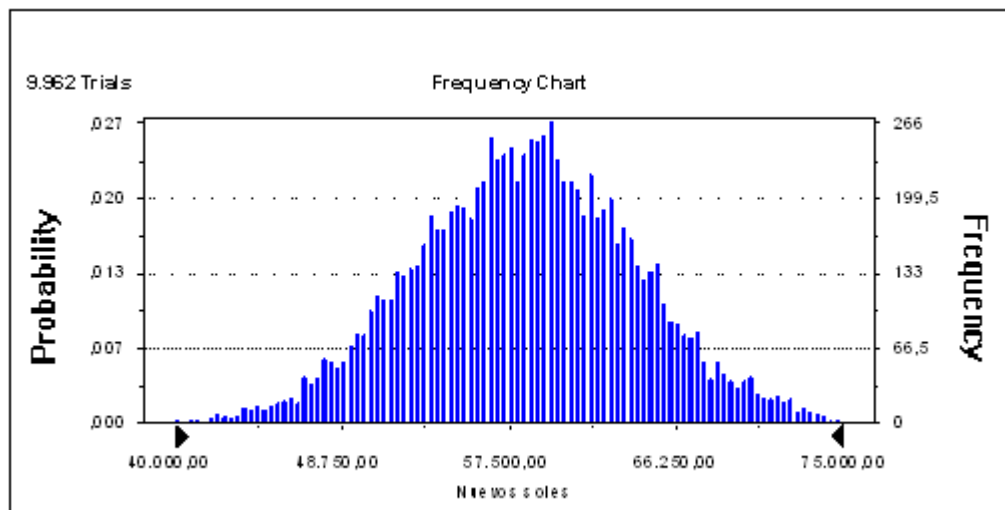
Cuadro 31: Resultados de Simulación de PE Oficina Zofra – BCP.

### Resultados de Simulación de PE Of. Zofra

Trials	9962
Mean	58,441.10
Median	58,514.32
Standard Deviation	5,746.54
Variance	33,022,730.61
Skewness	-0.02
Kurtosis	2.83
Coeff. of Variability	0.10
Range Minimum	40,000.00
Range Maximum	75,000.00
Range Width	35,000.00
Mean Std. Error	57.57



Figura 15: Pérdida esperada Of. BCP-Zofra.



Si el PI está por debajo del 2.10% la PE tomará valores menores a S/. 58 441.10 y si toma valores mayores a 2.10%, la PE tendrá valores mayores a S/. 58 441.10, aquí observamos, que en la medida que se ve incrementado el valor de PI también se observa incrementado el valor de PE, que esta ocurrencia es una demostración de la influencia directa de la calidad de cartera de créditos sobre el nivel de riesgo de crédito.

Por otro lado si el riesgo de crédito estuviera expresado por la exposición teórica del modelo CreditMetrics, el riesgo de crédito estaría representado por el modelo siguiente:

$$\sigma = \sqrt{W_1 * \sigma_1^2 + W_2 * \sigma_2^2 + W_3 * \sigma_3^2 + 2(W_1)(W_2)\rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2 + 2(W_2)(W_3)\rho_{2,3}\sigma_2\sigma_3 + 2(W_1)(W_3)\rho_{1,3}\sigma_1\sigma_3}$$

En donde:

$W_i$  : es la proporción de la inversión dirigida a un determinado activo financiero

$\sigma_i$  : volatilidad de la rentabilidad esperada que proporciona la inversión dirigida a un determinado activo financiero.

$\sigma_i^2$  : Varianza de la rentabilidad esperada de la inversión dirigida a cada uno de los activos financieros.

El modelo aplicado para la medición del riesgo de crédito, nos muestra que será cada vez mayor cuando la calidad de la cartera de créditos tenga calificación mala y muy mala, es decir estén en posición de atrasados y calificaciones de deficiente, dudoso y pérdida.

Una vez determinado el valor del  $\sigma_i$  podemos determinar la pérdida potencial a la que estaríamos expuesto en un día operando los 365 días en el periodo de un año; para un coeficiente de confianza de la distribución Z de 95% igual a 1.96, teniendo en cuenta el nivel de inversión que mantengamos en la cartera de colocaciones.

$$VaR = Z * \sigma * I * \sqrt{\frac{1}{365}}$$

Con esta última ecuación podemos determinar la pérdida potencial para cada una de las empresas financieras en estudio, conociendo la desviación estándar de su cartera de colocaciones, el saldo de colocaciones a la fecha de medición y el nivel de confianza a la que deseamos efectuar la determinación. Observaremos en los resultados, que a mayor riesgo tendremos mayores valores de pérdida potencial (VaR) e inversamente, a menores valores de riesgo ( $\sigma$ ), tendremos menores valores de (VaR).

El modelo CreditMetrics muestra las variaciones de diferentes componentes de cartera de inversiones y sus interacciones, en esas variaciones están reflejadas la calidad de la cartera de inversiones. Si las variaciones son altas es porque la calidad de la cartera es mala y consecuentemente dará como resultado valor alto en el riesgo de crédito, esto nos muestra la influencia directa de la calidad de la cartera de créditos en el nivel de riesgo de crédito.

Estas aseveraciones fundamentales, han sido discutidas ampliamente con resultados empíricos en el proceso de la demostración de las tres hipótesis específicas, desarrollados en el estudio.

## CAPITULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

#### Objetivo específico No. 01:

Analizar la calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad y su relación con el nivel de riesgo de crédito.

#### HIPOTESIS ESPECIFICA No. 01:

Existe relación directa entre la calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad y el nivel de riesgo de crédito.

#### Conclusión No. 01:

Hemos determinado la existencia de relación directa entre la calificación de la cartera de créditos por niveles de calidad y el riesgo de crédito, demostrado en nuestro estudio, por el análisis por escenarios aplicado sobre las muestras seleccionadas, en donde los niveles de calificación más deterioradas CPP, dudoso y pérdida contribuyen al incremento de la tasa de morosidad que es indicador de nivel de riesgo utilizado en nuestro estudio como una aproximación de la probabilidad de incumplimiento siguiendo el principio de máxima verosimilitud. Los resultados obtenidos se exponen en los cuadros 15, 16, 17 y 18.

#### Objetivo específico No. 02:

Analizar el importe por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y su relación con el nivel de riesgo de crédito.

#### HIPOTESIS ESPECIFICA No.02:

Existe relación directa entre el importe por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y el nivel de riesgo de crédito.

**Conclusión No. 02:**

Utilizando la teoría de Herfindahl - Hirschman, teoría de medición de concentración y la probabilidad de incumplimiento a partir de la tasa de morosidad y el saldo de colocaciones al 31/12/2011, efectivamente demostramos que existe relación directa entre el importe por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y el nivel de riesgo crediticio, porque se observa su incidencia en la determinación de requerimiento de capital económico para un determinado nivel de riesgo. Es decir, a mayor probabilidad de incumplimiento mayor requerimiento de capital económico para las empresas financieras. En el cuadro 24 exponemos los índices de concentración expresado en nuevos soles para cada nivel de riesgo crediticio.

**Objetivo Específico No. 03 : Evaluar el número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos y su relación con el nivel de riesgo de crédito.**

**HIPOTESIS ESPECIFICA No. 03**

**El número de prestatarios por cada nivel de calificación de la cartera de créditos influye en el nivel de riesgo de crédito.**

**Conclusión No. 03:**

La concentración expresada por el número de prestatarios en un determinado nivel de calificación en la cartera de colocaciones incide en el nivel de riesgo de crédito, si ésta concentración se produce en niveles de calidad deficiente, dudosa y pérdida, su incidencia se ve reflejada en el incremento de la probabilidad de incumplimiento y proporcionalmente con el incremento de provisiones (ver resultados cuadro No. 21).

**Objetivo general:** Determinar el grado de influencia de la calidad de créditos y el nivel de riesgo de crédito que enfrentan las microfinancieras de la Región de Tacna.

**Hipótesis General:** La calidad de la cartera de créditos influye directamente en el nivel de riesgo de crédito de las microfinancieras de la Región de Tacna.

**Conclusión No. 04:**

Utilizando la simulación de Montecarlo con 95% de confianza y haciendo variar la calidad de créditos en +/- 10% observamos la variación en la probabilidad de incumplimiento que es el indicador del nivel de riesgo de crédito y haciendo actuar este comportamiento sobre el modelo  $PE = EXP * PI * (1-TR)$ , probamos el grado de influencia en el nivel de riesgo de crédito que enfrentan las financieras de la Región de Tacna. Esto a mayor nivel de riesgo de crédito mayor requerimiento de capital (ver cuadros 18,19 y 20).

**Conclusiones Complementarias:**

**Conclusión No. 05:**

Es fundamental la estimación de la probabilidad de incumplimiento pues, es el indicador que nos permite determinar el capital requerido y el índice de concentración por cada nivel de calidad de la cartera de colocaciones.

**Conclusión No.06:**

La evaluación de la calidad de la cartera es un campo crucial del análisis dado que la mayor fuente de riesgo para cualquier institución financiera reside en su cartera de créditos. La cartera de créditos es, sin duda alguna, el mayor activo de las empresas financieras. Además, la calidad de este activo, y en consecuencia, el riesgo que representa para la institución, pueden resultar muy difíciles de medir. Para instituciones financieras, cuyos préstamos no están típicamente respaldados por alguna garantía realizable, la calidad de cartera es de crucial importancia. Afortunadamente, la financiera en estudio han mostrado niveles de calidad de cartera muy buenas, cuya morosidad no supera el 1.81% de la cartera total, que es el indicador de medición de la calidad de la cartera.

**Conclusión No. 07:**

La teoría de riesgo es útil para abordar el problema de riesgo de crédito. Debido a que el evento de la resolución de un crédito es similar al de un asegurado, se le puede dar un tratamiento estadístico y utilizar el desarrollo de la teoría de riesgo para obtener una distribución de pérdida de una cartera de créditos. Las metodologías elaboradas con esta teoría parten de un enfoque de portafolio, el cual permite capturar elementos importantes como la volatilidad de las probabilidades de incumplimiento y los efectos de granularidad y concentración. Los supuestos que utilizan los modelos más avanzados de la teoría de riesgo son mínimos. Por un lado no se requiere de supuestos distribucionales para el tamaño de los montos, mientras aquellos que utilizan la distribución del número de incumplimiento son aplicables a la gran mayoría de las carteras crediticias. Incluso la teoría de riesgo permite incorporar las correlaciones existentes entre acreditados sin necesidad de calcular directamente, y permite obtener medidas explícitas de la diversificación del riesgo de crédito en una cartera crediticia.

## 6.2. RECOMENDACIONES

1. Las empresas financieras para disponer de una metodología de determinación de riesgo crediticio, deberán entrenar al potencial humano en metodologías de estimación de probabilidades de incumplimiento, y en manejo de sistemas automatizados que existen en el mercado para la administración de riesgo crediticio.
2. Las empresas financieras con fines de alimentar de información histórica a la base de datos de la historia crediticia de sus clientes, deberían guardar la data histórica de sus prestatarios a fin de tener una fuente directa de datos para la determinación de la probabilidad de incumplimiento.
3. Estimamos la conveniencia de implementar una metodología de medición de riesgo crediticio con el soporte de tecnologías de información computarizada, de tal forma que dentro del proceso de otorgamiento de créditos cada postulante pase por la calificación de riesgo.
4. El tema de la práctica de la diversificación de la cartera de inversiones, es muy importante para las financieras, a fin de evitar dañinas concentraciones en determinados sectores o clientes.

## BIBLIOGRAFIA

### BIBLIOGRAFIA RELACIONADA A RIESGOS:

1. Márquez Diez Canedo, Javier; Una Nueva Visión de Riesgo de Crédito; Editorial Lim usa, México 2006.
2. Elizondo, Alan; Medición Integral del Riesgo de Crédito; Editorial Lim usa, México 2004.
3. De Lara Haro, Alfonso; Medición y Control de Riesgos Financieros; Editorial Lim usa, México 2004.
4. Jorion, Philippe; Valor en Riesgo; Editorial Lim usa, México 1999.
5. Superintendencia de Banca y Seguros - Perú; Riesgos en Instituciones Financieras; Lima 2001.
6. Banco Santander Central Hispano; Gestión del Riesgo; Informe anual 2005, España.
7. Universidad Barcelona; Análisis Estadístico con SPSS para Windows; Editorial McGraw Hill, España 2002.
8. Merton C. Robert; Finanzas; editorial Pearson & Educación; México 2003.
9. Weston J. Fred; Fundamentos de Administración Financiera; editorial McGraw Hill, México 1994.
10. Gitman J. Lawrence; Administración Financiera; editorial Prentice Hall, octava edición, México 2000.
11. Finnerty John D.; Fundamentos de Administración Financiera; editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México 2000.
12. Van Horne, James C.; Administración Financiera, Novena edición; editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México 1993.
13. Weston J. Fred; Finanzas en Administración Tomo I; editorial McGraw Hill, Novena edición; México 1995.
14. Weston J. Fred; Finanzas en Administración Tomo II; editorial McGraw Hill, Novena edición; México 1995.
15. Ross A. Stephen; Finanzas Corporativas-Tercera edición; editorial McGraw Hill, México 1997.

16. Fabozzi Frank J.; Mercados e Instituciones Financieras; editorial Prentice Hall Hispanoamericana 1996.
17. Brealey Richard A.; Principios de Finanzas Corporativas; editorial McGraw Hill, México 1994.
18. Portocarrero M. Felipe; Mercado y Gestión del microcrédito en el Perú; editorial Consorcio de Investigación Economía y Social, Lima 2004.
19. López Pascual, Joaquín; Gestión Bancaria; editorial McGraw Hill; España 1998.
20. Madura Jeff; Mercados e Instituciones Financieras – quinta edición; editorial Thomson, España 2001.
21. Tan S.T.; Matemáticas para Administración y Economía; editorial Internacional Thomson Editores; España, Madrid 1998.
22. Dumrauf Guillermo L.; Finanzas Corporativas; editorial Grupo Guía S.A. Argentina, Buenos Aires 2003.
23. Vélez Pareja, Ignacio; Decisiones Empresariales Bajo Riesgo e Incertidumbre; editorial Grupo Editorial Norma, Colombia, Bogotá 2003.
24. Morgan J.P.; CreditMetrics – Technical Document; New York 1997.
25. Mina, Jorge; Return to Riskmetrics; Riskmetrics New York 2001.
26. Thiecke Stephen G.; Risk Management: A Practical Guide; RiskMetrics Group 1999.
27. Bathia Mohan; Credit Risk Management and Basel II, Risk Group, New York 2001.
28. Venegas Martínez, Francisco; Riesgos Financieros y Económicos; editorial Thomson, primera edición, México marzo 2007.
29. Poggi Javier y Luy Manuel; El Nuevo Acuerdo de Capital en Economías Emergentes: Un Estudio para el Caso Peruano; SBS – Perú, Junio 2006.
30. Caruana, Jaime; Basilea II : Un Nuevo enfoque para la Supervisión Bancaria; SBS – Perú, Lima , setiembre 2006.
31. SBS Perú; Resolución No. 808 2003; Reglamento de Calificación de Deudores y Provisiones, Lima 28 de mayo 2003.

32. SBS Perú; Resolución No. 1494-2006; Modificación del Reglamento de Calificación de Deudores y Provisiones, Lima 10 de noviembre 2006.
33. SBS Perú; Texto Concordado de la Ley General de Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros, Ley No. 26702; Lima SBS , noviembre 2000.
34. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea; Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital; Suiza Junio 2004.
35. SBS Perú; Resolución No. 1237-2006; del 22 setiembre del 2006, Reglamento para la Administración del Riesgo de sobreendeudamiento de deudores minoristas.

#### **BIBLIOGRAFIA RELACIONADA A LA METODOLOGIA DE INVESTIGACION**

36. Bunge, Mario; La Investigación Científica; Ediciones Ariel, España Barcelona 1972.
37. Bunge, Mario; Epistemología; McGill University, Montreal Canadá 1972.
38. Bunge, Mario; Vigencia de la Filosofía; Fondo Editorial, Universidad Inca Garcilaso de La Vega, Lima 1996.
39. Hernández Sampieri, Roberto; Metodología de la Investigación; cuarta edición, editorial McGraw Hill, México 2005.
40. Naghi Namakforoosh, Mohammad; Metodología de la Investigación; editorial Limusa, México 2005.
41. Grande Esteban, Ildefonso; Fundamentos y Técnicas de Investigación Comercial; editorial Escuela Superior de Gestión Empresarial, España Madrid 2000.
42. Ander-Egg, Ezequiel; Técnicas de Investigación Social; editorial Colección Política, Servicios y Trabajo Social, Argentina Buenos Aires 1995.
43. Muñoz Razo, Carlos; Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis; Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México 1998.

44. Bernal T. César Augusto; Metodología de la Investigación; editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A., Colombia – Bogotá 2000.
45. Caballero Romero, Alejandro; Guías Metodológicas para los Planes y Tesis de Maestría y Doctorado; editorial Graph SAC, Perú – Lima 2004.
46. Pérez, César; Técnicas estadísticas con SPSS; editorial Prentice Hall, España , Madrid 2001.
47. Visauta Vinacua, Bienvenido; Análisis Estadístico con SPSS para Windows – volumen I; editorial McGraw Hill, España – Madrid 2002.
48. Kazmier Leonard J.; Estadística Aplicada a la Administración y la Economía; editorial McGraw Hill, España – Madrid 1998..
49. Mason, Robert D.; Estadística para Administración y Economía; editorial Alfaomega, México 2003.
50. Levin, Jack; Fundamentos de Estadística en la Investigación Social; editorial Alfaomega, México 2004.
51. Martín Dávila, Miguel; El Análisis de la Varianza en la Investigación Comercial; editorial Prentice Hall, España – Madrid 2002.
52. Gutiérrez Pulido, Humberto; Análisis y Diseño de Experimentos; editorial McGraw Hill; México 2004.
53. Luis Pineda, Octavio; Técnicas de Pronósticos para la Toma de Decisiones Empresariales; editorial Alfaomega, México 2002.
54. Salomón, Paul R.; Guía para Redactar Informes de Investigación; editorial Trillas, México 1996.
55. Gómez Ticerán, Doris; Estadística Descriptiva con Soporte de SPSS y MATLAB; editorial UNMSM , Lima 2006.
56. Carrasco Diaz, Sergio; Metodología de la Investigación Científica; editorial San Marcos, Lima 2006.



# A N E X O S

CUADRO : MUESTRA OF. AV. SAN MARTIN						
ESCENARIO 1						
NUM. ORDE	EXPEDIENT	CALIFICACION	SALDO DEUDA	C. ATRASADA	NUM CREDITOS	PROVISION
1	14302	0	9324	0	0	86,936,976
2	674	0	12547	0	0	157,427,209
3	13369	0	3528	0	0	12,446,784
4	9276	0	6897	0	0	47,588,609
5	13531	0	6018	0	0	36,216,324
6	6311	0	12000	0	0	144,000,000
7	13215	0	3879	0	0	15,046,641
8	23129	0	3812	0	0	14,531,344
9	1968	0	4869	0	0	23,707,161
10	4398	0	11379	0	0	129,481,641
11	16975	0	6259	0	0	39,175,081
12	9495	0	4325	0	0	18,705,625
13	3859	0	5723	0	0	32,752,729
14	2577	0	6089	0	0	37,075,921
15	16119	0	5291	0	0	27,994,681
16	8761	0	18654	0	0	347,971,716
17	10096	0	21364	0	0	456,420,496
18	1271	0	4512	0	0	20,358,144
19	5102	0	3649	0	0	13,315,201
20	16980	0	3645	0	0	13,286,025
21	5353	0	41597	0	0	1,730,310,409
22	22970	0	3718	0	0	13,823,524
23	1468	0	2103	0	0	4,422,609
24	6469	0	8714	0	0	75,933,796
25	183	0	1352	0	0	1,827,904
26	12908	0	47856	0	0	2,290,196,736
27	16357	0	2817	0	0	7,935,489
28	18317	0	17694	0	0	313,077,636
29	20539	0	7215	0	0	52,056,225
30	7275	0	4652	0	0	21,641,104
31	771	0	3897	0	0	15,186,609
32	7726	0	6870	0	0	47,196,900
33	11306	0	37528	0	0	1,408,350,784
34	21188	0	9876	0	0	97,535,376
35	13187	0	4127	0	0	17,032,129
36	10508	0	20681	0	0	427,703,761
37	14661	0	3178	0	0	10,099,684
38	192	0	6249	0	0	39,050,001
39	4405	0	12483	0	0	155,825,289
40	4167	0	4035	0	0	16,281,225
41	7477	0	8798	0	0	77,404,804
42	10122	2	36971	36971	1	1,366,854,841
43	21023	0	56482	0	0	3,190,216,324
44	15191	0	12156	0	0	147,768,336
45	18391	0	37165	0	0	1,381,237,225
46	24456	0	6721	0	0	45,171,841
47	16308	0	6845	0	0	46,854,025
48	958	0	7345	0	0	53,949,025
49	17905	0	215478	0	0	46,430,768,484
50	21645	0	85123	0	0	7,245,925,129
51	5167	0	6258	0	0	39,162,564
52	17827	0	9415	0	0	88,642,225
53	14271	0	112478	0	0	12,651,300,484
54	8320	0	24178	0	0	584,575,684
55	1712	0	6513	0	0	42,419,169
56	21840	0	8017	0	0	64,272,289
57	17066	0	4113	0	0	16,916,769
58	6330	0	74625	0	0	5,568,890,625
59	3032	0	4253	0	0	18,088,009
60	10360	0	12748	0	0	162,511,504
61	15936	0	37819	0	0	1,430,276,761
62	19461	0	5682	0	0	32,285,124
63	10503	0	4983	0	0	24,830,289
64	15566	3	4881	4881	1	23,824,161
65	5852	0	6538	0	0	42,745,444
66	21335	0	15749	0	0	248,031,001
67	5986	0	71268	0	0	5,079,127,824
68	22284	0	9637	0	0	92,871,769
69	10120	0	7264	0	0	52,765,696
70	1483	0	3945	0	0	15,563,025
71	18271	0	78941	0	0	6,231,681,481
72	5144	0	10475	0	0	109,725,625
73	17246	0	3811	0	0	14,523,721
74	2720	0	67480	0	0	4,553,550,400
75	5429	0	6714	0	0	45,077,796
76	7254	0	75481	0	0	5,697,381,361
77	20407	0	82347	0	0	6,781,028,409
78	22565	0	6972	0	0	48,608,784
79	3043	0	94635	0	0	8,955,783,225
80	23734	0	6332	0	0	40,094,224
81	11514	0	6500	0	0	42,250,000
82	1192	0	17356	0	0	301,230,736
83	19692	0	6551	0	0	42,915,601
84	2321	0	5628	0	0	31,674,384
85	3711	4	16500	16500	1	272,250,000
86	23725	0	12348	0	0	152,473,104
87	22372	0	11241	0	0	126,360,081
88	17838	0	10213	0	0	104,305,369
89	5485	0	11457	0	0	131,262,849
90	23689	0	13247	0	0	175,483,009
91	2075	0	11698	0	0	136,843,204
92	23381	0	15471	0	0	239,351,841
93	13315	1	6417	6417	1	41,177,889
94	22477	0	3254	0	0	10,588,516
95	3150	0	3104	0	0	9,634,816
96	14180	0	37981	0	0	1,442,556,361
97	13102	0	2154	0	0	4,639,716
98	12037	0	1687	0	0	7,399,599
99	20746	0	19742	0	0	389,746,564
100	20903	0	2147	0	0	7,609,609
101	12755	0	4817	0	0	23,293,459

ESCENARIO 2 : SIMULACION CON 16 PRIMEROS CREDITOS EN SITUACION DE MORA						
CALIFICACION	SALDO DEUDA	C. ATRASADA	NUM CREDITOS	PROVISION	CONCENTRACION	fi ^2
1	9,324	9324	1	0	9324	86,936,976
1	12,547	12547	1	0	12547	157,427,209
1	3,528	3528	1	0	3528	12,446,784
1	6,897	6897	1	0	6897	47,588,609
1	6,018	6018	1	0	6018	36,216,324
1	12,000	12000	1	0	12000	144,000,000
1	3,879	3879	1	0	3879	15,046,641
1	3,812	3812	1	0	3812	14,531,344
1	4,869	4869	1	0	4869	23,707,161
1	11,379	11379	1	0	11379	129,481,641
1	6,259	6259	1	0	6259	39,175,081
1	4,325	4325	1	0	4325	18,705,625
1	5,723	5723	1	0	5723	32,752,729
1	6,089	6089	1	0	6089	37,075,921
0	5,291	0	0	0	5,291	27,994,681
0	18,654	0	0	0	18,654	347,971,716
0	21,364	0	0	0	21,364	456,420,496
0	4,512	0	0	0	4,512	20,358,144
0	3,649	0	0	0	3,649	13,315,201
0	3,645	0	0	0	3,645	13,286,025
1	41,597	41597	1	0	41597	1,730,310,409
0	3,718	0	0	0	3,718	13,823,524
0	2,103	0	0	0	2,103	4,422,609
0	8,714	0	0	0	8,714	75,933,796
0	1,352	0	0	0	1,352	1,827,904
0	47,856	0	0	0	47,856	2,290,196,736
0	2,817	0	0	0	2,817	7,935,489
0	17,694	0	0	0	17,694	313,077,636
0	7,215	0	0	0	7,215	52,056,225
0	4,652	0	0	0	4,652	21,641,104
0	3,897	0	0	0	3,897	15,186,609
0	6,870	0	0	0	6,870	47,196,900
0	37,528	0	0	0	37,528	1,408,350,784
0	9,876	0	0	0	9,876	97,535,376
0	4,127	0	0	0	4,127	17,032,129
0	20,681	0	0	0	20,681	427,703,761
0	3,178	0	0	0	3,178	10,099,684
0	6,249	0	0	0	6,249	39,050,001
0	12,483	0	0	0	12,483	155,825,289
0	4,035	0	0	0	4,035	16,281,225
0	8,798	0	0	0	8,798	77,404,804
2	36,971	36971	1	0	36971	1,366,854,841
0	56,482	0	0	0	56,482	3,190,216,324
0	12,156	0	0	0	12,156	147,768,336
0	37,165	0	0	0	37,165	1,381,237,225
0	6,721	0	0	0	6,721	45,171,841
0	6,845	0	0	0	6,845	46,854,025
0	7,345	0	0	0	7,345	53,949,025
0	215,478	0	0	0	215,478	46,430,768,484
0	85,123	0	0	0	85,123	7,245,925,129
0	6,258	0	0	0	6,258	39,162,564
0	9,415	0	0	0	9,415	88,642,225
0	112,478	0	0	0	112,478	12,651,300,484
0	24,178	0	0	0	24,178	584,575,684
0	6,513	0	0	0	6,513	42,419,169
0	8,017	0	0	0	8,017	64,272,289
0	4,113	0	0	0	4,113	16,916,769
0	74,625	0	0	0	74,625	5,568,890,625
0	4,253	0	0	0	4,253	18,088,009
0	12,748	0	0	0	12,748	162,511,504
0	37,819	0	0	0	37,819	1,430,276,761
0	5,682	0	0	0	5,682	32,285,124
0	4,983	0	0	0	4,983	24,830,289
3	4,881	4881	1	0	4,881	23,824,161
0	6,538	0	0	0	6,538	42,745,444
0	15,749	0	0	0	15,749	248,031,001
0	71,268	0	0	0	71,268	5,079,127,824
0	9,637	0	0	0	9,637	92,871,769
0	7,264	0	0	0	7,264	52,765,696
0	3,945	0	0	0	3,945	15,563,025
0	78,941	0	0	0	78,941	6,231,681,481
0	10,475	0	0	0	10,475	109,725,625
0	3,811	0	0	0	3,811	14,523,721
0	67,480	0	0	0	67,480	4,553,550,400
0	6,714	0	0	0	6,714	45,077,796
0	75,481	0	0	0	75,481	5,697,381,361
0	82,347	0	0	0	82,347	6,781,028,409
0	6,972	0	0	0	6,972	48,608,784
0	94,635	0	0	0	94,635	8,955,783,225
0	6,332	0	0	0	6,332	40,094,224
0	6,500	0	0	0	6,500	42,250,000
0	17,356	0	0	0	17,356	301,230,736
0	6,551	0	0	0	6,551	42,915,601
0	5,628	0	0			

102	6306	0	3654	0	0	13,351,716
103	1238	0	11472	0	0	81,906,784
104	24250	0	3681	0	0	13,549,761
105	15219	0	2471	0	0	6,105,841
106	3261	2	16872	16872	1	284,664,384
107	3501	0	14723	0	0	216,766,729
108	381	0	3334	0	0	11,115,556
109	3159	0	62471	0	0	3,902,625,841
110	21618	0	32014	0	0	1,024,896,196
111	16122	0	15441	0	0	238,424,481
112	9448	0	11247	0	0	126,495,009
113	9473	0	36247	0	0	1,313,845,009
114	18171	0	32140	0	0	1,032,979,600
115	20080	0	3214	0	0	10,329,796
116	1317	0	62198	0	0	3,868,591,204
117	1322	0	3261	0	0	10,634,121
118	16948	0	6598	0	0	43,533,604
119	9295	0	3827	0	0	14,645,929
120	15851	0	118472	0	0	14,035,614,784
121	6483	0	125398	0	0	15,724,658,404
122	3142	0	127000	0	0	16,129,000,000
123	4825	0	91634	0	0	8,396,789,956
124	1676	0	165472	0	0	27,380,982,784
125	5974	0	3261	0	0	10,634,121
126	17610	0	3748	0	0	14,047,504
127	14317	1	1240	1240	1	1,537,600
128	2293	0	32698	0	0	1,069,159,204
129	19963	0	1260	0	0	1,587,600
130	257	0	3021	0	0	9,126,441
131	7214	0	36298	0	0	1,317,544,804
132	15246	0	3200	0	0	10,240,000
133	10631	0	6521	0	0	42,523,441
134	19103	0	3620	0	0	13,104,400
135	23479	0	7114	0	0	50,608,996
136	13599	0	6523	0	0	42,549,529
137	13638	0	6320	0	0	39,942,400
138	12552	0	18992	0	0	360,696,064
139	3540	0	24587	0	0	604,520,569
140	5895	0	3331	0	0	11,095,561
141	1986	0	5112	0	0	26,132,544
142	6122	0	12698	0	0	161,239,204
143	24162	0	32651	0	0	1,066,087,801
144	6633	0	22210	0	0	493,284,100
145	7772	0	33300	0	0	1,108,890,000
146	4247	0	12475	0	0	155,625,625
147	23510	0	3001	0	0	9,006,001
148	21960	0	6332	0	0	40,094,224
149	9809	0	1235	0	0	1,525,225
150	21726	0	3001	0	0	9,006,001
151	19481	0	62147	0	0	3,862,249,609
152	1305	3	2002	2002	1	4,008,004
153	9430	0	6524	0	0	42,562,576
154	18211	0	12547	0	0	157,427,209
155	7758	0	36214	0	0	1,311,453,796
156	18606	0	33314	0	0	1,109,822,596
157	4831	0	2210	0	0	4,884,100
158	14784	0	33308	0	0	1,109,422,864
159	14845	0	1110	0	0	1,232,100
160	19563	0	22257	0	0	495,374,049
161	19170	0	3001	0	0	9,006,001
162	12542	0	33625	0	0	1,130,640,625
163	903	0	33217	0	0	1,103,369,089
164	7377	0	2214	0	0	4,901,796
165	22365	0	2221	0	0	4,932,841
166	16981	0	8884	0	0	78,925,456
167	8197	0	66147	0	0	4,375,425,609
168	19381	0	3625	0	0	13,140,625
169	7756	0	33984	0	0	1,154,912,256
170	16263	0	61472	0	0	3,778,806,784
171	23244	0	2210	0	0	4,884,100
172	14431	0	336254	0	0	113,066,752,516
173	18508	0	3625	0	0	13,140,625
174	4202	1	2114	2114	1	4,468,996
175	2683	0	22654	0	0	513,203,716
176	10598	0	222014	0	0	49,290,216,196
177	10842	0	3301	0	0	10,896,601
178	21446	0	1245	0	0	1,550,025
179	23104	0	22654	0	0	513,203,716
180	3751	0	74589	0	0	5,563,518,921
181	4258	0	11254	0	0	126,652,516
182	920	0	22147	0	0	490,489,609
183	14944	0	26541	0	0	704,424,681
184	20945	0	21423	0	0	458,944,929
185	10650	0	22415	0	0	502,432,225
186	22816	0	33214	0	0	1,103,169,796
187	6122	0	8214	0	0	67,469,796
188	13459	0	6954	0	0	48,358,116
189	9703	0	17459	0	0	304,816,681
190	20873	0	62145	0	0	3,862,001,025
191	13383	0	36241	0	0	1,313,410,081
192	2455	0	16524	0	0	273,042,576
193	12320	0	22143	0	0	490,312,449
194	21831	0	11241	0	0	126,360,081
195	24023	0	26534	0	0	704,053,156
196	6155	2	12201	12201	1	148,864,401
197	3827	0	14875	0	0	221,265,625
198	6317	0	16425	0	0	269,780,625
199	12713	0	22365	0	0	500,193,225
200	9041	0	12478	0	0	155,700,484
201	2993	0	16985	0	0	288,490,225
202	2228	0	3264	0	0	10,653,696
203	12200	0	12478	0	0	155,700,484
204	14129	0	16748	0	0	280,495,504
205	14533	0	12214	0	0	149,181,796
206	16226	0	2165	0	0	4,687,225

REPOSICIÓN DE TESIS UCSP



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA

0	3,654	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	11,472	0	0	0	0	17,772	131,606,784
0	3,681	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	2,471	0	0	0	0	4,988	51,667,344
2	16,872	16872	1	0	0	168,720	284,664,384
0	14,723	0	0	0	0	14,723	216,766,729
0	3,334	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	62,471	0	0	0	0	62,471	3,902,625,841
0	32,014	0	0	0	0	32,014	1,024,896,196
0	15,441	0	0	0	0	15,441	238,424,481
0	11,247	0	0	0	0	11,247	126,495,009
0	36,247	0	0	0	0	36,247	1,313,845,009
0	32,140	0	0	0	0	32,140	1,032,979,600
0	3,214	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	62,198	0	0	0	0	62,198	3,868,591,204
0	3,261	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	6,598	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	3,827	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	118,472	0	0	0	0	118,472	14,035,614,784
0	125,398	0	0	0	0	125,398	15,724,658,404
0	127,000	0	0	0	0	127,000	16,129,000,000
0	91,634	0	0	0	0	91,634	8,396,789,956
0	165,472	0	0	0	0	165,472	27,380,982,784
0	3,261	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	3,748	0	0	0	0	7,188	51,667,344
1	1,240	1240	1	0	0	7,188	51,667,344
0	32,698	0	0	0	0	32,698	1,069,159,204
0	1,260	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	3,021	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	36,298	0	0	0	0	36,298	1,317,544,804
0	3,200	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	6,521	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	3,620	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	7,114	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	6,523	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	6,320	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	18,992	0	0	0	0	18,992	360,696,064
0	24,587	0	0	0	0	24,587	604,520,569
0	3,331	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	5,112	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	12,698	0	0	0	0	12,698	161,239,204
0	32,651	0	0	0	0	32,651	1,066,087,801
0	22,210	0	0	0	0	22,210	493,284,100
0	33,300	0	0	0	0	33,300	1,108,890,000
0	12,475	0	0	0	0	12,475	155,625,625
0	3,001	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	6,332	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	1,235	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	3,001	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	62,147	0	0	0	0	62,147	3,862,249,609
3	2,002	2002	1	0	0	7,188	51,667,344
0	6,524	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	12,547	0	0	0	0	12,547	157,427,209
0	36,214	0	0	0	0	36,214	1,311,453,796
0	33,314	0	0	0	0	33,314	1,109,822,596
0	2,210	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	33,308	0	0	0	0	33,308	1,109,422,864
0	1,110	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	22,257	0	0	0	0	22,257	495,374,049
0	3,001	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	33,625	0	0	0	0	33,625	1,130,640,625
0	33,217	0	0	0	0	33,217	1,103,369,089
0	2,214	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	2,221	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	8,884	0	0	0	0	8,884	78,925,456
0	66,147	0	0	0	0	66,147	4,375,425,609
0	3,625	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	33,984	0	0	0	0	33,984	1,154,912,256
0	61,472	0	0	0	0	61,472	3,778,806,784
0	2,210	0	0	0	0	7,188	51,667,344
0	336,254	0	0	0	0	336,254	113,066,752,516
0	3,625	0	0	0	0	7,188	51,667,3

REPOSICIONARIO  
TESIS UCSPM

207	17418	0	1478	0	0	0	2,184,484
208	21901	0	2654	0	0	0	7,943,716
209	18739	0	2147	0	0	0	4,609,609
210	15381	0	3264	0	0	0	10,653,696
211	14504	0	18475	0	0	0	341,325,625
212	10742	0	26145	0	0	0	683,561,025
213	14090	0	1241	0	0	0	1,540,081
214	18236	0	9457	0	0	0	89,434,849
215	22097	0	1241	0	0	0	1,540,081
216	8661	0	2003	0	0	0	4,012,009
217	1751	0	1478	0	0	0	2,184,484
218	16041	0	84692	0	0	0	7,172,734,864
219	21682	0	32654	0	0	0	1,066,283,716
220	12100	0	7412	0	0	0	54,937,744
221	10868	0	6790	0	0	0	46,104,100
222	23362	0	67192	0	0	0	4,514,764,864
223	21339	0	18695	0	0	0	349,503,025
224	1742	0	13547	0	0	0	183,521,209
225	994	0	6875	0	0	0	47,265,625
226	18872	0	13697	0	0	0	187,607,809
227	11926	0	31748	0	0	0	1,007,935,504
228	24502	0	123758	0	0	0	15,316,042,564
229	5576	0	12478	0	0	0	155,700,484
230	24230	0	67215	0	0	0	4,517,856,225
231	17458	0	12784	0	0	0	163,430,656
232	17574	0	51846	0	0	0	2,688,007,716
233	15874	0	3185	0	0	0	10,144,225
234	10076	0	157841	0	0	0	24,913,781,281
235	2693	0	68427	0	0	0	4,682,254,329
236	9043	0	96378	0	0	0	9,288,718,884
237	12641	0	98478	0	0	0	9,697,916,484
238	8133	0	35412	0	0	0	1,254,009,744
239	5729	0	9713	0	0	0	94,342,369
240	15214	1	4598	4598	1	0	21,141,604
241	20633	0	5815	0	0	0	33,814,225
242	20640	0	51298	0	0	0	2,631,484,804
243	11677	0	57812	0	0	0	3,342,227,344
244	10700	0	3258	0	0	0	10,614,564
245	12248	0	8597	0	0	0	73,908,409
246	3093	0	19256	0	0	0	370,793,536
247	20639	1	10919.36	10919.36	1	0	119,232,423
248	1786	0	14785	0	0	0	218,596,225
249	23623	0	25148	0	0	0	632,421,904
250	17231	0	37589	0	0	0	1,412,932,921
251	2939	0	45128	0	0	0	2,036,536,384
252	9552	0	11457	0	0	0	131,262,849
253	3180	0	15625	0	0	0	244,140,625
254	16198	0	35216	0	0	0	1,240,166,656
255	14869	0	18352	0	0	0	336,795,904
256	17604	0	15782	0	0	0	249,071,524
257	8294	0	8567	0	0	0	73,393,489
258	5802	0	12350	0	0	0	152,522,500
	TOTAL		6,332,427.36	114,715.36	11.00	0.00	534,836,325,902.81

0	1,478	0	0	0	0	0	2,184,484
0	2,654	0	0	0	0	0	7,943,716
0	2,147	0	0	0	0	0	4,609,609
0	3,264	0	0	0	0	0	10,653,696
0	18,475	0	0	0	0	0	341,325,625
0	26,145	0	0	0	0	0	683,561,025
0	1,241	0	0	0	0	0	1,540,081
0	9,457	0	0	0	0	0	89,434,849
0	1,241	0	0	0	0	0	1,540,081
0	2,003	0	0	0	0	0	4,012,009
0	1,478	0	0	0	0	0	2,184,484
1	84,692	84692	1	0	0	0	7,172,734,864
0	32,654	0	0	0	0	0	1,066,283,716
0	7,412	0	0	0	0	0	54,937,744
0	6,790	0	0	0	0	0	46,104,100
0	67,192	0	0	0	0	0	4,514,764,864
0	18,695	0	0	0	0	0	349,503,025
0	13,547	0	0	0	0	0	183,521,209
0	6,875	0	0	0	0	0	47,265,625
0	13,697	0	0	0	0	0	187,607,809
0	31,748	0	0	0	0	0	1,007,935,504
0	123,758	0	0	0	0	0	15,316,042,564
0	12,478	0	0	0	0	0	155,700,484
0	67,215	0	0	0	0	0	4,517,856,225
0	12,784	0	0	0	0	0	163,430,656
0	51,846	0	0	0	0	0	2,688,007,716
0	3,185	0	0	0	0	0	10,144,225
0	157,841	0	0	0	0	0	24,913,781,281
0	68,427	0	0	0	0	0	4,682,254,329
0	96,378	0	0	0	0	0	9,288,718,884
0	98,478	0	0	0	0	0	9,697,916,484
0	35,412	0	0	0	0	0	1,254,009,744
0	9,713	0	0	0	0	0	94,342,369
1	4,598	4598	1	0	0	0	21,141,604
0	5,815	0	0	0	0	0	33,814,225
0	51,298	0	0	0	0	0	2,631,484,804
0	57,812	0	0	0	0	0	3,342,227,344
0	3,258	0	0	0	0	0	10,614,564
0	8,597	0	0	0	0	0	73,908,409
0	19,256	0	0	0	0	0	370,793,536
0	10,919	0	0	0	0	0	119,232,423
0	14,785	0	0	0	0	0	218,596,225
0	25,148	0	0	0	0	0	632,421,904
0	37,589	0	0	0	0	0	1,412,932,921
0	45,128	0	0	0	0	0	2,036,536,384
0	11,457	0	0	0	0	0	131,262,849
0	15,625	0	0	0	0	0	244,140,625
0	35,216	0	0	0	0	0	1,240,166,656
0	18,352	0	0	0	0	0	336,795,904
0	15,782	0	0	0	0	0	249,071,524
0	8,567	0	0	0	0	0	73,393,489
0	12,350	0	0	0	0	0	152,522,500
TOTAL	6,332,427	326734	26	0	0	0	6657161.36

UNIVERSIDAD  
CÁTOLICA  
SANTA MARÍA

ANÁLISIS DEL PRIMER ESCENARIO:

TASA MOROSIDAD	1.81%
TOTAL DEUDA MUE\$	6,332,427.36
TOTAL MORA	114,715.36

H(f) 0.013337685

ANÁLISIS DEL SEGUNDO ESCENARIO

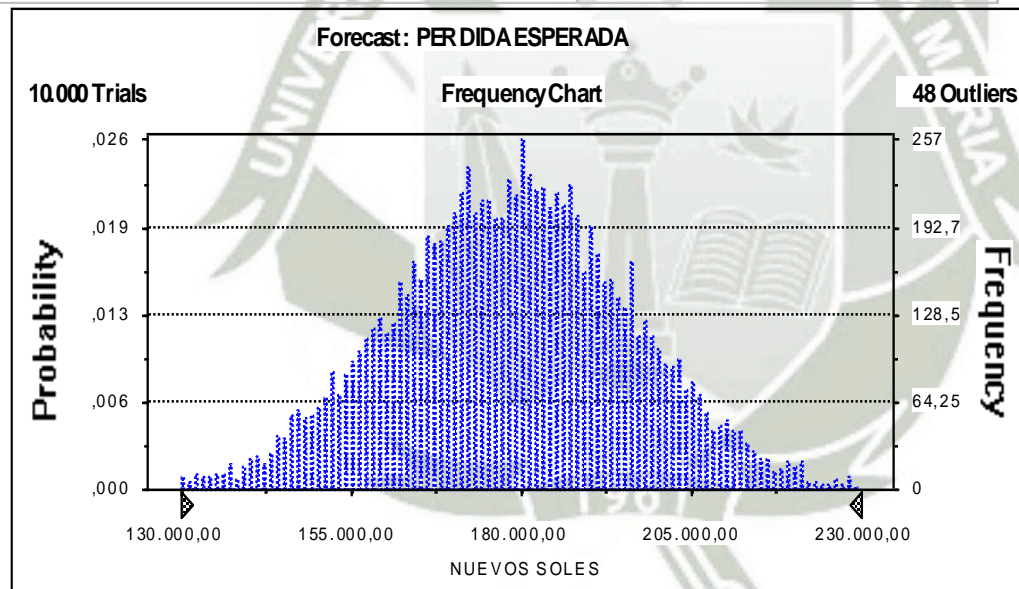
TASA MOROSIDAD	5.16%
TOTAL DEU. MUES	6,332,427.36
TOTAL MORA	326,734.00

H(F) 0.012143267

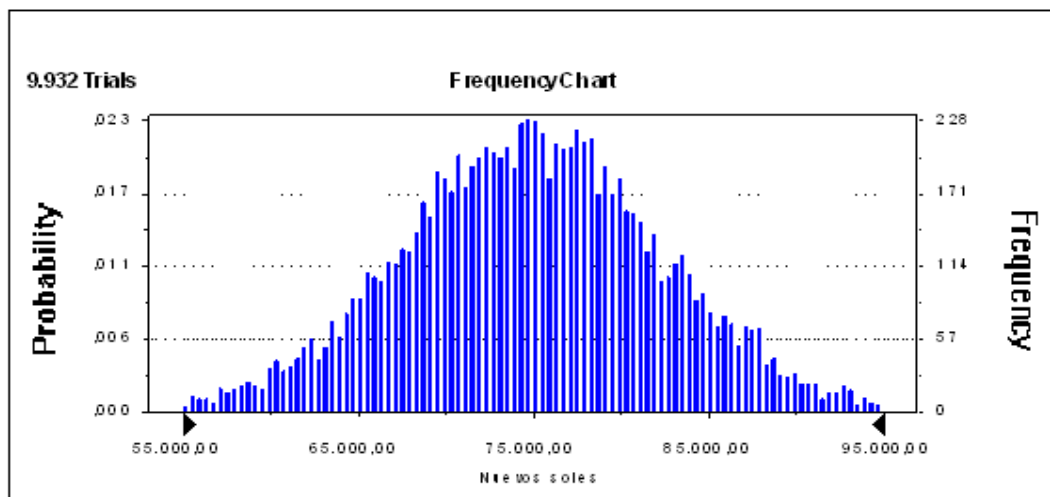
DETALLE	CARTERA	NORMAL ES1	ATRASADO ES	NORMAL ES2	ATRASADO ESC2
INCIDENCIA	6,332,427.36	6,217,712.00	114,715.36	6,005,693.36	326,734.00
INDICADOR RIESGO		96.73	1.81%	95.45	5.16%

ANEXO II

<b>Resultado de la Simulación PE BCP-SAN MARTIN</b>	
Trials	10,000.00
Mean	178,805.36
Median	179,010.67
Standard Deviation	17,844.59
Variance	318,429,264.87
Kurtosis	3.02
Coeff. of Variability	0.10
Range Minimum	107,733.92
Range Maximum	248,796.20
Range Width	141,062.28
Mean Std. Error	178.45



Resultados de Simulación de PE Of. Av. Crl. Mendoza	
Trials	9932
Mean	74,980.99
Median	74,975.65
Standard Deviation	7,266.64
Variance	52,804,103.20
Skewness	0.00
Kurtosis	2.74
Coeff. of Variability	0.10
Range Minimum	55,000.00
Range Maximum	95,000.00
Range Width	40,000.00
Mean Std. Error	72.91



<b>Resultados de Simulación de PE Of. Zofra</b>	
Trials	9962
Mean	58,441.10
Median	58,514.32
Standard Deviation	5,746.54
Variance	33,022,730.61
Skewness	-0.02
Kurtosis	2.83
Coeff. of Variability	0.10
Range Minimum	40,000.00
Range Maximum	75,000.00
Range Width	35,000.00
Mean Std. Error	57.57

