



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

T e s i s

**Medición de la fortaleza financiera de las empresas:
clasificación según el riesgo crediticio y estimación de
la probabilidad de incumplimiento**

Que para obtener el grado de:

Maestro en Finanzas

Presenta: Gabriel Carvallo Jiménez

Tutor : Dr. Francisco López Herrera

México, D.F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional Autónoma de México

Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Facultad de Contaduría y Administración

Facultad de Química

Instituto de Investigaciones Sociales

Instituto de Investigaciones Jurídicas

T e s i s

**Medición de la fortaleza financiera de las empresas:
clasificación según el riesgo crediticio y estimación de
la probabilidad de incumplimiento**

Que para obtener el grado de:

Maestro en Finanzas

Presenta: Gabriel Carvalho Jiménez

Tutor: Dr. Francisco López Herrera

México, D.F.

2002

INDICE

	Página
Introducción	5
1.- Antecedentes	11
1.1.- Antecedentes de la administración de riesgos financieros	11
1.1.2.- Concepto de riesgo	11
1.1.3.- Medición del riesgo	11
1.1.4.- Clasificación de riesgos	13
1.1.5.- Administración General de Riesgos	15
1.1.6.- Administración de Riesgos Financieros	17
1.2.- Clasificación de riesgos financieros	19
1.2.1.- Riesgo de mercado.	19
1.2.2.- Riesgo de crédito	20
1.2.3.- Riesgo de Liquidez	21
1.2.4.- Riesgo operativo	21
1.2.5.- Riesgo tecnológico	21
1.2.6.- Riesgo legal	21
1.2.7.- Riesgo de negocios	21
1.3.- Proceso de administración de riesgos financieros	22
1.3.1.- Determinación de objetivos	22
1.3.2.- Identificación de las exposiciones de riesgos	23
1.3.3.- Medir las exposiciones de riesgo y sus efectos	24
1.3.4.- Instrumentos y mecanismos de cobertura de riesgos	29
1.3.5.- Formular una estrategia para la administración de riesgos	29
1.3.6.- Evaluación de resultados	30
1.4.- Desastres financieros	31
2.- Marco teórico	36
2.1.- Perdida esperada y no esperada de un instrumento financiero individual	36
2.2.- Exposición al incumplimiento	38
2.3.- Severidad	38
2.4.- Estimación de la probabilidad de incumplimiento	42
2.4.1.- Sistemas de clasificación expertos	43
2.4.2.- Modelos de conteo (scoring) de información contable	44
2.4.2.1.- Análisis discriminante	45
2.4.2.2.- Regresión logística	46
2.4.3.- Métodos de conteo del valor de mercado de las acciones	46
2.4.4.- Método de simulación de flujo de efectivo	51
2.5.- Análisis discriminante múltiple	52
2.6.- Metodología para el desarrollo de la tesis	56
2.6.1.- Clasificación a priori de las empresas sujetas a análisis	56
2.6.1.1.- Selección de la muestra principal	56
2.6.1.2.- Método para la clasificación previa de la muestra principal	57
2.6.1.3.- Ponderación de las variables independientes	60
2.6.1.4.- Captura de datos de la muestra principal y cálculo de las razones financieras (variables independientes)	61
2.6.1.5.- Cálculo de los percentiles máximos y mínimos	62
2.6.1.6.- Estandarización de las variables independientes de acuerdo a su tendencia	62
2.6.1.7.- Cálculo de calificación de calidad crediticia "CCC"	63
2.6.1.8.- Definición de la línea de separación entre las empresas de alto y bajo riesgo de crédito	63
2.6.1.9.- Prueba de homogeneidad de los grupos de alto y bajo riesgo de crédito	64
2.6.2.- Estimación de la función discriminante en base a la muestra de análisis	64
2.6.2.1.- División de la muestra de análisis en muestra principal y muestra de validación	64
2.6.2.2.- Verificación de la normalidad de los datos de la muestra de análisis y/o transformación de los mismos, en caso de requerirse	64
2.6.2.3.- Estimación de la función discriminante	65
2.6.2.4.- Validación de la función discriminante	65
2.6.2.5.- Estimación de la escala de clasificación de categorías crediticias	65
2.6.2.7.- Asignación de la probabilidad de incumplimiento a cada categoría crediticia de la escala	65
2.6.2.8.- Estimación de la ecuación de la probabilidad de incumplimiento como función	66

de la puntuación discriminante	
3.- Marco regulatorio del riesgo de crédito	67
3.1.- El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea	67
3.2.- El Acuerdo de Capital de Basilea de 1988	67
3.2.1.- Capital Regulatorio	69
3.2.2.- Montos de los Activos Ponderados por Riesgo	69
3.2.3.- Coeficiente de Capital Mínimo	72
3.2.4.- Particularidades del Acuerdo de Capital de 1988	73
3.3.- Enmienda de 1996 al Acuerdo de Basilea	73
3.4.- El acuerdo de Basilea III	75
3.4.1.- Primer Pilar.- Requerimientos Mínimos de Capital	75
3.4.2.- Segundo Pilar.- El Proceso de Revisión Supervisora	78
3.4.3.- Tercer Pilar.- La Disciplina de Mercado	79
3.5.- Marco Regulatorio del Riesgo en México	79
4.- Modelos de riesgo de crédito	82
4.1.- Modelos Jerárquicos o de “Arriba-Abajo” (Modelos Top Down) e Inductivos o de “Abajo- Arriba” (Modelos Bottom-Up)	82
4.2.- Modelos de Incumplimiento y Modelos de Mercado.	83
4.3.- Modelos Condicionales y Modelos Incondicionales.	83
4.4.- Modelos estructurales y modelos de forma reducida	83
4.5.- Modelos de enfoque actuarial (Credit Risk Plus, de Credit Suisse Financial Products).	85
4.7.- CreditMetrics de J.P. Morgan.- Modelo basado en la migración de la calificación crediticia.	85
4.7.1.- Pérdida esperada y pérdida no esperada de un bono calificación BBB.	86
4.7.2.- Pérdida esperada y pérdida no esperada de un portafolio compuesto por un bono calificación “BBB” y por un bono calificación “A”.	90
4.8.- CreditRisk	96
5.- Análisis estadístico de empresas mexicanas	103
5.1.- Objetivo del análisis	103
5.2.- Definición a priori de los grupos de empresas sujetos a análisis.	103
5.2.1.- Selección de la muestra de análisis	103
5.2.2.- Selección de las variables dependientes y de las variables independientes	105
5.2.3.- Definición de Empresas de Alto y Empresas de Bajo Riesgo de Crédito	106
5.2.3.1.- Cálculo de las variables independientes de la ecuación Camel (razones financieras de cada una de las empresas), de acuerdo a lo establecido en la tabla 5.2.2 anterior,	106
5.2.3.2.- Cálculo del Coeficiente Camel de Fortaleza Financiera (CCFF) de cada empresa y ordenamiento de las mismas en forma descendente de acuerdo a su respectivo CCFF	109
5.2.3.3.- Identificación de los Grupos de Empresas de Alto y de Bajo Riesgo de Crédito dentro de la muestra principal	112
5.3.- Prueba de Homogeneidad	113
5.4.- División de la Muestra Principal	116
5.5.- Verificación de la Normalidad y de Homogeneidad de Varianza de los Datos	117
5.5.2.- Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Levene)	120
5.6.- Estimación de la función discriminante	122
5.7.- Valoración del Ajuste Global	131
5.8.- Validación de los resultados	133
5.9.- Prueba de hipótesis	134
5.10.- Medición de la capacidad predictiva mediante la aleatoriedad.	134
5.10.- Cálculo de la función discriminante con la muestra de 58 empresas	135
5.11.- Asignación de probabilidad de incumplimiento según la categoría crediticia	137
5.12.- Estimación de la función exponencial “Z-Pr”	144
5.13.- Estimación del riesgo de una línea de crédito otorgada a cuatro empresas diferentes	147
Conclusiones, Sugerencias y Recomendaciones	148
Bibliografía	158

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones que no tengan una dirección adecuada estarán sujetas a las influencias del entorno que cada día son mayores como consecuencia de la globalización de la economía, de las nuevas tecnologías, de la intensidad de la competencia, de la velocidad del cambio, de la excesiva regulación, de los gobiernos ineficientes, y otras más.

Las empresas mexicanas no son inmunes ante estos agentes externos, por lo cual es de gran importancia proporcionar instrumentos que permitan diagnosticar su fortaleza financiera y predecir su calidad crediticia y sus posibles probabilidades de incumplimiento. En países en vías de desarrollo como el nuestro, que dependen de las empresas como generadoras de empleo, es importante contar con instrumentos predictivos prácticos acerca de sus resultados económicos, para monitorear su desempeño, prevenir y controlar sus riesgos para evitar descalabros mayores a tiempo.

La información confiable acerca de la fortaleza financiera y crediticia de las empresas, no sólo es importante para las empresas y los bancos sino también para instituciones públicas que les dan servicio, como es el caso por ejemplo del IMSS, que depende de las cuotas obrero-patronales de las empresas receptoras de sus servicios. Para el IMSS sería de utilidad conocer, que tan sanas financieramente hablando son las empresas a las que sirven, y cual es la tendencia de la salud económica de estas empresas en el mediano y largo plazo. Esto le permitiría planear mejor la distribución y expansión de sus servicios, en caso de que se diera, en el mediano y largo plazo.

El presente trabajo de tesis se enfoca al análisis y a la atención de los requerimientos de información crediticia de organizaciones que tienen que ver con el tema del riesgo de crédito, pero especialmente de aquellas que todavía no tienen o se encuentran en proceso de implementación de procesos formales de Administración de Riesgos.

El Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas IMEF en colaboración con el bufete de auditores externos Deloitte & Touche encuestó a los Directores Generales y Directores Financieros de casi 700 empresas de todo el país. El tema de la encuesta fue la práctica actual de la Administración Integral de Riesgos en México. Se deseaba obtener información acerca de lo que están haciendo las empresas encuestadas en este rubro. Los resultados fueron publicados en un interesante libro que se puso a la venta en Junio de 2003. La encuesta se enfocó, entre otros, a los siguientes aspectos:

¿Hasta que grado se ha desarrollado en México un proceso formal dentro de las empresas para la administración de riesgos?

¿Se limita la administración de riesgos en las empresas a los riesgos físicos y financieros o incluye una visión integral de los riesgos?

¿Como evalúan las empresas en México a la administración de riesgos como un costo o como una inversión?

En la muestra de análisis fueron incluidas empresas de prácticamente todos los sectores productivos, a excepción del sector financiero. El volumen de ventas de las empresas encuestadas fluctuó entre 100 y 5,000 millones de US\$.

Entre los resultados más importantes que se obtuvieron en esta encuesta se pueden contar los siguientes:

El 69% de las empresas encuestadas ya cuenta con un proceso formal de administración de riesgos,

El 94% de las empresas que ya cuentan con un proceso formal de Administración de Riesgos incluyen a su vez en su Planeación Estratégica a la Administración de Riesgos

El 80% del 31% que respondió que todavía no cuenta con un proceso formal de Administración de Riesgos en su empresa mencionó al desconocimiento de una metodología formal

para llevarlo a cabo, como causa principal de la carencia del proceso formal de Administración de Riesgos

En cuanto a los riesgos percibidos las áreas de mayor preocupación para los ejecutivos encuestados se obtuvieron los siguientes datos:

- 42% Riesgos del entorno
- 26% Riesgos financieros
- 25% Riesgos operativos
- 6% Riesgos en la toma de decisiones
- 1% Riesgos de sistemas de información

Bajo riesgos del entorno se entienden los siguientes conceptos:

- Necesidades de los clientes
- Acciones de la competencia
- Innovación tecnológica
- Sustitución de productos
- Marco Regulatorio
- Salud y seguridad
- Catástrofes naturales
- Entorno Político
- Relaciones con los accionistas
- Ambiental

Y bajo el rubro de operativos se consideran los siguientes riesgos:

- Satisfacción del cliente
- Espionaje, sabotaje, robo
- Suministro de materias primas
- Fijación de precios
- Baja productividad
- Desarrollo de producto
- Capacidad instalada inadecuada
- Huelga, manejo sindical
- Defectos en el producto
- Marca, desgaste de la marca

Al preguntarle a las empresas encuestadas que ya contaban con un proceso de Administración Integral de Riesgos sobre cuáles eran los riesgos financieros más importantes en los que su empresa estaba tomando acciones, contestaron lo siguiente:

- 26% Tipo de cambio
- **15% Incumplimiento de clientes (riesgo de crédito)**
- 17% Liquidez
- 9% Volatilidad de los insumos
- 5% Estrategia fiscal
- 7% Tasas de interés
- 5% Calidad de la información contable
- 5% Concentración de clientes, dependencia
- 6% Confiabilidad en el presupuesto
- 4% Instrumentos derivados
- 1% Manejo del plan de pensiones

Al hacer los mismos planteamientos al grupo de empresas que todavía no tenían implementado una Administración Integral de Riesgos, estas empresas proporcionaron los siguientes datos:

- 17% Tipo de cambio
- **25% Incumplimiento de clientes (riesgo de crédito)**
- 15% Liquidez
- 9% Volatilidad de los insumos
- 13% Estrategia fiscal
- 6% Tasas de interés
- 8% Calidad de la información contable
- 8% Concentración de clientes, dependencia
- 2% Confiabilidad en el presupuesto
- 0% Instrumentos derivados
- 0% Manejo del plan de pensiones

Es decir que aquellas empresas que tienen implementado un proceso formal de Administración de Riesgos consideran que los riesgos financieros más importantes son:

- tipo de cambio (26%) y
- liquidez (17%),

Mientras que a las empresas que no tienen implementado un proceso formal de Administración del Riesgo les parecen que los riesgos financieros más importantes son:

- incumplimiento de clientes (25%) y
- tipo de cambio (17%)

Lo expuesto anteriormente refleja a grandes rasgos que el 70% de las empresas mexicanas que facturan 100 millones de US\$ o más están conscientes del papel importante que juega la administración de riesgos en la conducción adecuada de sus negocios y tienen por tal razón implementados procesos formales de Administración de Riesgos. Por otra parte también se puede concluir que para el 30% de las empresas de este grupo (de 100 millones de US\$ hacia arriba) que no tienen implementado un proceso formal de Administración de Riesgos, el riesgo financiero más importante es el riesgo de crédito (incumplimiento de clientes).

Lo que pasa en el universo de empresas que facturan menos de 100 millones de US\$ al año, que es el más grande y en el cual se encuentran todas las empresas catalogadas como medianas, pequeñas y micro, es algo sobre lo cual existe poca información. Se puede intuir sin embargo que estas empresas tienen la misma percepción acerca de los riesgos financieros, que tienen el 30% de las grandes empresas que no tienen implementado un proceso formal de Administración de Riesgos. Es decir intuimos que estas empresas también consideran que el riesgo financiero más importante es el riesgo de crédito, y que una parte considerable de las mismas tampoco tienen procesos formales de Administración de Riesgos ya implementados.

Todos sabemos por otra parte que a partir de la apertura comercial de México, que se inició en el año de 1982, el crédito adquirió un nuevo impulso como forma de pago de las transacciones comerciales no sólo de las grandes empresas sino inclusive de las pequeñas empresas. Es común ver ahora que empresas que venden inclusive menos de uno o dos millones de pesos al año se ven obligados a vender a crédito.

Las medianas y pequeñas empresas no cuentan como las grandes empresas o como los bancos con grandes bases de datos ni con especialistas o con recursos suficientes para hacerse de modelos estadísticos para administrar sus riesgos de crédito. Muchas de las operaciones comerciales que realizan a crédito las efectúan en base a información precaria y con un desconocimiento, en algunos casos, casi total de lo que significa el riesgo de crédito.

Para este tipo de empresas sería de mucha utilidad poder contar con herramientas que les ayudaran a predecir la fortaleza y la calidad crediticia de sus clientes en una forma razonablemente segura y práctica. El que vende desea saber si su cliente realmente tiene

posibilidades de pagarle completo y en tiempo y es por lo tanto en primera instancia digno de crédito o si de plano está tratando con un cliente de alto riesgo, que posiblemente no le pagará nunca.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto se podría establecer la siguiente pregunta principal

¿dada la disponibilidad existente de información financiera y estadística acerca de empresas que no han honrado en tiempo sus compromisos de pago de préstamos recibidos de las instituciones financieras del país o que han mostrado un desempeño económico deficiente en los años recientes, de que manera se podrían combinar el método CAMEL como predictor de la fortaleza financiera de las empresas, con las experiencias de Moodys en el tratamiento del riesgo de crédito y con el análisis multivariante, ya puesto en práctica anteriormente por Altman, para desarrollar un modelo que nos permita, por una parte, discriminar entre empresas de alto y de bajo riesgo de crédito, y por la otra pronosticar su calificación crediticia y su probabilidad de incumplimiento de crédito?

En base a lo anterior el objetivo de la investigación es:

Desarrollar un modelo de discriminación entre empresas de alto y bajo riesgo de crédito y un procedimiento para calificar su clasificación crediticia, utilizando el método CAMEL, las experiencias de Moodys, el análisis multivariante, las experiencias de Altman en este mismo tema y la muestra de análisis de empresas disponible que pueda ser aplicado a empresas de México.

La hipótesis que se establecería para alcanzar el objetivo de investigación anterior sería:

Con la información financiera histórica de empresas mexicanas disponible se puede desarrollar, aplicando el método Camel, el análisis multivariante y las experiencias de Moody`s y de Altman al respecto, una función discriminante que las clasifique en empresas de alto y empresas de bajo riesgo de crédito, y un procedimiento que determine su clasificación de crédito y su probabilidad de incumplimiento de crédito, en forma estadísticamente confiable.

Para probar esta hipótesis se seguirían los siguientes pasos:

Paso 1.- Hipótesis nula e hipótesis alternativa

H₀: La función discriminante es estadísticamente significativa

H: La función discriminante no es estadísticamente significativa

Paso 2.- Nivel de significancia

Para rechazar o aceptar la hipótesis nula, se utilizará un nivel de significancia del 1%

Paso 3.- Estadística de prueba

Para verificar la capacidad discriminadora de la matriz de clasificación de la función discriminante se utilizará el estadístico **Q de Press**, (Hair, Anderson, Tatham, Black, 2004), que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q \text{ de Press} = \frac{[N - (nK)]^2}{N(K - 1)}$$

donde

N = Tamaño muestral total

N = número de observaciones correctamente clasificadas

K = número de grupos

Paso 4.- Valor crítico de la estadística de prueba

El valor crítico del estadístico de prueba, a un nivel de significación de 0.01 es **6.63** (valor de chi-cuadrado para un grado de libertad al nivel de confianza 99%), (Hair, Anderson, Tatham, Black, 2004)

Paso 5.- Cálculo del valor de la estadística de prueba

El cálculo del valor de la estadística de prueba se realizará en el capítulo 5, después de haber calculado la ecuación lineal de la función discriminante y después de haber calculado la matriz de clasificación de la misma.

Paso 6.- Toma de decisión

Se aceptará la hipótesis nula, si el valor del estadístico de prueba Q es superior al valor crítico de 6.63, y se rechazará si es menor

Estructura de la tesis:

Esta tesis se estructura en seis capítulos. El capítulo I consiste en una introducción al concepto de riesgo, como se mide el riesgo, como se clasifican los riesgos, como nace el concepto de administración general de riesgos, cuando y porque aparece y se desarrolla la administración de riesgos financieros, que se entiende por ingeniería financiera, que son los derivados y que papel juegan en la administración de riesgos financieros, como se clasifican los riesgos financieros, en que consiste el proceso de administración de riesgos financieros, cuales fueron las causas de los desastres financieros y en que consisten las recomendaciones del G-30.

En el segundo capítulo se hace una descripción del conjunto de conceptos, herramientas, métodos y procedimientos matemáticos, financieros y estadísticos, de carácter teórico o empírico, que se utilizan como método para el desarrollo de la tesis. Específicamente se expone en que consiste y como se mide la pérdida esperada y no esperada, la severidad y la exposición al incumplimiento, como se mide la probabilidad de incumplimiento, en que consiste el análisis discriminante múltiple, y cual es la metodología para el desarrollo de la tesis.

En el tercer capítulo se analiza el origen de del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, en que consiste el Acuerdo de Capital de Basilea de 1988, qué es el capital regulatorio, cuales fueron las deficiencias del acuerdo de 1988, en que consistió la enmienda de 1996, en que consiste el acuerdo de Basilea de 2000 y cual es el marco regulatorio de riesgo de México.

En el capítulo cuatro se analiza en forma detallada cuales son y en que consisten los modelos más utilizados en el mercado para calcular el riesgo de un portafolio de exposiciones de crédito.

En el capítulo 5 se describe el análisis estadístico de 101 empresas mexicanas aplicando la metodología descrita en el segundo capítulo. Básicamente trata los siguientes aspectos: definición a priori de la muestra de empresas sujetas a análisis, división de la muestra principal, verificación de la normalidad y homogeneidad de los datos, estimación de la función discriminante, valoración del ajuste global, validación de los resultados, clasificación crediticia y estimación de la probabilidad de incumplimiento en base a la puntuación discriminante.

En el capítulo seis se consignan las conclusiones de la tesis y se comenta el cumplimiento de los objetivos de la misma.

CAPITULO 1.- Antecedentes

1.1.- Antecedentes de la administración de riesgos financieros

En este inciso nos referiremos a los antecedentes de la Administración de Riesgos Financieros, explorando el significado de cada uno de los términos y conceptos relacionados con el tema. En muchos textos se presenta a la Administración de Riesgos Financieros como algo que ya existe, sin explicar que se trata de la parte final de un largo proceso evolutivo, que empezó cuando se crearon los primeros dispositivos para protegerse de los riesgos causados por la naturaleza. La disciplina o especialidad relativa a la Administración de Riesgos Financieros puede ser vista como una derivación de la Administración Tradicional de Riesgos, que se enfoca a cubrir riesgos originados por causas físicas o legales.

1.1.2 - Concepto de riesgo

Cuando por ejemplo dos personas se encuentran en una situación particular y una de ellas menciona que existe riesgo en dicha situación, la persona que escucha entiende que lo que la primera está tratando de decir es que:

en la situación en la cual ambos se encuentran existe incertidumbre acerca del resultado que se obtendrá y de que además es posible que el resultado sea desfavorable

Esta noción intuitiva e informal de riesgo, que implica que existe un déficit de conocimiento acerca del futuro y de que es posible que se tengan consecuencias adversas, ha sido objeto de intensas discusiones a través del tiempo, entre economistas, expertos en estadística, expertos en finanzas, expertos en teoría de las decisiones y expertos en seguros. La palabra riesgo se ha definido de diferentes maneras, por ejemplo:

1. como la posibilidad de pérdida,
2. como incertidumbre,
3. como la dispersión entre valor esperado y valor real
4. como la probabilidad de que el resultado sea diferente al valor esperado

Pareciera ser que la definición que más aceptación ha encontrado entre los economistas, actuarios y financieros es:

Riesgo es una condición en la cual hay una posibilidad de que el resultado de un evento se desvíe adversamente de su valor esperado o deseado.

Tomando como ejemplo hipotético el caso de una aseguradora, en la cual los actuarios predicen la cantidad, tipo y costo de los siniestros a los que probablemente deberá hacerle frente la aseguradora y ella en base a estas expectativas calcula y carga primas a los contratos que tiene celebrados con sus asegurados. El costo total de los siniestros pronosticado por los actuarios es el monto total de pérdidas por siniestros que la aseguradora desearía tener como máximo al final del ejercicio, de manera que para la aseguradora riesgo es la posibilidad de que el monto real de pérdidas por siniestros al final del ejercicio se desvíe adversamente (que sea mayor) del monto de pérdidas por siniestros calculado por los actuarios.

1.1.3.- Medición del riesgo

Cuando el riesgo es definido como la posibilidad de una desviación adversa de un resultado deseado que se espera obtener, el grado de riesgo es medido como la probabilidad de que ocurra esa desviación adversa. En el caso de una exposición el resultado deseado es que no ocurra ninguna pérdida de manera que la probabilidad de la desviación adversa respecto a lo que se espera obtener (cero pérdida) varía directamente con la probabilidad de que se presente la pérdida. Por lo tanto en el caso de exposiciones individuales el riesgo se mide en

términos de la probabilidad de una desviación adversa respecto a lo que se espera se presente (cero pérdida).

En el caso de un gran número de exposiciones, se pueden hacer estimaciones acerca de la probabilidad de que ocurran un número dado de pérdidas y en base a ellas se pueden hacer predicciones acerca del valor promedio del monto total de las pérdidas esperadas. En este caso la expectativa es que el valor promedio de pérdidas calculado sea realmente el que ocurra. Es decir que tratándose de exposiciones agregadas, el riesgo se mide no como la probabilidad de que ocurra una pérdida individual en particular sino como la magnitud de la desviación que pueda llegar a sufrir el valor promedio real de las pérdidas totales respecto al valor promedio esperado para esta magnitud.

La primera persona que identificó a la varianza, o a la desviación estándar, de una distribución de probabilidades como una forma adecuada para medir el riesgo fue Harry Markowitz, en su trabajo acerca de la selección de "Portafolio de Inversiones", publicado en el año de 1952.

El enfoque de Markowitz en su tratado "Portafolio de Inversiones" fue usar la noción de riesgo para construir portafolios para inversionistas que consideraban al rendimiento de las inversiones como algo positivo (deseable) y a la varianza del rendimiento como algo negativo (indeseable). En el Portafolio de Inversiones Markowitz no menciona la palabra riesgo para describir su estrategia de inversión, Peter L. Bernstein (1996, 1998). Simplemente identifica a la varianza del rendimiento como la "cosa indeseable", que los inversionistas tratan de minimizar. Desde entonces riesgo y varianza se han convertido en sinónimos.

Otra forma que también se utiliza para medir el riesgo es el "nivel percentil". La interpretación del nivel percentil es: el valor más bajo que puede alcanzar un instrumento o un portafolio de instrumentos financieros 1% de las veces es precisamente el 1st percentil.

De manera que una vez que ya se ha calculado el 1st percentil, la probabilidad (el riesgo) de que el valor del instrumento financiero sea menor que este nivel es únicamente 1%. De esta manera el nivel percentil proporciona el nivel probabilístico más bajo que el valor del instrumento financiero puede llegar a tener al final del periodo analizado.

En el caso del riesgo de crédito el nivel percentil representa el límite máximo que se espera rebasen las pérdidas por riesgo de crédito de un instrumento o de un portafolio de instrumentos financieros solo en el $\alpha\%$ de los casos, donde α es el nivel percentil expresado en por ciento de los casos. A " α " también se le conoce como nivel de significación.

Por lo tanto si las pérdidas máximas probables (PML) por riesgo de crédito con un nivel de significación del 5%, de un portafolio determinado, ascienden a un millón de pesos, esto quiere decir que se espera que sólo en el 5% de los casos las pérdidas de crédito del portafolio pueden llegar a ser mayores a este monto.

O dicho de otra manera, si el 5^o nivel percentil de un portafolio de crédito es igual a un millón de pesos, las pérdidas de crédito acumuladas de ese portafolio podrían llegar a ser, en el 95% de los casos ($1-\alpha\%$), cuando mucho igual a un millón de pesos.

La media y la desviación estándar de la distribución de pérdidas de un portafolio de crédito se denominan pérdida esperada (EL) y pérdida no esperada (UL) respectivamente, Chris Marrison, 2002. La diferencia entre la pérdida de crédito máxima probable (PML) y pérdida esperada (EL) se denomina capital económico (EC), según Basle Comité on Banking Supervisión (1999), o también valor en riesgo de crédito (VaR de crédito), Philippe Jorion, (2003), o sea:

$$EC = PML - EL = VaR \text{ de crédito} \quad (1.1.1.)$$

El capital económico es un dato que se requiere para calcular el retorno de capital ajustado por riesgo (RAROC), que es la herramienta de cálculo que implementó el Banker Trust New York

Corporation al final de la década de los 70's, para considerar el efecto del riesgo en el cálculo del retorno de capital, John B. Caouette, Edgard I. Altaman, and Paul Narayanan, 1998. El RAROC se expresa por la siguiente fórmula:

$$\text{RAROC} = \text{ENP} / \text{EC} = \text{Retorno neto ajustado por riesgo} / \text{Capital Económico}$$

La ecuación RAROC aplicada al cálculo de un crédito tendría el siguiente aspecto:

$$\text{RAROC} = (A_0 r_A + F - D_0 r_D - \text{OC} - \text{EL}) / \text{EC}$$

Donde:

- A_0 = es el monto del crédito
- r_A = es la tasa de rendimiento del crédito
- F = comisiones cobradas
- D_0 = monto de la deuda contratada para financiar el crédito
- r_D = es el costo de D
- OC = gastos de operación
- EL = pérdida esperada

1.1.4.- Clasificación de riesgos

Los riesgos pueden ser clasificados en diversas formas. Para los efectos de este trabajo de tesis, nos apoyaremos en la clasificación de conjunto simplificada que se ilustra en el cuadro 1.1.

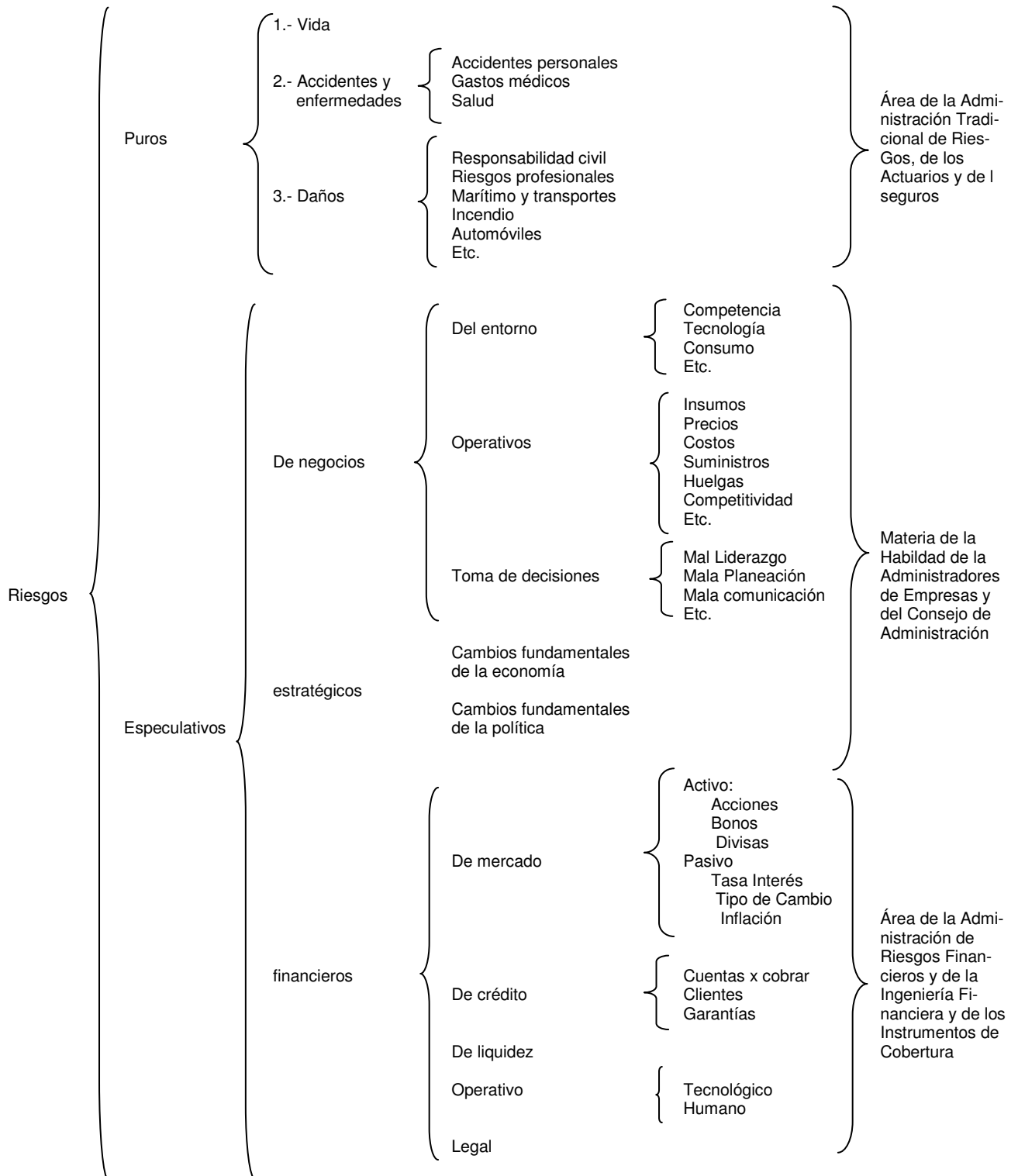
Esta clasificación distingue dos grandes grupos de riesgos: riesgos puros y riesgos especulativos. El riesgo puro es usado para designar aquellas situaciones que envuelven únicamente la posibilidad de tener o no tener pérdida. El riesgo especulativo describe, por lo contrario, una situación en la cual hay una posibilidad de pérdida pero también una posibilidad de ganancia. Los juegos de azar son un ejemplo de riesgo especulativo. Otro ejemplo de riesgo especulativo es el caso de un empresario que invierte al fabricar un producto con el riesgo de perder la inversión, si el producto no es aceptado por el mercado a un precio que sea suficiente para cubrir los costos. A cambio el empresario tiene la posibilidad de obtener una ganancia.

La distinción entre riesgos puros y riesgos especulativos es importante, porque normalmente sólo los riesgos puros son asegurables, mientras que los riesgos especulativos no pueden ser asegurados. Cabe mencionar aquí también, que no todos los riesgos puros son asegurables.

De acuerdo a su cobertura los riesgos también se pueden dividir en tres grandes grupos, tal y como también se muestra en el cuadro 1.1.

- los riesgos puros, cuya cobertura es materia de los seguros y de los actuarios,
- los riesgos de negocios y estratégicos cuya cobertura es materia de los administradores generales y de los consejos de administración de las empresas,
- los riesgos financieros, cuya cobertura es materia de la ingeniería financiera y de los derivados

Cuadro Sinóptico 1.1.- Clasificación de riesgos



La clasificación de los riesgos puros que se consigna en el cuadro sinóptico es la establecida en el artículo 7^o de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros. En este cuadro sinóptico se puede observar que los riesgos a los cuales se enfrenta una empresa son de varios tipos que su prevención y cobertura debería ser una tarea que concierne a todas las personas que laboran en la empresa, desde el Consejo de Administración hacia abajo.

La clasificación de los riesgos financieros, a una de cuyas partes se enfoca el presente trabajo se describirá en detalle, más adelante en este capítulo.

1.1.5.- Administración General de Riesgos

Henri Fayol, famoso investigador francés de las ciencias de la administración, dividió en 1916 todas las actividades de la industria en seis grupos de funciones Emmet J. Vaughan (2003), **(incluyendo a una, que Fayol llamó Seguridad que es esencialmente equivalente a lo que ahora llamamos administración de riesgos):**

1. Actividades técnicas (tales como producción y manufactura)
2. Actividades comerciales (comprar y vender)
3. Actividades financieras (encontrar fuentes de capital y administrar los flujos de efectivo)
4. Actividades contables (registro y análisis de la información financiera)
5. Actividades administrativas (organizar, planear, dirigir, coordinar y controlar) y
6. Actividades de seguridad (proteger los activos físicos y financieros y a las personas de la empresa)

Durante los cuarenta años siguientes, las primeras 5 actividades de la lista anterior evolucionaron y se convirtieron en áreas de especialización académica dentro del estudio de la administración, bien definidas y muy importantes, y en la práctica llegaron incluso a convertirse en vicepresidencias dentro de la estructura corporativa. La sexta y última de la lista, permaneció, sin embargo, durante todo ese tiempo, por razones desconocidas, prácticamente en el olvido.

Fue hasta el año de 1956 en que se le prestó atención al concepto de seguridad de las empresas, ya que precisamente en ese año fue cuando apareció en la Harvard Business Review un artículo en el cual por primera vez se hacía referencia a término Administración de Riesgos. En ese artículo su autor propuso que dentro de las organizaciones alguien debería ser responsable de administrar los riesgos puros de la organización.

Al tiempo en que se sugería en este artículo el término de Administración de Riesgos, muchas grandes organizaciones ya tenían dentro de su organigrama una posición que se encargaba de administrar los seguros y que recibía el nombre de Gerencia de Seguros.

Como se observa en el párrafo anterior, en sus inicios, la administración de riesgos se enfocó a la cobertura de los riesgos puros a los cuales se enfrenta la empresa. Aquí es necesario abundar, que la actividad propia de un gerente de seguros evolucionó paulatinamente hacia una disciplina más amplia, que es la administración de riesgos, en la medida en que se enriquecía el programa de estudios de las carreras universitarias que se enfocaban al tema de la administración de riesgos puros. Los cambios más significativos se lograron con la introducción de temas como Investigación de Operaciones, Ciencia de la Administración y el concepto de Seguridad de Sistemas. La seguridad de sistemas se creó y evolucionó como respuesta al creciente número de problemas complejos de seguridad, especialmente dentro del campo de los misiles balísticos intercontinentales, para cuya solución los métodos tradicionales ya resultaban inadecuados.

La Seguridad de Sistemas ve a un proceso, una situación, un problema o una máquina no en forma aislada sino como sistemas; y rechaza la noción de que los accidentes son cuestión de la casualidad o del azar, o sea algo que simplemente pasa. En lugar de ello considera que los accidentes ocurren debido a fallas humanas o mecánicas y que el objetivo de la Seguridad de Sistemas es identificar esas fallas y eliminarlas o minimizar sus efectos. Visto desde esta perspectiva, los accidentes no son inevitables ni tampoco actos de dios. Si las causas de los accidente pueden ser identificadas, entonces estas pueden ser eliminadas y los accidentes pueden ser prevenidos.

Con el tiempo la influencia de los cambios en los programas de estudios de las escuelas de negocios y Seguridad de Sistemas se extendió a la comunidad de los usuarios de los seguros y estos empezaron a darse cuenta de que deberían existir formas más económicas de cubrir el riesgo. A los usuarios se les ocurrió que quizás la solución más económica sería tratar, como primer paso, de prevenir la ocurrencia de las pérdidas que son susceptibles de prevenirse y

como segundo minimizar las consecuencias económicas, de las pérdidas que no son susceptibles de prevenirse. A partir de este razonamiento nació la noción de que mediante la administración se puede por un lado planear evitar la ocurrencia de ciertas pérdidas y paralelamente, minimizar el impacto de otras. Esto condujo a la conclusión de que el costo del riesgo puede ser administrado y minimizado a su nivel más bajo posible.

Desde este ángulo, Emmet J. Vaughan, 2003, define a la administración de riesgos como:

método científico enfocado a cubrir riesgos puros a través de la prevención de las pérdidas accidentales, que se pueden prevenir, y del diseño e implementación de procedimientos que minimicen la ocurrencia o el impacto financiero de las pérdidas, que no se pueden prevenir.

Por otra parte, Arturo Morales Castro, 2002, establece que:

Administración de Riesgos es el conjunto de procedimientos para identificar, analizar, evaluar y controlar los efectos adversos de los riesgos a que está expuesta una empresa, con el propósito de evitarlos, reducirlos, retenerlos o transferirlos.

En el libro *Against the Gods, The Remarkable History of Risk*, Peter L. Bernstein hace notar que:

La esencia de la administración de riesgos radica en maximizar las áreas donde tenemos algún control sobre el resultado, mientras minimizamos las áreas, donde no tenemos absolutamente ningún control sobre el resultado y la relación causa – efecto se nos oculta.

La diferencia entre la Administración de Riesgos y la Administración General está en los tipos de riesgo que cada una de ellas enfrenta. La Administración General es responsable de todos los riesgos (puros y especulativos) que enfrenta la organización. La Administración de Riesgos, por lo contrario es responsable sólo de los riesgos puros. Por otra parte la responsabilidad del Administrador General es conservar los activos de la empresa y maximizar su ganancia y la responsabilidad del Administrador de Riesgos es colaborar con el Administrador General en la ejecución de la tarea relativa a la conservación de la integridad física de los activos de la organización.

Los pasos de que generalmente se compone el proceso de la Administración General de Riesgos son los siguientes:

- 1.- Determinación de objetivos
- 2.- Identificación de la fuente de riesgos
- 3.- Evaluación de riesgos
- 4.- Selección de la técnica para administrar el riesgo, que generalmente es una o varias de las siguientes:
 - Evitar el riesgo
 - Retener el riesgo
 - Reducir el riesgo
 - Transferir el riesgo
- 5.- implementar la técnica elegida
- 6.- Monitorear resultados

En sección posterior explicaremos cada uno de los pasos del proceso de Administración de Riesgos Financieros

1.1.6.- Administración de Riesgos Financieros

A raíz de la creciente volatilidad de las variables financieras que se presentó a partir de la década de los años 70, Philippe Jorion (2000), debido primordialmente a los siguientes acontecimientos:

- Derrumbe del tipo de cambio fijo del US\$,
- Nacimiento de la OPEP y boicot petrolero de 1973,
- Lunes negro de la bolsa de valores de NY del 19 de octubre de 1987,
- Colapso del Sistema Monetario Europeo en septiembre de 1992,
- Debacle de los bonos de 1994 de la Reserva Federal, después de haber mantenido bajas las tasas de interés durante tres años, inició una serie de seis alzas consecutivas que llegó a significar una pérdida de 1.5 billones de dólares en capital global,
- Caída del índice Nikkei de 39,000 puntos a finales de 1989, a 17,000 puntos tres años después. La pérdida total de capital fue de 2.7 billones, lo que condujo a una crisis financiera sin precedentes en ese país

se empezaron a aplicar los métodos de la Administración General de Riesgos para cubrir los riesgos financieros, causados por los acontecimientos enlistados anteriormente, naciendo con ello la Administración de Riesgos Financieros, como una especialización de la Administración General de Riesgos. La CNBV define en su circular 1423 a la Administración de Riesgos Financieros de la siguiente manera:

Conjunto de objetivos, políticas, procedimientos y acciones que se implementan para identificar, medir, monitorear, limitar, controlar, informar y revelar los distintos tipos de riesgo a que se encuentran expuestas las instituciones financieras, así como sus subsidiarias, excepto administradoras de fondos para el retiro y sociedades de inversión.

En la Administración de Riesgos Financieros, la cobertura de un riesgo financiero es una inversión que se realiza para reducir o cancelar el riesgo en otra inversión. Cobertura de riesgos es una estrategia diseñada para minimizar la exposición a un riesgo de negocio inconveniente, mientras se permite al negocio obtener rendimientos de otra inversión. Ejemplo: un corredor compra 1000 acciones de la empresa A a un \$ 1.00 por acción y paralelamente compra en corto 500 acciones de la empresa B a \$US 2.00 por acción. La empresa B es competidora de la empresa A. Al segundo día de haber realizado la operación el precio de la acción A sube 10% y el precio de la acción B 5% y al tercer día el precio de ambas baja 50%. El valor de las acciones en los tres días se comporta como sigue:

Valor de la posición larga:

Día 1: \$ 1,000.00

Día 2: \$ 1,100.00

Día 3: \$ 550.00 => \$ 450.00 de pérdida

Valor de la posición corta:

Día 1: \$ 1,000.00

Día 2: \$ 1,050.00

Día 3: \$ 525.00 => \$ 475.00 de utilidad.

En una posición corta el inversionista gana cuando el precio de la acción baja. Por lo tanto el inversionista gana 25.00 pesos en lugar de perder 450.00 en toda la operación, gracias a la operación de cobertura que realizó.

Paralelamente a la creciente aplicación del procedimiento de la Administración General de Riesgos a la cobertura de riesgos financieros, surgió un nuevo campo conocido bajo el nombre de **Ingeniería Financiera**, cuyo objetivo era proporcionar alternativas creativas para protegerse

contra los riesgos financieros o para especular con ellos. Las herramientas que utilizó la ingeniería financiera para cumplir con su función fueron los derivados.

La Ingeniería Financiera es la aplicación de modelos matemáticos a la toma de decisiones acerca de ahorros, inversiones, otorgamiento de préstamos, oferta de créditos y a la Administración de Riesgos Financieros Zvi Bodie (1998). La Ingeniería Financiera involucra el desarrollo y la aplicación creativa de la teoría financiera y de instrumentos financieros para estructurar soluciones a problemas financieros complejos y a explotar oportunidades financieras. La Ingeniería Financiera no es una herramienta; es una disciplina o profesión que usa un conjunto de herramientas, que incluye a los derivados. Es importante aclarar que la Ingeniería Financiera difiere del Análisis Financiero, ya que el término Análisis significa “descomponer para entender” y el término Ingeniería significa “construir una solución” Jack Marshall (1998).

Ya que la Administración de Riesgos Financieros se apoya en la Ingeniería Financiera para construir las soluciones a los problemas que plantea la cobertura de riesgos financieros complejos, y esta a su vez utiliza a los derivados como una de sus herramientas más importantes para construir estas soluciones, vale la pena explicar brevemente que es un derivado.

Un derivado es un instrumento financiero cuyo valor depende del precio de otro activo llamado activo subyacente. Los activos subyacentes son diversos y están limitados, exclusivamente, por la imaginación de los agentes económicos. Como ejemplo, se puede citar: activos físicos, activos financieros, tasas de interés e índices económicos y financieros. Los instrumentos derivados más conocidos y utilizados son los Contratos Diferidos (Futuros y Forwards) y las Opciones.

Los mercados de instrumentos derivados se han desarrollado de manera impresionante a partir del inicio de la década de los años setenta. Esto se debe a la creciente complejidad que fueron adquiriendo los mercados en general por efecto de la globalización y por los acontecimientos mencionados líneas arriba.

Hoy en día, los hechos que suceden en un mercado del mundo repercuten en todos los demás. Ejemplos de este fenómeno son las crisis de México en el año de 1995, la crisis rusa de 1998, la crisis de los países asiáticos de 1999, la devaluación de Brasil de 1999 y la crisis argentina de 2001. Por ello los riesgos a los que se enfrentan los participantes en los mercados financieros han crecido. Sin embargo, el efecto dominó que produce una crisis no afectan únicamente a los participantes del mercado financiero: por el contrario repercute en toda la economía mundial. De esta manera un pequeño productor agrícola se puede ver afectado por la caída en el precio mundial de su producto, o un importador se puede ver perjudicado ante una devaluación.

Debido a estos riesgos que enfrentan los agentes económicos en general, es atractivo pensar en la utilización de ciertos instrumentos que permitan atenuar el impacto de un suceso económico adverso. Los derivados son los instrumentos que, justamente, tienen esas virtudes.

No obstante que el antecedente de los Mercados de Futuros se remontan al siglo XVII, cuando según el libro Ingeniería Financiera Futuros y Opciones, Omicron Systems, se emitió el primer futuro de arroz en el mercado de Osaka, Japón, el desarrollo y crecimiento descomunal de los derivados empezó en el año de 1972, según menciona Philippe Jorion en su libro, Valor en Riesgo. La evolución de los derivados como herramienta de Ingeniería Financiera se puede observar en la siguiente tabla, consignado en el libro ante citado:

Tabla 1.1.6.- Evolución de los derivados como herramienta de la Ingeniería Financiera

1972	Futuros de divisas
1973	Opciones sobre acciones
1974	Futuros sobre T-bonds
1981	Swaps sobre divisas
1982	Swaps sobre tasas de interés
1983	Opciones sobre índices accionarios
1984	Opciones sobre Eurodólares
1987	Opciones compuestas OTC
1989	Futuros sobre Swaps de tasas de interés
1990	Swaps sobre índices accionarios
1991	Swaps diferenciados
1993	Captions
1994	Opciones sobre créditos incumplidos
1998	CDOs sintéticos
2003	Futuros de acciones individuales

1.2. - Clasificación de riesgos financieros

La volatilidad del retorno de inversiones está influenciada directamente por numerosas variables, que se conocen como factores de riesgo, así como por la interacción entre estos factores de riesgo. Los factores de riesgo se pueden agrupar en las siguientes categorías: riesgo de mercado, de crédito, operativos, de liquidez, legal, y de negocios. A continuación se describe en que consiste cada uno de ellos.

1.2.1.- Riesgo de mercado.

El riesgo de mercado es el riesgo de que el valor de una inversión pueda disminuir debido a movimientos adversos imprevistos en los factores del mercado, que determinan el valor actual de la inversión. Los cuatro factores estándar de riesgo de mercado son:

- Riesgo accionario

Este es el riesgo asociado con la volatilidad del precio de las acciones. El riesgo accionario tiene dos componentes. El primero conocido como riesgo general o sistemático, se refiere a la sensibilidad del valor de la acción o de un portafolio de acciones a cambios de índices accionarios específicos, como, por ejemplo, el IPC de la BMV. El segundo componente, conocido como riesgo idiosincrático o no sistemático, se refiere a la parte de la volatilidad de las acciones, que está determinada por características específicas de la empresa, tales como su línea de negocios, la calificación de su administración, de su productividad, de su penetración en el mercado, etc. de acuerdo a la teoría del portafolio, el riesgo sistemático no se puede diversificar.

- Riesgo de tasa de interés

El riesgo de tasa de interés es la posibilidad de que el rendimiento de un activo cambie si la tasa de interés cambia. Un ejemplo de riesgo de tasas de interés es la generada a los bancos por sus clientes, quienes generalmente desean recibir préstamos de largo plazo con tasas de interés fijas y al mismo tiempo tener acceso inmediato a los depósitos que ellos tienen en los bancos, en forma de cuentas de ahorro, cheques, etc. Esto pone a los bancos en una posición, en la cual ellos por un lado están recibiendo, durante plazos largos, pagos con tasa fija de interés de sus clientes, mientras que por el lado deben de pagar intereses a tasa flotante de corto plazo, sobre los depósitos que sus clientes tienen en los bancos. Cualquier incremento de las tasas de interés a corto plazo, sobre las tasas de interés a largo plazo, repercute en pérdida para el banco.

- Riesgo de tipo de cambio

El riesgo cambiario se define como el riesgo de una variación en las ganancias netas como resultado de movimientos en un cierto tipo de cambio. El riesgo cambiario es una consecuencia de de posiciones abiertas o deficientemente cubiertas en una moneda en particular. Estas posiciones pueden ser una consecuencia natural de operaciones de negocios y no un deseo conciso de correr riesgos innecesarios. Los principales detonadores de riesgos cambiarios son correlaciones imperfectas en el movimiento de tipos de cambio y fluctuaciones de tasas de interés internacionales. La volatilidad de tipos de cambio puede desaparecer la rentabilidad de inversiones en el extranjero cuantiosas, y al mismo tiempo poner a una empresa en una posición de desventaja competitiva, respecto a sus competidores extranjeros.

- Riesgo de satisfactores (por ejemplo: granos, metales, petróleo, etc.)

El riesgo de precio de mercancías difiere considerablemente del riesgo de interés y del riesgo cambiario, ya que la mayoría de las mercancías se comercian en mercados en los cuales la concentración suministros en pocas manos magnifica la volatilidad de precios. El precio de mercancías depende en parte de la disponibilidad y costo de su almacenaje, que varía de acuerdo al tipo de mercancía. Como resultado de estos factores los precios de las mercancías tienden a tener mayores volatilidades y mayores discontinuidades de precios.

1.2.2.- Riesgo de crédito

El riesgo de crédito es el riesgo de incumplimiento, cuando un individuo, empresa o gobierno falla al no realizar un pago prometido o acordado. Existen dos tipos de riesgo de crédito: el riesgo de **incumplimiento**, que se refiere a la pérdida potencial derivada de que la contraparte no pueda cumplir con sus obligaciones financieras en las condiciones definidas contractualmente; y el **riesgo de mercado**, que se define, como la pérdida potencial que podría sufrir un tenedor de un portafolio de préstamos, instrumentos financieros o derivados, como consecuencia de que el valor de mercado de estos disminuya.

El crédito de riesgo es la forma más antigua de riesgo en los mercados financieros. Si definimos el riesgo de crédito como la expectativa de recibir una suma determinada de dinero dentro de algún plazo determinado, entonces el riesgo de crédito es la probabilidad de que esta expectativa no ocurra.

El riesgo de crédito se presenta en formas diversas. La más común es el incumplimiento de un préstamo, es decir el no pago de la cantidad que fue prestada. El mismo riesgo ocurre cuando el emisor de un bono falla no realizando los pagos prometidos en el bono. Este riesgo se conoce como riesgo de **contraparte**. Otra forma de riesgo de crédito conocida como **riesgo de pago**, se refiere a la posibilidad de que una contraparte pudiese incumplir en un contrato, después que una de las partes ha realizado el pago previamente. Este riesgo es muy real en transacciones con divisas extranjeras entre países con diferencias horarias.

1.2.3.- Riesgo de Liquidez

Pérdida potencial por la imposibilidad o dificultad de renovar pasivos o de contratar otros en condiciones normales para la institución, por la venta anticipada o forzosa de activos a descuentos inusuales para hacer frente a sus obligaciones, o bien, por el hecho de que una posición no pueda ser oportunamente enajenada, adquirida o cubierta mediante el establecimiento de una posición contraria equivalente.

1.2.4.- Riesgo operativo

El Comité de Basilea define el riesgo operativo como la posibilidad de tener pérdidas directas o indirectas a consecuencia de procesos internos inadecuados, fallas administrativas, controles deficientes, fraudes y errores humanos. Muchas de las grandes pérdidas registradas en transacciones con derivados, que han ocurrido en los últimos años, han sido la consecuencia

directa de fallas humanas. El comercio con derivados es más propenso al riesgo operativo, de lo que son las operaciones con efectivo, debido a que los derivados, por su naturaleza son transacciones apalancadas. La valuación de operaciones complejas con derivados, crea considerable riesgo operativo adicional.

1.2.5.- Riesgo tecnológico

Pérdida potencial por daños, interrupción, alteración o fallas derivadas del uso o dependencia en el hardware, software, sistemas, aplicaciones, redes y cualquier otro canal de distribución de información en la prestación de servicios bancarios con los clientes de la institución.

1.2.6.- Riesgo legal

Pérdida que se sufre en caso de que exista incumplimiento de una contraparte y no se pueda exigir, por la vía jurídica, cumplir con los compromisos de pago. Se refiere a operaciones que tengan algún error de interpretación jurídica o alguna omisión en la documentación.

1.2.7.- Riesgo de negocios

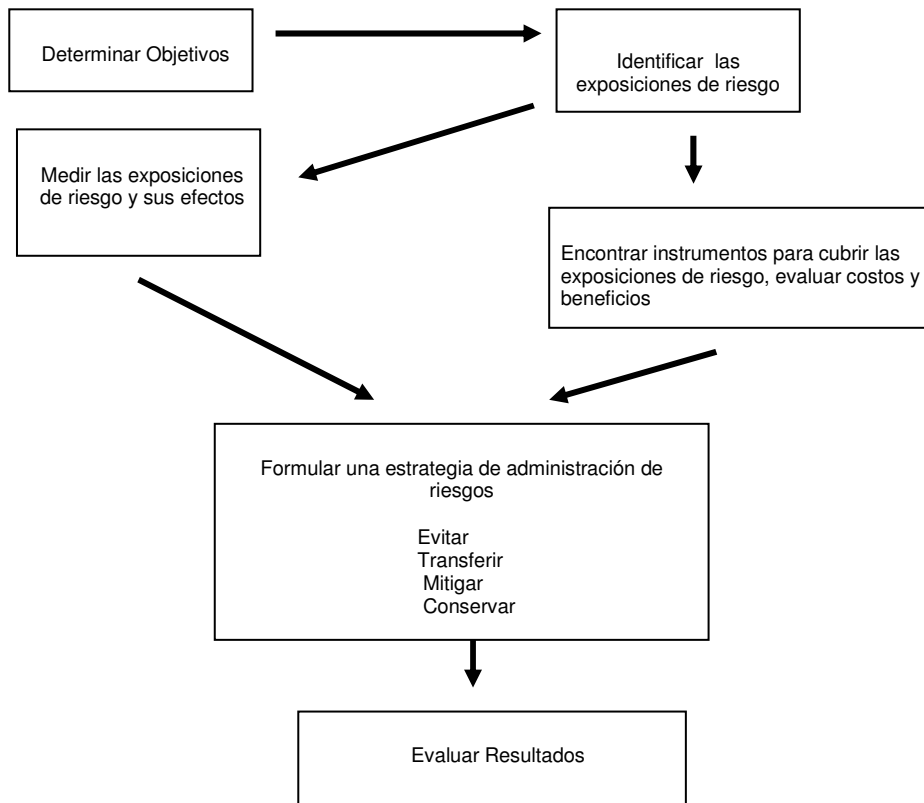
El riesgo de negocios se refiere a riesgos tales como la incertidumbre acerca de la demanda de productos, el precio de venta o el costo de producción de los mismos. En el área de producción y ventas los riesgos de negocios son administrados mediante medidas propias de la administración de empresas, tales como selección de canales de distribución, selección proveedores de productos, selección de la estrategia de comercialización, introducción oportuna de los nuevos modelos del portafolio de productos, control de calidad, productividad, formación de stocks de seguridad para insumos importantes, etc.

A pesar de que el riesgo de negocios debe ser atendido y monitoreado y administrado adecuadamente, en el nuevo acuerdo Basilea II este tipo de riesgo no está incluido dentro de la definición de los reguladores de riesgo operativo.

1.3. – PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS

El proceso de administración de riesgos financieros puede ser dividido en una serie de pasos individuales, que se muestran en el siguiente esquema, Michel Crouhy, Dan Galai, Robert Mark (2006):

Figura 1.3.- PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS



Es muy importante identificar y ejecutar con cuidado cada uno de estos pasos, para garantizar, que ninguna fase importante del proceso sea pasada por alto.

1.3.1.- DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS

Para que una corporación aproveche adecuadamente los beneficios que ofrece la Administración de Riesgos Financieros es necesario que previamente haya definido con toda claridad sus objetivos en términos de riesgo y rentabilidad. Sin objetivos claros, completamente revisados y aprobados por el consejo de administración, los directivos de la empresa corren el riesgo de involucrarse en actividades costosas e inconsistentes de cobertura de riesgos, que no aportan beneficio alguno ni a la empresa ni a sus dueños.

Entre los objetivos que se deben de definir en forma clara y precisa se encuentran por ejemplo:

- debe cubrirse el resultado económico o el resultado contable?
- debe cubrirse el resultado a corto o a largo plazo?
- de los riesgos a los cuales está expuesta la empresa cuales se deben cubrir y cuales no?
- que riesgos debe asumir la empresa como parte de su estrategia de negocios?
- deben analizarse el impacto de los riesgos para efectos de cobertura en forma individual o de manera conjunta?
- deben establecerse límites de riesgo y caso dado cuales?

Por ejemplo, en el caso de un banco el consejo de administración al determinar los objetivos de la administración de los riesgos financieros se concentra básicamente en tres aspectos:

- a. Definir el perfil de riesgo con el cual desea operar el banco
- b. Definir el monto del capital disponible
- c. Definir los límites de riesgo

1.3.2.- IDENTIFICACIÓN DE LAS EXPOSICIONES DE RIESGOS

Una vez determinado los objetivos de la empresa en términos de riesgo y rendimiento el siguiente paso del proceso de Administración de Riesgos Financieros es identificar y tomar consciencia de las fuentes de los posibles riesgos y estimar sus magnitudes actuales y futuras.

Los riesgos son eventos, que cuando ocurren, causan problemas. Por ello la identificación de riesgos puede empezar con la fuente de problemas o directamente con el problema mismo.

Si una empresa decidiera, por ejemplo, cubrir el riesgo por tipo de cambio, que pudiera surgir de las posiciones actuales y de las transacciones previstas por la empresa para el próximo año, entonces se tendría que hacer una lista de los riesgos que podrían presentarse por fluctuaciones en el tipo de cambio.

Paralelamente se deberá elaborar una lista de los activos y los pasivos con valores sensibles a cambios en el tipo de cambio, y clasificarlos por tipo de divisa. Adicionalmente deberá recolectarse información acerca de todas las órdenes de compra que reciba la empresa de clientes extranjeros, clasificándolos de acuerdo a cada moneda.

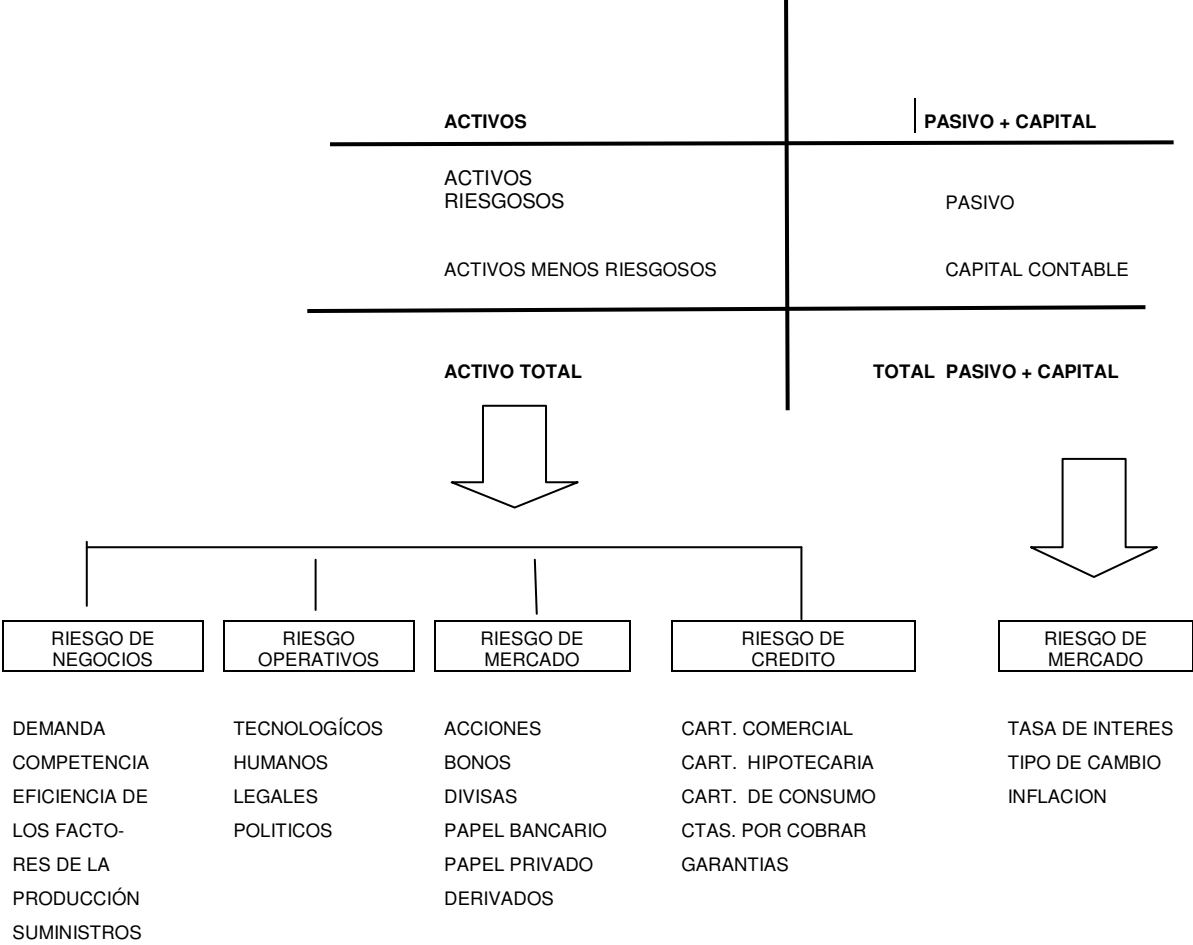
Al mismo tiempo será necesario recabar información acerca de los costos y gastos previstos en cada una de las monedas extranjeras, que maneja la empresa. Una vez junta esta información se deberá elaborar un programa de flujo de efectivo para cada moneda extranjera, en el cual deberán anotarse cada una de las entradas y salidas en cada una de las divisas, para detectar huecos (gaps) que deberán ser cubiertos. De igual forma deberán analizarse los riesgos de mercado, crédito y operacionales de la empresa.

El cuadro 1.3.2 registra, de manera general, las posibles fuentes de riesgos a los que se enfrenta una empresa, indicando cuales provienen del activo y del lado operativo y cuales son generados por la estructura financiera de la empresa.

En los bancos los riesgos más importantes en el lado del activo son los riesgos de crédito, de mercado y operativos, mientras que los riesgos de negocios son de menor importancia. En las empresas por lo contrario, los riesgos más importantes, del lado del activo, son riesgos de negocios y los riesgos operativos, mientras que los riesgos de crédito y de mercado son relativamente menos importantes.

En este mapa de riesgos de empresas, también es importante, diferenciar entre riesgos que pueden ser asegurables y riesgos que pueden ser cubiertos, así como entre riesgos que no pueden ser asegurables y riesgos que no pueden ser cubiertos.

Cuadro 1.3.2.- MAPA DE RIESGOS FINANCIEROS



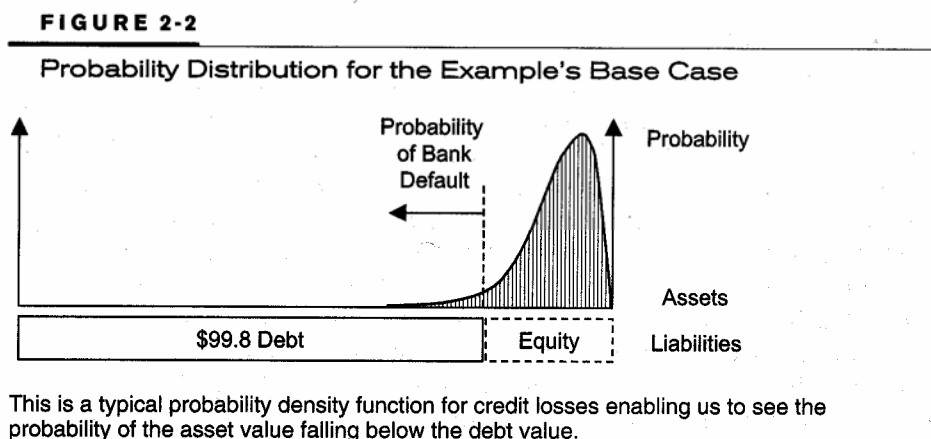
Fuente: Risk Management, Michel Crouhy, Dan Galai, Robert Mark, (2001)

1.3.3.- MEDIR LAS EXPOSICIONES DE RIESGO Y SUS EFECTOS

Una de las formas más convenientes de medir el riesgo es a través del consumo de capital económico que representa cada una de las transacciones que realiza la organización. Capital económico, es el valor neto de capital, sobre el cual una organización debe poder disponer al principio del año para asegurar que solo existe una pequeña probabilidad de que el nivel de su capital contable disminuya al nivel de incumplimiento. Esa pequeña probabilidad, en el caso de un banco, corresponde a la calificación de riesgo con la cual el banco desea operar.

Por ejemplo, si un banco desea operar como banco de clase “A” tiene que asumir una tasa de incumplimiento de 0.1% para el siguiente año. Es decir, los accionistas de ese banco deberán asignar al banco al principio del año capital económico suficiente, a efecto de que el banco pueda efectuar sus operaciones financieras con suficiente capital de reserva, de manera que sólo existe una probabilidad igual a 0.1% de que el capital contable del banco disminuya en forma tal que el banco se vuelva insolvente.

Cuadro 1.3.3.a.- Distribución de probabilidades de pérdidas de crédito



Fuente : Chris Marrison (2002), The Fundamentals of Risk Measurement, pp15

La figura anterior muestra la relación entre capital, riesgo e incumplimiento en el caso hipotético de un banco que tiene 5 millones de capital disponible, 95 millones de pasivo y 100 millones invertidos en bonos de IBM. La siguiente tabla muestra tres escenarios de incumplimiento de los bonos:

Cuadro 1.3.3.b.- Ejemplo de la relación de capital, riesgo y probabilidad de incumplimiento

	Estado Inicial	Estado al final del año		
Tasa de incumplimiento		0%	4%	8%
Activos	100.0	106.0	101.76	97.52
Pasivos (costo 5%)	95.0	99.75	99.75	97.52
Capital	5.0	6.25	2.01	0.0
ROE		25%	-59.8%	-100%

Los 95 millones de pasivo cuestan 5% al año y los 100 millones del activo que están invertidos en bonos de IBM, producen un rendimiento anual de 6%.

En el primer escenario la tasa de incumplimiento es cero, por lo cual se obtiene un rendimiento de 25%. En el escenario 2 la tasa de incumplimiento es 8%, por lo cual los tenedores de bonos pagarán sólo 101.76 millones y el banco tendrá que disponer de parte de su capital para pagar su pasivo de 99.75, por lo cual el banco pierde 59.8% de su capital. En el tercer escenario la tasa de incumplimiento es de 8% por lo cual el banco cae en incumplimiento, perdiendo todo su capital, y sólo puede pagar 97.52 millones a sus acreedores.

Para cualquier organización es vital que el valor de sus activos nunca sean menores al valor de sus pasivos, ya que en tal caso la organización quebraría, es decir el capital contable de la empresa habría desaparecido. Por tal razón todas las organizaciones, especialmente los bancos, deben monitorear periódicamente el valor de sus:

- Activos (financieros y crediticios)
- Pasivos, y
- Capital contable

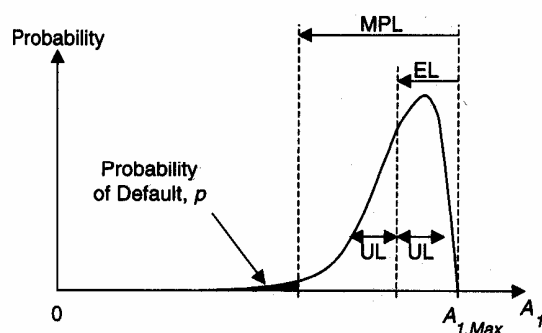
para asegurar que el valor de sus activos siempre sea mayor que el valor de sus pasivos y que los riesgos que hacen que el valor de los activos de la organización tiendan a acercarse peligrosamente al valor de los pasivos, se encuentren bajo y no fuera de control.

Este es el objetivo que se busca al valor periódicamente las exposiciones de riesgo y la magnitud de los riesgos que enfrenta cada organización. Es necesario valor periódicamente todo: activos, pasivos y capital. Los bancos están obligados a hacerlo diariamente, para lograr el objetivo anteriormente mencionado. Cada tipo de riesgo requiere capital económico, como se puede ver a continuación.

Cuadro 13.3.c.- Relación entre pérdida esperada, pérdida no esperada y máxima pérdida probable

FIGURE 2-5

The Relationship between EL, UL, MPL, and the Probability of Default



A typical probability distribution for credit losses showing the distribution of the value of the asset portfolio at the end of the year and the descriptive statistics: EL, UL, and MPL.

Fuente: Chris Marrison (2002), Fundamentals of Risk Measurement, pp 17

Para medir el riesgo de crédito es necesario obtener la distribución de pérdidas del portafolio de crédito, así como también medir la contribución de cada crédito a las pérdidas del portafolio. Una vez obtenida la distribución de pérdidas del portafolio, se calcula la pérdida esperada "EL", la pérdida no esperada "UL", y la pérdida máxima probable del portafolio "MPL". El significado de estos parámetros ya se explicó en el inciso 1.1.3 de este capítulo.

El capital económico que requiere el *riesgo de crédito* estaría dado por la siguiente expresión:

$$EC = MPL - EL \quad (1.3.3.1)$$

La medición del crédito se realiza básicamente para los siguientes fines:

- Decidir si es rentable otorgar o no un crédito
- Optimizar el portafolio de crédito (minimizar el riesgo y maximizar el rendimiento del portafolio)
- Formar provisiones para la pérdida esperada en el siguiente año y establecer reservas para pérdidas inusuales (máxima pérdida esperada o pérdida catastrófica)

En el caso del *riesgo de mercado*, se supone que el grupo encargado de manejar las inversiones del banco lleva a cabo una serie de estrategias, dentro de límites establecidos y de que la rentabilidad de dicha estrategia tiene una distribución de pérdidas determinada. Por lo tanto el capital económico con el que se debe empezar el año es igual a:

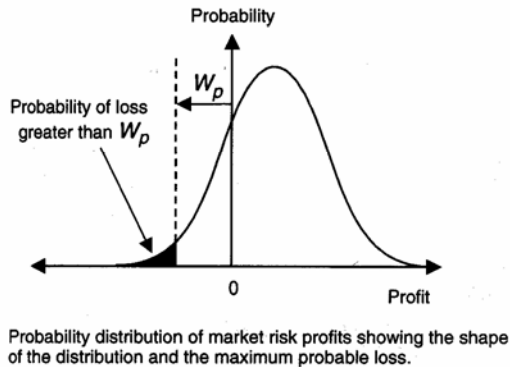
$$EC = W_p / (1+r_f) , \text{ donde} \quad (1.3.3.2)$$

W_p = máxima pérdida probable
 r_f = tasa libre de riesgo

p = probabilidad [Rendimiento $< W_p$]

Por lo tanto el capital económico para riesgo de mercado, es el valor presente de la máxima pérdida esperada por riesgo de mercado, descontada a la tasa libre de riesgo.

FIGURE 2-6
Illustration of the Maximum Probable Loss for Market Risks



Cuadro 1.3.3.d.- Máxima pérdida probable de mercad

Fuente: Chris Marrison (2002), Fundamentals of Risk Measurement, pp 19

Para ilustrar, con un ejemplo práctico sencillo, lo expuesto en este inciso vamos a continuación a valorar el precio y a medir el riesgo de mercado de un bono a tres años que paga un cupón de 4% y tiene un valor nominal de \$100.00.

Valuación del precio del bono:

$$P = cF / (1+R_1)^1 + cF / (1+R_2)^2 + \dots + cF / (1+R_{n-1})^{n-1} + (cF + F) / (1+R_n)^n \quad (1.3.3.3)$$

Donde:

- P = Precio del bono
- R_i = tasa cupón cero
- c = tasa de cupón
- F = valor nominal del bono

Tasas cupón cero

t	1	2	3
R_t (%)	3	3.75	4.25

(1.3.3.4)

Aplicando la fórmula a nuestro ejemplo, tenemos:

$$P = 4 / (1.03)^1 + 4 / (1.0375)^2 + 4 / (1.0425)^3 = 99.39 \quad (1.3.3.5)$$

Cálculo de la tasa RaV (rendimiento al vencimiento)

$$P = 1 / (1+RaV)^1 + 4 / (1+RaV)^2 + 104 / (1+RaV)^3 \quad (1.3.3.6)$$

$$RaV = 4.22 \% \quad (1.3.3.7)$$

Cálculo de la duración del bono, de acuerdo a la fórmula respectiva:

$$D = \frac{\frac{1 \times cF}{(1+RaV)^1} + \frac{1 \times cF}{(1+RaV)^2} + \dots + \frac{(n-1) \times cF}{(1+RaV)^{n-1}} + \frac{(n-1) \times (cF+F)}{(1+RaV)^n}}{P}$$

Aplicando la fórmula a nuestro ejemplo:

$$D = \frac{\frac{1 \times 4}{(1.0422)^1} + \frac{2 \times 4}{(1.0422)^2} + \frac{3 \times 104}{(1.0422)^3}}{99.39} = 2.89$$

La variación del precio del bono como función de la variación de la tasa RaV está dada por la siguiente fórmula:

$$\Delta P = -P \times D^* \times \Delta y \quad (1.3.3.8)$$

Donde D^* es igual a : $D / (1+RaV)$

Y la volatilidad del cambio del precio del bono como función de la variación de la tasa RaV está dada por la siguiente expresión:

$$\sigma(\Delta P) = P \times D^* \times \sigma(\Delta y) \quad (1.3.3.9)$$

Asumiendo que la volatilidad diaria de la tasa RaV de un bono a tres años es de 4 pb (0.04%) entonces la volatilidad diaria del precio sería:

$$\sigma(\Delta P) = 99.39 \times (2.89 / 1.0422) \times 0.04\% = 0.11 \quad (1.3.3.10)$$

De manera que el VaR diario del bono con un nivel de confianza de 99% sería:

$$VaR(1;99) = 2.33 \sigma(\Delta P) = 0.26 \quad (1.3.3.11)$$

Y el capital regulatorio requerido, de acuerdo a la definición de Basilea de 1996, sería igual a:

$$Capital_{REGULATORIO} = 3 \times (10)^{1/2} \times VaR_{(99\%,1)}, \text{ o sea para nuestro ejemplo:} \quad (1.3.3.12)$$

$$Capital_{REGULATORIO} = 3 \times (10)^{1/2} \times 0.26 = 2.46 \quad (1.3.3.13)$$

Y el capital económico, si la organización tenedora del bono quisiera ser calificada como empresa clase "A" sería:

$$Capital \text{ Económico} = 3.1 \times \sigma_{1 \text{ AÑO}} = 3.1 \times \sigma_{1 \text{ DIA}} \times (250)^{1/2} = 3.1 \times 0.11 \times (250)^{1/2} = 5.39 \quad (1.3.3.14)$$

Resumiendo, el precio del bono es **99.39** y representa un riesgo para su tenedora de **2.46**, de acuerdo a Basilea de 1996.

Las organizaciones financieras que mantienen capital suficiente para tener un probabilidad de 1% de evitar el incumplimiento se califican como organizaciones clase "BB" o "BBB".

El precio y el riesgo de los demás instrumentos financieros que maneja una organización (contratos forward de tasa, acciones, forwards, etc.) se valúan y miden aplicando fórmulas específicas para cada caso pero siguiendo una secuencia similar a la que se usó para el bono.

1.3.4.- INSTRUMENTOS Y MECANISMOS DE COBERTURA DE RIESGOS

El siguiente paso después de identificar y medir los riesgos es encontrar instrumentos relevantes para administrarlos. Algunos instrumentos se pueden encontrar internamente. Por ejemplo, si una empresa posee activos en libras esterlinas puede solicitar créditos en esa moneda, en una transacción con el mismo vencimiento que tienen sus activos, obteniendo de esa manera una cobertura natural. Otro ejemplo es cuando una empresa abre una subsidiaria en otro país y contrata créditos en la moneda local para financiar sus operaciones, a pesar de que la tasa de interés en la moneda local pudiera ser más cara que en su propio país. La contratación de obligaciones en moneda local le permite a la empresa amortizarlas en la misma moneda en que recibe sus ingresos, reduciendo con ello su exposición en moneda extranjera.

Agotadas las posibilidades de coberturas internas la organización debería recabar cotizaciones competitivas de empresas expertas para administrar los riesgos, que durante el proceso de mapeo fueron catalogados como transferibles o asegurables. La administración podrá entonces evaluar el costo y el beneficio de cada decisión y adoptar la más conveniente. La empresa podrá elegir entre asegurar completamente o compensar algunos riesgos, asegurar parcialmente o asumir algunos riesgos que podrían ser asegurados.

Existen una gran cantidad de instrumentos financieros para cubrir riesgos, como se puede observar en la tabla 1.1.6 que antecede a este inciso. Cuáles de estos instrumentos deben ser seleccionados para cubrir los riesgos de la organización es materia de los expertos y de las organizaciones financieras especializadas en la materia y que cuenten con largos años de experiencia. Ya que inclusive los expertos suelen cometer errores que han originado serios descabros financieros como se verá más adelante.

1.3.5.- FORMULAR UNA ESTRATEGIA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

Una decisión muy importante es definir si se van a cubrir los riesgos por medio de estrategias estáticas o dinámicas. En una estrategia estática, los instrumentos de cobertura se seleccionan de manera que cubran las posiciones de riesgo con la mayor exactitud posible, y se mantienen durante todo el tiempo que exista la posición de riesgo. Este tipo de estrategia es susceptible de implementarse y monitorearse con relativa facilidad. Una estrategia dinámica involucra una serie de instrumentos, ya en operación, que son usados para calibrar las exposiciones de riesgo y las posiciones de derivados. La implementación y monitoreo de este tipo de estrategias requiere técnicas más sofisticadas y una mayor pericia de los encargados de implementarlas, además son más costosas.

Tomando como ejemplo a una empresa mexicana que exporta a Inglaterra y que espera recibir 5 millones de libras esterlinas dentro de 3 meses. Si esta empresa deseara cubrir el riesgo de una devaluación del peso frente a la libra, entonces podría hacerlo siguiendo una estrategia estática, que consistiría en comprar una opción de venta por el monto total de las libras esterlinas y hacer coincidir la fecha de vencimiento de la opción con la fecha en la cual recibirá los recursos. Alternativamente puede usar una estrategia dinámica, consistente en comprar una opción de venta con fecha de vencimiento mayor a tres meses y ajustar la cantidad de opciones de venta, de manera que simule la opción de venta de tres meses. La estrategia dinámica puede llegar a requerir que la posición de la opción de venta se ajuste en forma diaria o semanal, y de que se tengan aumentar o disminuir el número de opciones de venta, o cambiar a otras opciones con primas más económicas, también en forma diaria o semanal, para lo cual es necesario disponer de modelos muy sofisticados y confiables, así como con personal experto técnicamente calificado para operar en el mercado y monitorear las posiciones en forma continua.

Otro aspecto que también es muy importante tome en cuenta la estrategia de cobertura, es su horizonte de planeación. El horizonte puede ser la cuarta parte o la totalidad del año fiscal, o puede ser móvil.

Otras consideraciones importantes son los efectos contables y fiscales, de la estrategia de cobertura. Las reglas de contabilidad para derivados son muy complejas y se revisan y actualizan permanentemente. Por ejemplo, los derivados usados con fines de cobertura deben ajustar exactamente con sus respectivos activos subyacentes (por ejemplo, con respecto a cantidad y fechas de vencimiento). Si tal ajuste no existe la utilidad o pérdida que produce la cobertura debe registrarse en la contabilidad, a pesar de que los cambios en el valor de los activos subyacentes no se registran. Los aspectos contables también son muy importantes, ya que estos afectan el flujo de efectivo de la empresa. Instrumentos derivados diferentes, con diferentes fechas de vencimiento incurren en obligaciones fiscales diferentes; las regulaciones fiscales también varían de país a país. De manera que para algunas corporaciones multinacionales podría ser ventajoso usar instrumentos derivados de un país para cubrir posiciones, que están relacionadas con sus negocios en otro país.

La calidad de una estrategia depende, en gran medida, de su implementación, pero, aun con la mejor implementación posible, siempre algunas desviaciones del plan serán necesarias. Por ejemplo, si en el ejemplo anterior el cliente inglés decide pagar en dos en lugar de tres meses, entonces la opción de venta de tres meses, deberá liquidarse antes de su vencimiento.

1.3.6.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS

La evaluación y revisión de resultados es muy importante por dos razones. Primera, la administración de riesgos no se lleva a cabo en un ambiente estático sino dinámico que cambia en forma continua. Los riesgos que ayer eran importantes, hoy puede ser que ya no existan, que hayan cambiado o que nuevos riesgos hayan aparecido. Las técnicas para administrar riesgos también evolucionan. Lo que hoy es adecuado, mañana posiblemente no lo sea más. Segunda, es posible que se cometan errores. Por ello la evaluación y revisión del programa de administración de riesgos, permite al encargado de supervisar esta tarea, revisar decisiones y descubrir errores, antes de que ocurran y sean costosos para la organización.

Un programa de administración de riesgos se puede revisar, básicamente, repitiendo cada uno de los pasos del proceso para determinar si decisiones pasadas fueron hechas a la luz de condiciones existentes y si fueron ejecutadas adecuadamente. El administrador de riesgos reevalúa los objetivos del programa, repite el proceso de identificación de riesgos para asegurar, que fue realizado correctamente, y entonces evalúa los riesgos que fueron identificados y verifica que la cobertura dada a cada uno fueron adecuadas.

1.4. – DESASTRES FINANCIEROS

La historia de las instituciones financieras ha demostrado que la fuente principal de pérdidas de una institución financiera ha sido la mala calidad de algunos créditos otorgados. Sin embargo durante los últimos 25 años los descalabros financieros más espectaculares, que han sufrido diversas instituciones corporativas, bancarias y públicas, se han debido, en gran parte, a una ineficiente administración de riesgos financieros, específicamente a exposiciones de riesgo de mercado generadas por posiciones en instrumentos derivados. Esto indujo a los medios y a los políticos a sugerir que estos descalabros se debían a la incapacidad de los sistemas bancarios de controlar esta nueva forma de riesgo financiero. Se llegó a decir en Wall Street, refiriéndose a los derivados, que jóvenes de 26 años de edad con computadoras estaban creando bombas de hidrógeno financiero.

Un análisis más detallado de lo que realmente pasó muestra que no todos los descalabros financieros registrados en esa época se debieron a operaciones realizadas con instrumentos derivados, sino que fueron motivados por otras causas como por ejemplo:

- Especulación con divisas
- Carteras incobrables
- Inversión en industrias no rentables
- Alta exposición en bienes raíces
- Inversión en empresas estatales generadoras de pérdidas

- Préstamos de largo plazo financiados con depósitos de corto plazo

En el cuadro 1.4.1 siguiente, Philippe Jorion (2000), Arturo Morales Castro (2002), se muestran las pérdidas más notables, ocurridas en la década de los años 90's, debido a una deficiente administración de los riesgos financieros:

Una descripción detallada de estos colapsos financieros se puede consultar en diversos libros de texto.

El común denominador de estos descalabros fue la falta de políticas y sistemas de administración de riesgos que permitieran medir y monitorear efectivamente las pérdidas potenciales de las posiciones en que estaban involucradas las organizaciones.

Cuadro 1.4.1.- Pérdidas por administración de riesgos financieros deficiente

EMPRESA	INSTRUMENTOS	Pérdida (millones US\$)
Showa Shell Sekiyu, Japón	Forwards sobre divisas	1,580
Kashima Oil, Japón	Forwards sobre divisas	1,450
Barings, Inglaterra	Futuros sobre índices accionarios.	1,330
Metalgesellschaft, Alemania	Futuros sobre petróleo	1,340
Condado de Orange	Negociando con tasas de interés	1,640
Codelco, Chile	Futuros sobre cobre	200
Procter&gamble, USA	Swaps sobre diferenciales	157
Bankers Trust	Contratos derivados	423
Daiwa	Negociando bonos de gobierno	1,100
Kedder Peabody	Fraudes de operación	350
Salomón Brothers	Errores contables de derivados	2,700
Sumitomo	Futuros físicos	1,860

Estos desastres provocaron, entre otras acciones, que en 1993 se creara una organización internacional de carácter privado llamada Grupo de los Treinta (G30), que publicó en el año un dictamen, que contiene 24 recomendaciones que cubren más que los riesgos de los derivados, y que se han convertido en un índice de referencia para la administración prudente de todos los riesgos financieros. Estas recomendaciones son las siguientes Philippe Jorion (2003):

1.- El papel de la alta dirección.

Las políticas que regulan a los derivados deben ser definidas claramente en el nivel más alto de la empresa. Corresponde a la alta dirección aprobar los procedimientos y controles para implementar dichas políticas, las cuales deberán ser obligatorias en todos los niveles. Los derivados deben ser usados en una manera que sea consistente con las directrices de administración de riesgo y de capital aprobadas por el consejo de directores. Las políticas, que regulan el uso de derivados, deben estar claramente definidas, incluyendo el objetivo buscado al realizar transacciones con derivados, y deben ser aprobadas por la alta dirección.

2.- Valuación a mercado

Las posiciones de derivados deben ser valuadas a mercado diariamente. Ésta es la única técnica de valuación que mide correctamente el valor actual de activos y pasivos. La valuación a mercado es la técnica más apropiada de valuación.

3.- Métodos de valuación a mercados

Los portafolios de derivados de los intermediarios deben valuarse de acuerdo a niveles promedios del mercado menos ajustes específicos.

4.- Identificar fuentes de ingresos

Los intermediarios deben medir, regularmente y con suficiente detalle, los componentes de los ingresos, para entender las fuentes de riesgos. En otras palabras, los usuarios deben entender las causas de las ganancias y de las pérdidas, así como sus mayores riesgos.

5.- Medición del riesgo de mercado

Los intermediarios deberán utilizar una medida consistente para calcular diariamente el riesgo de mercado de sus posiciones en derivados y compararlas con los límites de riesgos de mercado.

El mejor método para medir el riesgo de mercado es calculando el “valor en riesgo”, usando análisis de probabilidad basados en intervalos de confianza comunes (por ejemplo, 2 desviaciones estándar) y en horizontes de tiempo iguales (por ejemplo, un día de exposición)

6.- Simulaciones de estrés

Los usuarios deben cuantificar el riesgo de mercado no sólo en condiciones normales, sino también simulando condiciones adversas del mercado. Las simulaciones de estrés deben reflejar tanto los eventos históricos como las estimaciones de movimientos futuros adversos extremos y raros.

7.- Pronósticos de inversión y fondeo

Los intermediarios deben pronosticar periódicamente los requerimientos de inversión de efectivo y los requerimientos de fondeo, generados por los portafolios de derivados. En otras palabras, los requerimientos de liquidez deben ser supervisados con acuciosidad.

8.- Administración independiente del riesgo de mercado

Los intermediarios deben establecer las funciones de administración del riesgo de mercado para asistir a la alta dirección en la formulación e implementación, de los sistemas de control del riesgo. Estas unidades de administración del riesgo de mercado deben constituirse con clara independencia de la operación, y deberán tener autoridad coercitiva. También serían responsables de establecer políticas de límites de riesgo, medir el valor en riesgo, ejecutar escenarios de estrés y vigilar que la volatilidad del portafolio real esté de acuerdo con las predicciones.

9.- Prácticas de los usuarios

Los usuarios deben adoptar la misma valuación y la mismas prácticas de administración de riesgos de mercado que están recomendadas para los intermediarios. En otras palabras, las presentes recomendaciones aplican también para los usuarios.

10.- Medición de la exposición crediticia

Los usuarios deben determinar el riesgo crediticio que surge de las actividades con derivados, basándose en medidas frecuentes de la exposición actual y potencial. La exposición actual es el valor de mercado o costo de sustitución de las posiciones existentes. La exposición potencial mide las pérdidas futuras probables ocasionadas por el incumplimiento en el plazo remanente de la operación.

11.- Acumulación de la exposición crediticia

Las exposiciones de crédito de derivados y todas las demás exposiciones de crédito de contrapartes deben ser acumuladas, tomando en consideración los acuerdos de neteo. Las exposiciones de crédito deben ser calculadas y comparadas con sus respectivos límites de crédito en forma regular.

12.- Administración independiente del riesgo crediticio.

Los intermediarios y los usuarios deben tener una función de administración de crédito con calara independencia y autoridad, y con capacidades analíticas en derivados, responsables de:

- Aprobar mediciones estándar de exposiciones de crédito
- Establecer límites de crédito y monitorear su uso
- Revisar créditos y concentraciones de riesgo de crédito
- Revisar y monitorear medidas para reducir el riesgo

13.- Acuerdos maestros

Se alienta a intermediarios y a usuarios a utilizar, tanto como sea posible, acuerdos maestros únicos con cada contraparte para documentar transacciones con derivados existentes y futuras, incluyendo contratos adelantados y opciones con divisas. Los acuerdos maestros son muy útiles ya que reducen riesgo legal y pueden reducir sustancialmente exposiciones de crédito, si permiten neteo.

14.- Mejoramiento de riesgo

Los intermediarios y los usuarios deben estimar los costos y beneficios del mejoramiento de crédito y de las medidas de reducción de riesgo relacionadas.

15.- Promoción de la ejecución

Intermediarios y usuarios deben de trabajar unidos sobre una base continua, para identificar y recomendar soluciones para asuntos de ejecución legal, dentro del marco jurisdiccional, ya que las actividades evolucionan y nuevos tipos de transacciones se desarrollan.

16.- Experiencia profesional

Los usuarios deben autorizar sólo a profesionales con la habilidad y experiencia requeridas para operar. Estos profesionales incluyen a operadores, supervisores y a los responsables del procesamiento y control de las actividades.

17.- Sistemas

Intermediarios y usuarios deben asegurar la disponibilidad de sistemas adecuados para la captura de datos, el procesamiento, liquidación y reporte administrativo, de manera que las transacciones con derivados se puedan conducir en forma eficiente y ordenada, de acuerdo con las políticas de administración.

18.- Autoridad

La dirección de intermediarios y usuarios deben designar a las personas que están autorizadas para representar a sus instituciones en las transacciones con derivados. Es decir, la autoridad para intermediar debe ser otorgada únicamente a individuos específicos.

Las recomendaciones 19 a 24 tratan aspectos contables y de auditoría. Quizás el principio más importante detrás de estas recomendaciones es la separación que debe existir entre la función de administración de riesgos y la función de intermediación.

CONCLUSIÓN

Este capítulo da una visión general acerca de la administración de riesgos en general y de riesgos financieros en particular, como han evolucionado a través del tiempo, las causas que dieron origen a la administración de riesgos financieros, los desastres financieros que han ocurrido debido a deficiencias en la administración de riesgos, que recomendaciones se deben observar para evitarlas y cual es el objetivo de la tesis. En el siguiente capítulo trataremos el marco teórico y el conjunto de herramientas usadas para elaborar la tesis.

Capítulo 2.- MARCO TEORICO

Para los bancos todo los créditos otorgados conllevan un riesgo de incumplimiento, independientemente que tan buena sea la calidad de los acreditados. En todos los casos siempre existirá una posibilidad de que el acreditado no cumpla con su obligación de pagar el principal o los intereses oportunamente. Tratándose de acreditados de la más alta calidad este riesgo es pequeño, quizás sólo la décima parte del 1% y para el promedio de los bancos el riesgo de crédito típico que ellos manejan a diario fluctúa alrededor de medio punto porcentual.

A pesar de su pequeñez aparente el riesgo de crédito es muy importante por varias razones. Primera: puede crecer rápidamente y sin previo aviso. Segunda: los márgenes en créditos bancarios, al paso del tiempo, se han reducido sustancialmente hasta alcanzar niveles sumamente estrechos, de manera que cualquier apreciación errónea de los riesgos de incumplimiento de los acreditados puede ser letal para la rentabilidad de la cartera de los créditos otorgados. Y tercera: los bancos también piden prestado y muchos de ellos tienen altos niveles de apalancamiento, de modo que incumplimientos de montos inesperados pueden desestabilizar no sólo al banco en lo particular sino también a otras áreas el sector financiero.

Este capítulo se enfocará a calcular en forma individual el riesgo de crédito por incumplimiento de un activo crediticio, a analizar los métodos que se utilizan para calcular la probabilidad de incumplimiento, la severidad y la exposición al incumplimiento de un instrumento financiero, a dar una introducción breve del análisis discriminante múltiple y finalmente se explicará la metodología que se utilizará para desarrollar la tesis.

2.1.- PERDIDA ESPERADA Y NO ESPERADA DE UN INSTRUMENTO FINANCIERO INDIVIDUAL

Como ya se esbozó en el capítulo anterior, la **pérdida esperada (EL)** representa el monto de las reservas que el banco tendría que constituir y mantener durante todo el plazo que dure el crédito, para poder compensar el monto de capital que podría perder el banco en caso de que el crédito otorgado cayera en incumplimiento. La pérdida esperada es igual a la media de la distribución de pérdidas de crédito que el banco ha experimentado, a través de los años, en transacciones de igual clase, exposición y riesgo. La desviación estándar de esa distribución de pérdidas de crédito es conocida como **pérdida no esperada (UL)**.

En esta sección se considerarán las pérdidas potenciales por incumplimiento, de un instrumento financiero, considerado en forma aislada. La pérdida crediticia por incumplimiento (L) puede describirse como la exposición en el incumplimiento (E), multiplicada por severidad (S), multiplicada por un indicador de incumplimiento (I). El indicador es una variable discreta que toma el valor de 1 (la unidad) cuando el crédito cae en incumplimiento, y toma el valor de cero en el caso contrario, es decir:

$$L = I \times S \times E \quad (2.1.1)$$

$$L = 0 \quad \text{si} \quad I = 0 \quad (2.1.2)$$

$$L = S \times E \quad \text{si} \quad I = 1 \quad (2.1.3)$$

Si asumimos que S y E son constantes, la única incertidumbre que se tiene es si el incumplimiento ocurre. Por lo tanto, las dos condiciones posibles al final del año son: hubo incumplimiento o no hubo incumplimiento, con probabilidades de P y (1 - P) respectivamente. La pérdida esperada es entonces la suma de los montos que se han perdido en cada condición, multiplicada por la probabilidad de ocurrencia en cada caso:

$$EL = P [1 \times E \times S] + (1-P) [0 \times E \times S] \quad (2.1.4)$$

$$EL = P \times E \times S \quad (2.1.5)$$

Ejemplo1.2.- Supongamos que se otorgó un crédito de \$100 a una empresa calificada como BBB, entonces P sería 0.0022. Asumiendo que la severidad es 30%, entonces la pérdida esperada sería:

$$EL = 0.0022 \times \$100 \times 0.3 = \$0.066 \quad (21.6)$$

Suponiendo que E y S son constantes, entonces para una variable discreta, como el indicador I, la varianza es igual a la probabilidad del resultado de cada estado multiplicada por el cuadrado del resultado menos la media (EL), o sea:

$$UL^2 = P [1 \times E \times S - EL]^2 + (1 - P) [0 \times E \times S - EL]^2 \quad (2.1.7)$$

$$= P [E^2 S^2 - 2 E \times S \times EL + EL^2] + (1 - P) \times EL^2 + (1-P) \times EL^2 \quad (2.1.8)$$

$$= P [E^2 \times S^2 - 2 \times E \times S \times EL + EL^2] + EL^2 - P \times EL^2 \quad (2.1.9)$$

$$= P [E^2 S^2 - 2 E S EL] + EL^2 \quad (2.1.10)$$

$$= P [E^2 S^2 - E S P E S] + [P^2 E^2 S^2] \quad (2.1.11)$$

$$= P E^2 S^2 - P^2 E^2 S^2 \quad (2.1.12)$$

$$= [P - P^2] [E \times S]^2 \quad (2.1.13)$$

De donde

$$UL = [P - P^2]^{1/2} \times E \times S \quad (2.1.14)$$

Continuando con el ejemplo anterior tendríamos que la pérdida no esperada del crédito por \$100 otorgado a una empresa BBB con severidad de 30% sería igual a:

$$UL = [0.0022 - 0.0022^2]^{1/2} \times \$100 \times 0.3 = \$1.41 \quad (2.1.15)$$

Si S y E no son constantes sino variables, entonces las fórmulas que aplican son:

$$EL = P \times (S_M \times E_M + \sigma_{S,E}^2) \quad (2.1.16)$$

o también

$$EL = P \times S_M \times E_M \quad (2.1.17)$$

si la correlación entre la severidad y la exposición es igual a cero. S_M y E_M son la media de la severidad y de la exposición al incumplimiento respectivamente.

Y la pérdida no esperada se puede expresar por la siguiente fórmula, cuando la exposición y la severidad son independientes entre si:

$$UL = [(P - P^2) \times S_M^2 \times E_M^2 + P \times (\sigma_S^2 \times E_M^2 + \sigma_E^2 \times S_M^2 + \sigma_S^2 \times \sigma_E^2)]^{1/2} \quad (2.1.18)$$

donde S_M , E_M y σ_S^2 , σ_E^2 son respectivamente las media y las varianzas de la severidad "S" y de la exposición al riesgo "E".

2.2.- EXPOSICIÓN AL INCUMPLIMIENTO

La exposición al incumplimiento (E) es la parte del préstamo que al momento de ocurrir el incumplimiento, no se ha pagado.

Elliot Asarnow y James Marker, 1995, establecieron, que la exposición al incumplimiento era igual al uso promedio de la línea de crédito, más una porcentaje (e_d) de la parte del préstamo que no se estaba usando al momento de ocurrir el incumplimiento:

$$E_M = L (L_M + (1 - L_M) e_d) \quad (2.2.1)$$

Donde L es el monto total del préstamo, μ_E es el porcentaje promedio de uso, y e_d es la parte proporción del saldo no usado de la línea de crédito, que al momento de incumplimiento si se estaba usando. Asarnos y Marker también hallaron que el valor de la exposición al incumplimiento depende de la calificación crediticia inicial del cliente, como lo muestra la siguiente tabla:

Cuadro 2.2.1- Exposición al incumplimiento de líneas de crédito

Clase	Uso promedio de la línea L_M	Uso adicional promedio de la parte no utilizada de la línea e_d	Exposición promedio al incumplimiento E_M
AAA	0.1%	69%	69%
AA	1.6%	73%	73%
A	4.6%	71%	72%
BBB	20.0%	65%	72%
BB	46.8%	52%	74%
B	63.7%	48%	81%
CCC	75.0%	44%	86%

Fuente: Asarnow Elliot y Marker James, "The Journal of Commercial Lending",

Ejemplo : considerar una compañía BBB, que ya ha usado el 42% de su línea. El uso adicional de a línea para efectos de exposición al incumplimiento sería igual a $(1-42\%) \times 65\% = 38\%$, por lo tanto la exposición al incumplimiento total sería 80% (42% más 38%).

2.3.- SEVERIDAD

La severidad (S) es el porcentaje de la cantidad expuesta al incumplimiento, que el banco pierde si el cliente incumple. Es proporcional a la exposición al incumplimiento más los gastos administrativos asociados con el incumplimiento, menos el valor presente de todas las recuperaciones:

$$S = \frac{E - \text{Recuperación \$} + \text{admin. \$}}{E} \quad (2.3.1)$$

$$= 1 - \text{Recuperación\%} + \text{admin.} \quad (2.3.2)$$

En el caso de instrumentos financieros líquidos, como por ejemplo bonos, la severidad también se define como la caída porcentual del valor de mercado después del incumplimiento:

$$S = \frac{\text{Valor antes} - \text{Valor después}}{\text{Valor antes}} \quad (2.3.3)$$

La desviación estándar de la severidad se calcula según Marrison, 1995, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\sigma_S = A \times (S_M - S_M^2)^{1/2}, \quad (2.3.4)$$

donde S_M es la media de la severidad y A es una constante. El término $(S_M - S_M^2)^{1/2}$ representa la desviación estándar máxima posible de la severidad

$$\sigma_{S_{\text{máx}}} = (S_M - S_M^2)^{1/2} \quad (2.3.5)$$

dado que la desviación estándar de la severidad es igual a la desviación estándar de la recuperación, entonces la fórmula (2.3.5) también se puede expresar como:

$$\sigma_{S_{\text{máx}}} = (1 - R_M - (1 - R_M)^2)^{1/2} \quad (2.3.6)$$

$$= (1 - R_M - (1 - 2R_M + R_M^2))^{1/2} \quad (2.3.7)$$

$$= (R_M - R_M^2)^{1/2} \quad (2.3.8)$$

al final de la década de los años noventa se realizaron estudios que muestran la relación entre la desviación estándar de la severidad con las garantías y estructura de los créditos, así como con el tipo de industria al que pertenece la empresa acreditada. Esto permitió estimar el valor de la constante A , comparando el valor real de la desviación estándar con el peor caso:

$$A = \sigma_{S_{\text{real}}} / (S_M - S_M^2)^{1/2} \quad (2.3.9)$$

A continuación se reproducen los resultados obtenidos en estos tres estudios empíricos, ya que son de gran utilidad para medir el riesgo de crédito de los instrumentos financieros:

El cuadro 2.3.1 examina los efectos que tiene el tipo de colateral en las tasas de recuperación. Los resultados del cuadro muestran que la tasa más alta de recuperación fue 90%, que corresponde a préstamos bancarios colateralizados con efectivo. Préstamos sin colateral recuperaron únicamente 79% en promedio. Llama la atención que la tasa de recuperación de que los préstamos sin colateral tienen una tasa de recuperación mayor que préstamos asegurados con acciones en subsidiarias.

La tabla 2.3.1 muestra que el promedio del factor A fue igual a 0.66, de manera que si sólo se conociera la tasa de recuperación promedio, se podría calcular una estimación razonable de la desviación estándar de la severidad aplicando la fórmula:

$$\sigma_{S_{\text{real}}} = 0.66 \times (S_M - S_M^2)^{1/2}$$

Cuadro 2.3.1- Efecto del colateral en la tasa de la recuperación

Tipo de colateral	Recuperación promedio	Desviación estándar de la recuperación	Factor A
Sin colateral	79%	27%	0.66
Con acciones de subsidiarias	74%	31%	0.71
Con propiedades (planta y equipo)	85%	23%	0.64
Con activos substanciales	89%	18%	0.58
Con CxC, efectivo, inventario	90%	21%	0.70
Promedio	83%	24%	0.66

Fuente: Lee V. Carty, David Hamilton (Bankrupt Bank Loan Recoveries, Moody's Investors Services, Special Comments, juni de 1998),

Los resultados del cuadro 2.3.2 muestran que la recuperación de préstamos bancarios es mayor que la recuperación de bonos. De los bonos, el tipo Asegurado Senior tiene la tasa de recuperación más alta: 66%. Los que menor tasa de recuperación tienen son los tipo Subordinado Júnior con solo 14%. Esto muestra que la estructura del crédito tiene un gran efecto en el riesgo.

Cuadro 2.3.2- Efecto de la estructura en la tasa de la recuperación

Tipo de estructura	Recuperación promedio	Desviación estándar de la recuperación	Factor A
Préstamos bancarios	84%	25%	0.68
Bonos asegurados Señor	66%	28%	0.59
Bonos no asegurados Senior	49%	36%	0.72
Bonos subordinados Señor	37%	31%	0.64
Bonos subordinados	26%	30%	0.68
Bonos subordinados Junior	14%	24%	0.69
Promedio	46%	29%	0.67

Fuente: Karen Van de Castle y David Keismann (Recovering Your Money; S&P Credit Week, June, 1999)

El tipo de industria del acreditado también afecta a la tasa de recuperación. La causa puede ser la calidad de los colaterales de que dispone cada tipo de industria.

Cuadro 2.3.3- Efecto de la industria en la tasa de la recuperación

Tipo de industria	Recuperación promedio	Desviación estándar de la recuperación	Factor A
Pública	70%	19%	0.41
Química & petróleo	63%	27%	0.56
Maquinaria & instrumentos	49%	20%	0.40
Servicios	46%	25%	0.50
Alimentos	45%	21%	0.42
Ventas Mayoreo & Menudeo	44%	22%	0.44
Manufactura	42%	24%	0.49
Turismo	40%	26%	0.53
Cemento	39%	23%	0.47
Transporte	38%	28%	0.58
Medios	37%	21%	0.43
Finanzas	36%	26%	0.54
Construcción	35%	29%	0.61
Departamental	33%	21%	0.45
Minería & Perforación Petrolera	33%	18%	0.38
Textil	32%	15%	0.32
Papel & Pieles	30%	24%	0.52
Alojamiento & Hospitales	26%	23%	0.52
Promedio	41%	23%	0.48

Fuente: Edgard I. Altman y Vellore M. Kishore, "Financial Analysis Journal", November / December, 1996

Ejemplo de cálculo de la pérdida esperada y no esperada de una línea de crédito

Para visualizar la aplicación práctica de lo expuesto en estos tres incisos del capítulo 2, vamos a calcular a continuación la pérdida esperada y la pérdida no esperada de una línea de crédito a un año de \$100 millones, con una utilización de 40%, concedido a una empresa pública calificada como BBB.

De la tabla de probabilidad incumplimientos, obtenemos que la probabilidad de incumplimiento anual para empresas BBB es 0.22%, la porcentaje usado de la parte no utilizada de la línea de crédito resulta ser 65% según la tabla 2.2.a para una corporación BBB y por último la tasa de recuperación promedio para una empresa pública es, según la tabla 2.3.c, 70% con una desviación estándar de 19%. Con esta información calculamos la pérdida esperada aplicando la fórmula 2.1.n:

$$\begin{aligned}
 EL &= P \times S_M \times E_M && (2.3.10) \\
 &= 0.22\% \times (1-70\%) \times \$100M \times (40\%+60\% \times 65\%) \\
 &= \$0.052M = \$52,00.00
 \end{aligned}$$

Para el cálculo de la pérdida no esperada, asumiendo que los cambios de severidad y de exposición no están correlacionados, se aplica la fórmula 2.1.o:

$$UL = \left[(P - P^2) \times S_M^2 \times E_M^2 + P \times (\sigma_S^2 \times E_M^2 + \sigma_E^2 \times S_M^2 + \sigma_S \times \sigma_E) \right]^{1/2} \quad (2.3.11)$$

En esta fórmula el único dato que o se tiene es el relativo a la desviación estándar de la exposición al incumplimiento " σ_E ". no existen resultados publicados acerca de la desviación estándar de la exposición adicional del incumplimiento de una línea de crédito. Por ello

Marrison, 2002 , propone asumir que esta desviación estándar sigue el mismo patrón que la exposición, esto es, que la desviación estándar de la exposición adicional es aproximadamente la mitad del caso máximo, dada la exposición adicional promedio μ_A :

$$\sigma_A = \frac{(A_M - A_M^2)^{1/2}}{2} \quad (2.3.12)$$

$$= \frac{(0.65 - 0.65^2)^{1/2}}{2} \quad (2.3.13)$$

$$= 0.24$$

La volatilidad de la exposición de incumplimiento de toda la línea de crédito, será igual a la volatilidad de la exposición adicional multiplicada por el monto no usado de la línea:

$$\sigma_E = \sigma_A (1-D) L_{Max} \quad (2.3.14)$$

$$= 0.24 \times (1-40\%) \times \$100M \quad (2.3.15)$$

$$= \$14M$$

Aquí D es el porcentaje ya usado de la línea de crédito y $L_{Máx}$ es el total de la línea de crédito. Teniendo ahora ya todos los elementos, ya podemos calcular el valor de la pérdida no esperada:

$$UL = \left[(P - P^2) \times S_M^2 \times E_M^2 + P \times (\sigma_S^2 \times E_M^2 + \sigma_E^2 \times S_M^2 + \sigma_S^2 \times \sigma_E^2) \right]^{1/2} \quad (2.3.16)$$

$$P = 0.22\%$$

$$S_M = 1-70\%$$

$$E_M = \$100 \times (40\% + 60\% \times 65\%)$$

$$\sigma_S = 19\%$$

$$\sigma_E = \$14.4 M$$

UL = \$1.335M y la pérdida esperada ya previamente calculada es **EL = 0.052M**

A partir del monto de UL se puede calcular en forma aproximada el capital regulatorio del crédito de \$100M, aplicando la fórmula correspondiente:

2.4.- ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO

Los métodos para estimar la probabilidad de incumplimiento de los clientes se pueden agrupar en cuatro categorías:

- Sistemas de clasificación de expertos
- Modelos de conteo de información contable
- Métodos de conteo del valor de mercado de las acciones
- Métodos de simulación de flujo de efectivo

2.4.1.- Sistemas de clasificación expertos

Este sistema consiste en tres pasos. El primero es definir una escala de categorías o clases para clasificar a los clientes de acuerdo a su calidad crediticia. El segundo paso es decidir a que categoría o clase debe ser asignado cada cliente. El tercero y último paso es analizar los datos históricos de todos clientes de cada categoría y calcular, en base a los resultados que arroje el análisis, su probabilidad de incumplimiento.

La escala de categorías que usan los bancos consta normalmente de 8 categorías, las cuales son:

- 1.- AAA
- 2.- AA
- 3.- A
- 4.- BBB
- 5.- BB
- 6.- B
- 7.- CCC
- 8.- D (Incumplimiento)

La primera categoría está prevista para empresas excepcionalmente fuertes o para individuos cuya probabilidad de incumplimiento es muy pequeña. A medida que se desciende en la escala la probabilidad de incumplimiento aumenta, hasta llegar a la última prevista para las empresas que tienen una probabilidad significativa de incumplir.

Los clientes son asignados a cada categoría de la escala, de acuerdo a la opinión de expertos. Los expertos basan sus opiniones en toda la información que pueden obtener de los clientes, por ejemplo información cuantitativa acerca del balance, tales como los activos totales y la rentabilidad histórica; ellos también reúnen información cualitativa, como por ejemplo el uso que se pretende dar al crédito o cuáles son las estrategias de negocios del cliente para hacerle frente a sus competidores.

La experiencia acumulada a través del tiempo y los conocimientos adquiridos en el análisis repetido de incumplimientos diversos, ha permitido a algunos expertos desarrollar habilidades cuantitativas y cualitativas que les permite intuir los problemas antes de que se presenten. Por ejemplo, una regla no escrita establece que cualquier empresa cuyas ventas sean menores al monto de sus activos, es fuerte candidata para caer en incumplimiento.

Para transacciones individuales de gran tamaño, como grandes créditos corporativos, la opinión de los expertos es indispensable. Sin embargo, mantener expertos dentro de la organización es una tarea costosa, debido a que se requieren muchos años de entrenamiento para formar un grupo de expertos sólido. Por ello algunos bancos usan como alternativa los llamados sistemas expertos. Un sistema experto es una base de datos de reglas y preguntas, que trata de reflejar o reproducir el proceso de decisión de un experto humano. Basado en las respuestas a la serie de preguntas de la base de datos, se toman decisiones o se generan nuevas preguntas, que finalmente producen una calificación de crédito.

Para la banca de menudeo, los bancos utilizan sistemas de análisis cuantitativo automatizado de datos y solamente recurren a la opinión de expertos, cuando los resultados, que arroja el análisis cuantitativo automatizado, son ambiguos.

2.4.2.- Modelos de conteo (scoring) de información contable

Los modelos de conteo cuantitativo de información contable busca tomar sus decisiones de clasificación, basándose en características cuantificables de los clientes. Estas características pueden incluir, ocasionalmente, algunas variables subjetivas, tales como la calidad del equipo administrativo de la empresa.

El siguiente cuadro muestra los datos que normalmente se recaban para calificar la calidad crediticia de los clientes de la banca corporativa.

Cuadro 2.4.2.- Información usada para calificar empresas

Tipo de empresa	Rentabilidad
Segmento de cliente o de industria	Rentabilidad histórica
Localización geográfica	Crecimiento anual de la rentabilidad
Antigüedad de la empresa	Crecimiento anual de ventas
Activos totales	Rendimiento / Activo total
Ventas totales	Rendimiento neto / costos
Capital contable total	
	Datos de mercado
Razones financieras	Calificación crediticia externa
Capital contable / activo total	Precio de la acción
Pasivo total / Capital contable	Volatilidad del precio de la acción
Capital de trabajo / Pasivo total	
Cuentas por pagar / Pasivo total	Instalaciones
Pasivo largo plazo / Pasivo total	Tipo de instalaciones
Ventas / activo total	Tamaño de las instalaciones
	Tipo de garantías

Fuente: Marrison, 2002

Adicionalmente a los datos consignados en el cuadro anterior, también es necesario reunir información acerca de las ocasiones en las cuales el cliente omite hacer un pago, cae en incumplimiento o quiebra. Esto con el objeto de asociar las características de los clientes con su comportamiento crediticio. En caso de incumplimiento de una empresa se debe de registrar los datos de su balance, así como la recuperación que se llegue a tener del monto afectado por el incumplimiento, y también la cronología de los sucesos, con sus respectivos gastos administrativos. Entre más detallada y abundante sea la información que se recolecte mejor serán los modelos que asocien las características de la empresas con sus probabilidades de incumplimiento.

Las variables que se usen en los modelos deben seleccionarse de manera que se muevan dentro de ciertos rangos finitos. Así por ejemplo, es mejor usar como variable la razón de capital contable sobre activos a activos sobre capital contable, ya que si el capital contable llegara a tender a cero, la razón tendería a infinito.

Las variables que se elijan deben ser independientes unas de otras y además, su selección debe limitarse sólo a aquellas, que realmente tengan un alto valor predictivo. Por otra parte, las variables que se elijan, deben tener un carácter intuitivo, por ejemplo, una baja rentabilidad señalaría intuitivamente una alta probabilidad de incumplimiento. Si las variables usadas en el modelo no son intuitivas, entonces el modelo probablemente se comportará deficientemente.

Los modelos de scoring de información contable más comunes son:

- I. Análisis discriminante y
- II. Regresión logística

2.4.2.1.- Análisis discriminante

El análisis discriminante intenta clasificar a los clientes en dos grupos: aquellos que caerán en incumplimiento y aquellos que no caerán en incumplimiento. Para ello asigna a cada cliente una calificación discriminante. Esta calificación es la suma ponderada de los datos del cliente:

$$\text{Calificación discriminante} = \sum_i w_i X_{i,c} \quad (2.4.1.)$$

donde, w_i es la ponderación del dato tipo "i", y X_i es uno de los datos del cliente, que se usan como variables independientes. Los pesos de las ponderaciones de las variables independientes, son seleccionados para maximizar la diferencia entre la calificación discriminante promedio de los clientes que cayeron en incumplimiento, y el promedio de la calificación discriminante de los clientes que no cayeron en incumplimiento. La optimización de la combinación correcta de ponderaciones de las variables independientes, es un proceso muy complejo. La función discriminante más famosa es la llamada Z Score de Altman. Para empresas norteamericanas que cotizan en bolsa que quiebran de las que no quiebran, Altman encontró la siguiente función discriminante:

$$Z = 1.2 X_1 + 1.4 X_2 + 3.3 X_3 + 0.6 X_4 + 1.0 X_5 \quad (2.4.2)$$

donde:

X_1 = Capital de trabajo / Activo total

X_2 = Utilidades retenidas / Activo total

X_3 = UAll / Activo total

X_4 = Valor de mercado del capital contable / Activo total

X_5 = Ventas / Activo total

Este método ha sido adoptado por muchos bancos. Algunos bancos usan la ecuación exactamente como fue creada por Altman, otros bancos utilizan su propia base de datos para crear modelos hechos a la medida de los bancos.

Para obtener la probabilidad de incumplimiento de las puntuaciones, se agrupan las empresas de acuerdo a la puntuación discriminante al principio del año, y después se calcula el porcentaje de las empresas dentro de cada grupo, que cayeron en incumplimiento al final del año.

Los valores típicos de las razones financieras de las empresas quebradas y no quebradas son las siguientes:

Cuadro 2.4.2.1-

	Quiebra	No quiebra
X_1	-6.1%	41.4%
X_{12}	-62.6%	35.5%
X_{13}	-31.8%	15.4%
X_{14}	40%	248%
X_{15}	1.5%	1.9%

Empresas que tuvieran una calificación discriminante inferior a 1.81 era muy probable que quebraran. Y las que tuvieran una calificación superior a 2.99, era muy improbable que no quebraran.

En esta tesis se desarrollará una función discriminante similar a la anterior con información contable de 101 empresas mexicanas.

2.4.2.2.- Regresión logística

La regresión logística es muy similar al análisis discriminante, excepto que este modelo no proporciona una calificación discriminante sino directamente la probabilidad de incumplimiento del cliente. La regresión logística emplea una función logit del tipo:

$$P_c = \frac{1}{1 + e^Y} \quad (2.4.3)$$

Aquí P es la probabilidad de incumplimiento del cliente y “Y” es un número que describe la calidad crediticia del cliente. “Y” es igual a una constante más una suma ponderada de los datos del cliente:

$$Y = w_0 + w_i X_{i,c} \quad (2.4.4)$$

Cuando “Y” es negativa, la probabilidad de incumplimiento es cercana a 100%. Y cuando “Y” es un número positivo, la probabilidad de incumplimiento es cercana a cero.

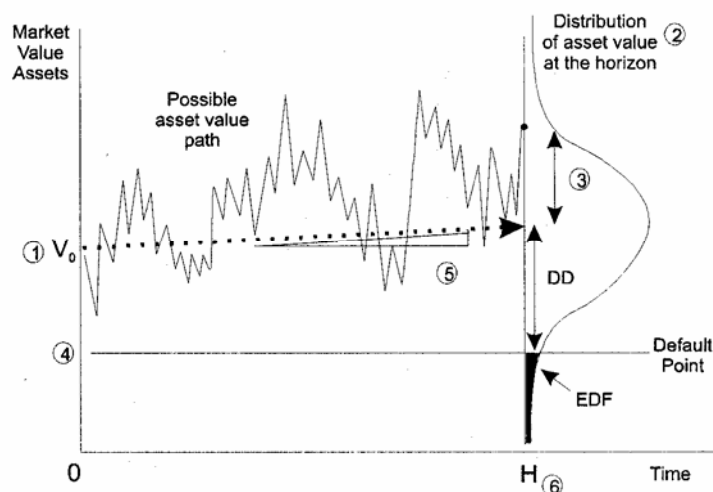
2.4.3.- Métodos de conteo del valor de mercado de las acciones

Este método está basado en el modelo de estructura de capital propuesto por Merton en 1974, el cual consideraba que una empresa caería en incumplimiento cuando el valor de mercado de sus activos disminuyera tanto que llegara a ser menor al valor de sus pasivos, John B. Caouette, Edgard Altman, Paul Narayanan, (1998). La magnitud de la diferencia entre los activos y los pasivos y la volatilidad de los activos determinan la probabilidad de incumplimiento de la empresa. KMV ha desarrollado una base de datos extensa para calcular la distribución de pérdidas relacionadas al incumplimiento y a la migración de la calidad crediticia. El Credit Monitor de KMV calcula una frecuencia de Incumpliendo esperada (EDF) para cada acreditado individual, como una función de la estructura de capital de la empresa, de la volatilidad del retorno de sus activos y del valor de mercado actual de sus activos.

El modelo EDF de KMV determina en tres pasos la probabilidad de incumplimiento de una empresa: en el primer paso, se estima el valor de mercado y la volatilidad de los activos de la empresa a partir del valor de mercado y de la volatilidad de su acción así como del valor de sus pasivos. Es decir, se estima el valor esperado de la empresa a partir de su valor actual. Usando estos dos valores junto con la volatilidad de la empresa, se determina un parámetro que representa el número de desviaciones estándar que separan al valor esperado de los activos de la empresa del punto de incumplimiento (la distancia al incumplimiento). Finalmente se liga cada “distancia al incumplimiento” a una probabilidad de incumplimiento, todo esto basado en la experiencia histórica de incumplimientos de empresas que presentaron las mismas “distancias al incumplimiento” calculadas.

El punto de arranque del modelo KMV es la proposición de que cuando el valor de mercado de los activos de la empresa cae por debajo de un cierto nivel, la empresa caerá en incumplimiento de sus pasivos.

Figura 2.4.1.- Distribución del valor de mercado de los activos según el modelo KMV



Fuente: Risk Management, Michel Crouhy, Dan Galai, Robert Mark, 2001

En la figura anterior el valor de los activos de la empresa, proyectado a una cierta fecha futura dada, tiene una distribución de probabilidad caracterizada por su valor esperado de los activos de la empresa y por la desviación estándar de los activos. El área bajo la distribución debajo de la línea que representa el valor en libros de los pasivos de la empresa es la probabilidad de incumplimiento.

Como se puede observar, el valor de la probabilidad de incumplimiento depende por un lado de la posición que guarde la línea que representa el valor en libros de los pasivos en el diagrama y de la trayectoria de la curva que representa la distribución del valor de mercado del activo. Es decir, que entre más elevados sean los pasivos y más platicúrtica sea la distribución de los activos de la empresa mayor será la probabilidad de incumplimiento.

A continuación se describe en forma detallada el método para implementar los pasos descritos líneas arriba para obtener una estimación empírica de la probabilidad de incumplimiento.

Para una empresa que cotiza en bolsa se puede observar directamente el valor de mercado de su capital. Utilizando el enfoque de opciones de Black & Scholz el valor de mercado del capital de la empresa se puede expresar como el valor de una opción de compra, como sigue:

Valor de mercado del capital = f(valor e libros del pasivo, valor de mercado del activo, volatilidad del activo, plazo de ejercicio de la opción)

Es decir:

$$E = V * N(d_1) - D * (e^{-r * t}) * N(d_1 - \sigma * t^{0.5}) \quad (2.4.5)$$

Donde:

E = Valor de mercado del capital de la empresa (que es el valor de la opción de compra)

D = valor en libros del pasivo (valor de ejercicio de la opción de compra)

V = Valor de mercado del activo

t = plazo para amortizar el pasivo

r = tasa de interés libre de riesgo

s = desviación estándar (volatilidad) del valor de mercado del activo

$N(d_1)$ = distribución normal acumulada hasta d_1

$N(d_2)$ = distribución normal acumulada hasta d_2

$$d_1 = (\ln (V/D) + (r + 0.5 \sigma_a^2) t) / \sigma_a t^{0.5} \quad (2.4.6)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_a t^{0.5} \quad (2.4.7)$$

en la ecuación (1) hay dos incógnitas: el valor de mercado del activo (V) y la volatilidad del valor del activo (σ_a). Sin embargo es posible derivar otra ecuación de la ecuación (1), dado que el capital es una opción sobre los activos, la volatilidad del capital es también una función del valor de los activos V y de la volatilidad σ_a de los activos. Por ello en base a Black & Scholes, la volatilidad puede ser calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_e = (N(d_1) V \sigma_a) / E \quad (2.4.8)$$

En las ecuaciones (1) y (4) las variables conocidas son el valor de mercado del capital E, la volatilidad del valor de mercado del capital (σ_e , estimada de datos históricos), el valor en libros del pasivo y el plazo de la opción. Las dos incógnitas son el valor de mercado del activo (V) y la volatilidad del activo (σ_a). debido a que tenemos dos ecuaciones con dos incógnitas, se puede encontrar una solución. Esto completaría el primer paso.

En el siguiente paso, se determina el valor esperado del activo en la fecha de amortización del pasivo y el punto de incumplimiento.

Como se mencionó anteriormente la empresa caería en incumplimiento cuando su valor de mercado disminuyera hasta llegar a ser igual al valor de sus pasivos. En este punto, su valor únicamente alcanzaría para saldar sus deudas. Basado en análisis empírico de incumplimientos, KMV ha encontrado que el punto más frecuente de incumplimiento ocurre cuando el valor de la empresa llega a ser igual al valor de su pasivo a corto plazo más 50% de su pasivo a largo plazo.

Habiendo determinado el valor del activo de la empresa en la fecha de amortización del pasivo así como habiendo determinado el punto de incumpliendo, KMV determina que tanto debe de disminuir el valor de mercado de los activos de la empresa para que llegue a su nivel de incumplimiento. Por ejemplo, si el valor de los activos de una empresa dentro de un año fuera igual a 100, y su punto de incumplimiento fuera 25, entonces una caída de 75% en el valor mercado de sus activos, llevaría a la empresa a su punto de incumplimiento. La probabilidad de una caída de 75% depende de la volatilidad de la empresa. Dividiendo el porcentaje de caída entre la volatilidad se calcula el número de desviaciones estándar que separan a la empresa de su punto de incumplimiento. Así por ejemplo, si la volatilidad es de 15% por año, entonces una caída de 75% significaría que la empresa se encuentra a 5 desviaciones estándar de su punto de incumplimiento.

El número de desviaciones estándar que el valor de mercado del activo debe de caer para alcanzar el punto de incumplimiento se denomina distancia al incumplimiento. Matemáticamente se puede expresar como sigue:

$$\text{Distancia del incumplimiento} = \frac{\text{valor de mercado esperado del activo} - \text{punto de incumplimiento}}{\text{Valor de mercado esperado del activo} \times \text{volatilidad del activo}}$$

Un aspecto básico en el enfoque de KMV es que toda la información relevante para determinar el riesgo de incumplimiento está contenida en el valor de mercado esperado del activo, en el punto de incumplimiento y en la volatilidad del activo.

Para inferir la frecuencia de incumplimiento a partir de las distancias de incumplimiento KMV usa experiencia histórica de incumplimientos para determinar la frecuencia de incumplimiento esperada como función de las distancias de incumplimiento. Se plantea el problema de la siguiente manera: de todas las empresas con 4.3 desviaciones estándar del incumplimiento (por ejemplo) ¿Cuántas realmente incumplieron en un año?

Es decir, primero clasifica a las empresas que tiene en su base de datos de acuerdo a sus respectivas distancias de incumplimiento y después observa cuántas empresas de cada grupo incumplieron en un año (por ejemplo) para en base a esta información determinar la frecuencia de incumplimiento para cada grupo diferente.

Para mayor claridad acerca de este tema vamos a calcular a continuación, como ejemplo, la distancia de incumplimiento de la empresa Alfa. Los datos básicos de la empresa ALFA al 31 de diciembre de 2004 son los siguientes:

Activo	\$MN 93,424,415,000	Pasivo a CP	\$MN 18,803,155,000
		Pasivo a LP	\$MN 33,170,383,000
		Pasivo Total	\$MN 51,973,538,000
		Capital contable	\$MN 41,450,877,000
Total	\$MN 93,424,415,000	Total	\$MN 93,424,415,000

Precio por acción al 31.12.04	Número de acciones	Capital bursátil
\$MN 56.9995	580,549,000	\$MN 33,091,000,000

Volatilidad de la acción σ_e	0.396173
Tasa libre de riesgo	7%
Plazo de amort. de pasivos	3 años

Recordando las fórmulas del modelo:

$$\text{Capital Bursátil} = \text{Call} = V * N(d_1) - D * (e^{-r * t}) * N(d_1 - \sigma_a * t^{1/2}) \quad (2.4.9)$$

$$\sigma_e = (N(d_1) V \sigma_a) / E \quad (2.4.10)$$

$$d_1 = (\ln(V/D) + (r + 0.5 \sigma_a^2) t) / \sigma_a t^{0.5} \quad (2.4.11)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_a t^{0.5} \quad (2.4.12)$$

Paso 1.- Sustituir en las ecuaciones los valores conocidos y despejar V:

r	σ_a^2	σ_a	t	σ_e	(2.4.13)
0.07	0.1681	0.41	3	0.396173696	(2.4.14)

$$V / D = 1.798 \quad e^{(r * t)} = 1.233678057 \quad (2.4.15)$$

$$\sigma_a^2 = 0.1681 \quad d_1 = 3.601374 \quad (2.4.16)$$

$$\ln(V / X) = 0.58642 \quad d_2 = 2.891233 \quad (2.4.17)$$

$$t^{0.5} = 1.732050808 \quad N(d_1) = 0.9998 \quad (2.4.18)$$

$$e = 2.7182818 \quad N(d_2) = 0.998 \quad (2.4.19)$$

Para efectos de iniciar el cálculo iterativo se supone inicialmente el valor de la volatilidad de los activos: $\sigma_a = 0.41$

Ecuación 1:

$$V = \frac{\text{Call} + (D / (e^{(r * t)})) * N(d_1 - t^{0.5} * \sigma_a)}{N(d_1)} \quad (2.4.20)$$

Ecuación 2:

$$V = \frac{\sigma_e * \text{Call}}{N(d_1) * \sigma_a} \quad (2.4.21)$$

Paso: Igualar las ecuaciones:

$$\frac{\sigma_e * \text{Call}}{N(d_1) * \sigma_a} = \frac{\text{Call} + (D / (e^{(r * t)})) * N(d_1 - t^{0.5} * \sigma_a)}{N(d_1)} \quad 2.4.22$$

$$\frac{\sigma_e * \text{Call} * N(d_1)}{N(d_1)} = \text{Call} * \sigma_a + (D / (e^{(r * t)})) * \sigma_a * N(d_1 - t^{0.5} * \sigma_a)$$

$$\sigma_e * \text{Call} = \text{Call} * \sigma_a + (D / (e^{(r * t)})) * \sigma_a * N(d_1 - t^{0.5} * \sigma_a)$$

$$0.396173696 \times 33,091,000,000 = 33,091,000,000 \times \sigma_a + (51,973,538,000 / (e^{(0.07 \times 3)})) \times \sigma_a \times N(d_1 - t^{0.5} \times \sigma_a) \quad (2.4.23)$$

$$13,109,783,766 = 33,091,000,000 \times \sigma_a + 44,734,038,790 \times \sigma_a \times N(2.782600 - t^{0.5} \times \sigma_a) \quad (2.4.24)$$

Asignando en esta ecuación sucesivamente diferentes valores a la volatilidad de los activos se encuentra que la volatilidad de los activos que iguala la ecuación es igual a $\sigma_a = 0.17433335$, o sea igual a 17.43 %

$$\sigma_a = 0.17433335$$

$$13,109,784,752 \quad (2.782600 - 1.732050 \sigma_a) = 3.2994201 \quad (2.4.25)$$

$$13,109,783,766 \quad N(2.7826 - 1.732050 \sigma_a) = 0.99951558 \quad (2.4.26)$$

Habiendo calculado el valor de la volatilidad de los activos se calcula de la siguiente ecuación el valor del activo:

$$V = \frac{\sigma_e \times \text{Call}}{N(d_1) \times \sigma_a} \quad (2.4.27)$$

$$V = (0.396173696 * \$MN 33,091,000,000) / (0.9998 * 0.17433335) \quad (2.4.29)$$

$$V = \mathbf{75,211,420,972} \quad (2.4.30)$$

$$\text{Call} = V \times N(d_1) - (D / (e^{(r \times t)})) \times N(d_1 - t^{0.5} \times \sigma_a) \quad (2.4.31)$$

$$\text{Call} = 75,211,420,972 \times 0.9998 - (51,973,538,000 / (e^{(0.07 \times 3)})) \times 0.99951558 \quad (2.4.32)$$

$$\text{Call} = \text{Capital bursátil de ALFA} = 33,090,994,345 \quad (2.4.33)$$

$$33,090,994,345 / 33,091,000,000 = 0.999999829108 \quad (2.4.34)$$

Como se puede observar, con un margen de error de prácticamente cero la fórmula de opciones calcula el valor bursátil del capital de ALFA : \$MN 33,090,994,345

Para calcular la distancia de incumplimiento primero tenemos que calcular el punto de incumplimiento:

$$\text{Punto de incumplimiento} = \text{Pasivo de corto plazo} + 50\% \text{ Pasivo de largo plazo} \quad (2.4.35)$$

$$= \$MN 18,803,155,000 + 50\% \times \$MN 33,170,383,000 \quad (2.4.36)$$

$$= \$MN \mathbf{35,388,346,500} \quad (2.4.37)$$

Ahora aplicando la formula:

$$\text{Distancia del incumplimiento} = \frac{\text{valor de mercado esperado del activo} - \text{punto de incumplimiento}}{\text{Valor de mercado esperado del activo} \times \text{volatilidad del activo}}$$

Obtenemos que la distancia de incumplimiento es:

$$\text{Dist. de incumplimiento} = (75,211,420,972 - 35,388,346,500) / (75,211,420,972 \times 0.17433335)$$

$$\mathbf{\text{Distancia de incumplimiento} = 3.0372} \quad (2.4.38)$$

Una vez que se conoce la distancia al incumplimiento se recurre a la base de datos de KMV para determinar la probabilidad de incumplimiento asociada a esa distancia al incumplimiento calculada. Es decir, que en nuestro ejemplo únicamente podemos llegar hasta este punto, ya que para poder determinar la probabilidad asociada necesitaríamos disponer de esa base de datos.

2.4.4.- Método de simulación de flujo de efectivo

Este método es usado en grandes proyectos, tales como la construcción de plantas de generación de energía eléctrica, autopistas de paga, proyectos de telecomunicaciones, etc. el método consiste en crear un modelo de la rentabilidad del proyecto y analizar su sensibilidad a cambios de los factores de riesgo, simulando diferentes escenarios aleatorios. Por ejemplo, suponiendo que se trata del proyecto de la construcción de una refinería de petróleo financiada con dinero de accionistas y con deuda. A grandes rasgos el método de simulación de flujo de efectivo consistiría en crear primero un modelo de la utilidad operativa del proyecto. El segundo paso sería identificar los factores de riesgo del proyecto, que en el ejemplo serían, en forma simplificada, el costo del barril de petróleo crudo, los costos de producción de la planta y el precio de mercado de los productos refinados. En el tercer paso se crearían 1000 escenarios en los cuales los factores de riesgo variarían aleatoriamente y se observaría si la utilidad operativa resultante en cada escenario alcanza para pagar el servicio de la deuda y para obtener utilidades. En el siguiente paso se analizaría en cuantos, de los 1000 escenarios diferentes, el proyecto cayó en incumplimiento, con lo cual se podría calcular la probabilidad de incumplimiento del proyecto.

2.5.- ANÁLISIS DISCRIMINANTE MÚLTIPLE

El análisis discriminante es una de las técnicas estadísticas más apropiadas cuando la variable dependiente es categórica (nominal o no métrica) y las variables independientes son métricas, Hair, Anderson, Tatham and Black, (2004). En muchos casos la variable dependiente consta de dos grupos o clasificaciones, por ejemplo, masculino frente a femenino o alto frente a bajo. En otras situaciones, se incluyen más de dos casos, como en una clasificación de tres grupos que comprenda clasificaciones bajas, medias y altas. El análisis discriminante tiene la capacidad de tratar tanto dos grupos como grupos múltiples (tres o más). Cuando se incluyen dos grupos la técnica se conoce como análisis discriminante de dos grupos. Cuando se identifican tres o más clasificaciones, la técnica es conocida como análisis discriminante múltiple (MDA). La regresión logística también conocida como análisis logit, está restringida en su forma básica a dos grupos, aunque en formulaciones alternativas puede considerar más de dos grupos.

El análisis discriminante implica obtener un valor teórico, es decir, una combinación lineal de dos o más variables independientes que discrimine mejor entre los grupos definidos a priori. La discriminación se lleva a cabo estableciendo las ponderaciones del valor teórico para cada variable de tal forma que maximicen la varianza entre grupos frente a la varianza intragrupos.

La combinación lineal para el análisis discriminante, también conocida como función discriminante, se deriva de una ecuación que adopta la siguiente forma:

$$Z_{jk} = a + W_{1k} X_{1k} + W_{2k} X_{2k} + W_{3k} X_{3k} + \dots + W_n X_{nk} \quad (2.5)$$

donde

Z = puntuación Z discriminante de la función discriminante j para el objeto k

a = constante

W = ponderación discriminante para la variable independiente i

X_{ik} = variable independiente i para el objeto k

El análisis discriminante es la técnica estadística apropiada para contrastar la hipótesis de que las medias de los grupos de un conjunto de variables independientes para dos o más grupos

son iguales. Para realizar esto, el análisis discriminante multiplica cada variable independiente por su correspondiente ponderación y suma estos productos.

El resultado es una única puntuación Z discriminante compuesta para cada individuo o caso en el análisis. Promediando las puntuaciones discriminantes para todos los individuos dentro de un grupo particular, obtenemos la media del grupo. Esta media del grupo es conocida como centroide. Cuando el análisis engloba dos grupos, existen dos centroides; con tres grupos, hay tres centroides, y así sucesivamente. Los centroides indican la situación más común de cualquier individuo o caso de un determinado grupo, y una comparación de centroides de los grupos muestra los apartados que se encuentran los grupos a lo largo de la dimensión que se está contrastando.

El contraste para la significación estadística de la función discriminante es una medida generalizada de la distancia entre los centroides de los grupos. Se calcula comparando las distribuciones de las puntuaciones discriminantes para los grupos. Si el traslape en la distribución es pequeño, la función discriminante separa bien los grupos. Si el traslape es grande, la función es un mal discriminador entre los grupos.

Las distribuciones de las puntuaciones discriminantes mostradas en la figura 2.2 ilustran mejor este concepto. El diagrama de arriba representa la distribución de puntuaciones discriminantes para una función que separa bien los grupos, mientras que el diagrama de abajo muestra la distribución de puntuaciones discriminantes de una función que es un discriminador relativamente malo entre los grupos A y B. las áreas sombreadas representan la probabilidad de clasificar erróneamente objetos del grupo A del B.

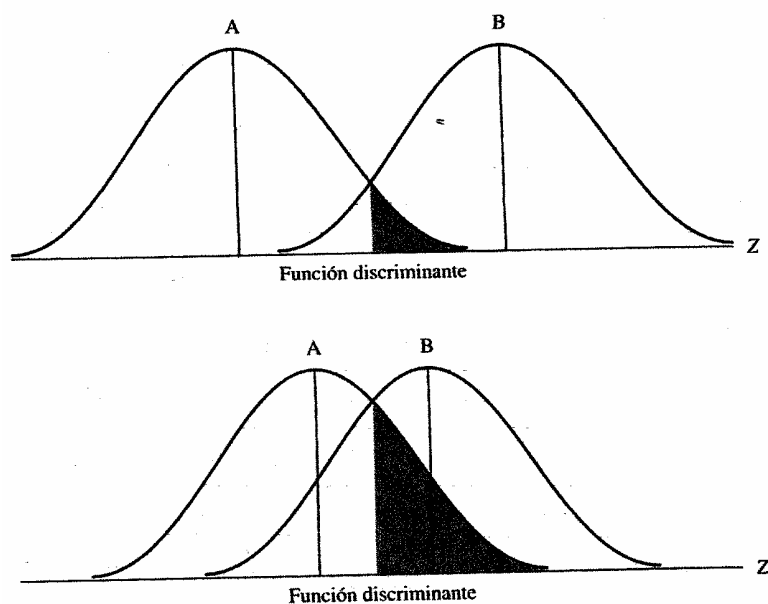


Figura. 2.5.1.- Distribución de probabilidades de las puntuaciones de una función discriminante de dos grupos. Fuente: Análisis Multivariante, Hair, Anderson, Tatham and Black, (2004)

En esencia el análisis discriminante es un procedimiento que permite modelar paso a paso una ecuación lineal discriminante como la (2.5), en forma tal que en cada paso se vaya incrementando la varianza entre grupos frente a la varianza intragrupos y paralelamente vaya incrementando la separación entre las medias (centroides) de los grupos de puntuación discriminante hasta llegar a un límite, que estadísticamente ya no se puede rebasar.

El modelado paso a paso consiste en meter o sacar variables independientes y en modificar los coeficientes de la ecuación lineal discriminante, en un proceso iterativo que permite medir si la varianza entre grupos crece o disminuye con cada cambio.

Para medir los cambios de varianza se utiliza comúnmente estadísticos de prueba como la F de Fischer o la Lambda de Wilks (λ). Como ya se sabe, cuando F aumenta y λ disminuye, aumentan la varianza entre grupos y la diferencia entre las medias de los grupos.

La base del proceso iterativo de prueba y ajuste es el análisis de varianza en una sola dirección de una muestra aleatoria de observaciones dividida en varios grupos como la que se muestra a continuación:

Cuadro 2.2.- k muestras aleatorias

	GRUPOS				
	1	2	i	k	
	y_{11} y_{12} y_{1n}	y_{21} y_{22} y_{2n}	y_{i1} y_{i2} y_{in}	y_{k1} y_{k2} y_{kn}	
Total	T_1	T_2	T_i	T_k	T
Media	μ_1	μ_2	μ_i	μ_k	μ

Cada elemento de esta matriz y representa una observación de la muestra y cada columna representa a uno de los grupos entre los cuales se ha dividido la muestra.

El objeto del análisis de varianza es probar las hipótesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k, \tag{2.5.1}$$

H_1 : al menos dos de las medias no son iguales.

Por otra parte cada observación de la matriz de muestras puede escribirse en la forma:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \tag{2.5.2}$$

Donde μ es justamente la **gran media** de todas las μ_i 's; esto es,

$$\mu = \left(\sum_{i=1}^k \mu_i \right) / k \tag{2.5.3}$$

y α_i representa el efecto de variabilidad entre grupos (variación sistemática) y ε_{ij} la variabilidad dentro de cada grupo (variación aleatoria o error).

Por lo tanto la hipótesis nula de que las medias de la población k son iguales contra la alternativa de que al menos dos de las medias son diferentes puede ahora reemplazarse por las hipótesis equivalentes

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0, \tag{2.5.4}$$

$$H_1 : \text{al menos una de las } \alpha_i \text{ no es igual cero.} \tag{2.5.6}$$

La prueba para demostrar que la hipótesis nula es cierta o no, se basa en la comparación de dos estimaciones independientes de la varianza poblacional común σ^2 , Murray R. Spiegel (1991).

Una estimación de σ^2 , basada en k-1 grados de libertad la da la expresión

Cuadrado medio del tratamiento

$$S_1^2 = SSA / (k-1)$$

(2.5.7)

donde el valor esperado de SSA es:

$$E(SSA) = (k-1)\sigma^2 + n \sum_{i=1}^k \alpha_i^2 \quad (2.5.8)$$

y de SSA:

$$SSA = n \sum_{i=1}^k (\mu_i - \mu)^2 = \text{suma de cuadrados entre grupos} \quad (2.5.9)$$

Si H_0 es verdadera y entonces cada α_i es igual a cero, se ve que :

$$E(SSA / (k-1)) = \sigma^2 \quad (2.5.10)$$

y que " S_1^2 " es una estimación insesgada de σ^2 .

Sin embargo si H_1 es verdadera, se tiene

$$E(SSA / (k-1)) = \sigma^2 + \left(n \sum_{i=1}^k \alpha_i^2 \right) / (k-1) \quad (2.5.11)$$

y S_1^2 estima a σ^2 más un término adicional, el cual mide la variación debida a los efectos sistemáticos.

Una segunda estimación independiente de, basada en $k(n-1)$ grados de libertad, es la fórmula:

Cuadrado medio del error

$$s^2 = SSE / k(n-1)$$

(2.5.12)

donde

$$E(SSE) = k(n-1)\sigma^2 \quad (2.5.13)$$

y

$$SSE = n \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \mu_i)^2 = \text{suma de cuadrados entre grupos} \quad (2.5.14)$$

es decir, la estimación s^2 es insesgada a pesar de la verdad o falsedad de la hipótesis nula.

Cuando H_0 es verdadera, la razón

$$f = s_1^2 / s^2 \quad (2.5.15)$$

es un valor de la variable aleatoria F teniendo una distribución F con "k-1" y $k(n-1)$ grados de libertad.

Dado que s_1^2 sobrestima σ^2 cuando H_0 es falsa, se tiene una prueba de una sola cola con la región crítica enteramente en la cola derecha de la distribución. La hipótesis nula H_0 se rechaza con el nivel de significancia α cuando:

$$f > f [k-1, k(n-1)] \quad (2.5.16)$$

Los estimadores s^2_1 y s^2 son iguales cuando se cumple la hipótesis nula H_0 . Cuando por lo contrario las medias de las muestras son diferentes y la hipótesis nula no se cumple, entonces el estimador s^2_1 es mayor que el estimador s^2 . Cualquier diferencia entre las medias poblacionales incrementan s^2_1 , y con ello el valor del estadístico de prueba F.

El monitoreo del valor del estadístico de prueba F es lo que permite conducir al proceso de estimación de la ecuación discriminante en la dirección deseada, que no es otra que la de encontrar una combinación de variables independientes y de coeficientes de las mismas, que maximicen el valor de la varianza entre grupos y la separación que existe entre las medias de los grupos, entre los cuales se pretende discriminar, como ya se mencionó anteriormente

El análisis discriminante se puede aplicar a cualquier problema de investigación que tenga por objetivo la comprensión de la pertenencia a un grupo, donde los grupos comprenden individuos (por ejemplo, clientes a no clientes), empresas (por ejemplo, rentables frente a no rentables), productos (por ejemplo, de éxito en ventas frente a fracaso en ventas), o cualquier otro objeto que pueda evaluarse sobre un conjunto de variables independientes.

2.6.- METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS

La presente tesis se plantea básicamente alcanzar el siguiente objetivo:

- 1.- crear un modelo de función discriminante para empresas mexicanas que permita diferenciar entre empresas de alto y empresas de bajo riesgo de crédito

Adicionalmente se desea:

- a.- elaborar una escala de calidad crediticia que permita clasificar a las empresas en diferentes categorías, de acuerdo a los resultados numéricos que arroje la función discriminante,
- b.- calcular una ecuación que permita determinar, en forma aproximada, la probabilidad de incumplimiento de cada empresa analizada, en función de los resultados numéricos que arroje la función discriminante

Para alcanzar estos objetivos se procederá de la siguiente forma:

2.6.1.- Clasificación a priori de las empresas sujetas a análisis

2.6.1.1.- Selección de la muestra principal

La muestra principal se formó con 101 empresas seleccionadas de la lista de las empresas más importantes que publica la revista Expansión. Esta lista incluye a las siguientes empresas que cayeron en incumplimiento en el año de 2003

- Iusacell,
- Corporativo Durango y
- Transportación Marítima Mexicana,

así como a diversas empresas que tuvieron durante los últimos años del período de análisis resultados financieros negativos. Estas empresas son:

- Desc Fomento Industrial
- Vitro
- Savia
- San Luis Corp.
- Parras Cia Ind.
- Hilasal
- Edoardos
- Ece S.A.
- Dixon Ticonderoga
- Corfuerte
- Grupo Acción
- Dermet
- IEM
- Bret
- Gomo Grupo
- Control de Farmacias
- Hogar Consorcio
- Cydsa S.A

La muestra principal contiene, por lo tanto, empresas que de antemano pueden ser catalogadas como de alto riesgo de crédito (3 empresas), empresas que están bajo sospecha de ser de alto riesgo de crédito (18 empresas) y empresas, que en primera instancia parecen ser solventes (80 empresas). El periodo de análisis fue del año 2001 al año de 2005.

2.6.1.2.- Método para la clasificación previa de la muestra principal

Para poder estimar la función discriminante es necesario contar con una base de datos de variables independientes de las empresas que conforman la muestra de análisis, pero ya separadas en forma a priori en los dos grupos, entre los cuales la función discriminante debe ser capaz de diferenciar. Para llevar a cabo esta tarea normalmente se usan bases de datos en las cuales ya se han separado los dos grupos a discriminar, en forma natural. Tal fue el caso de la base de datos utilizada en el estudio del E. Altman de 1978, la cual contenía la información de dos tipos de empresas: empresas que durante el periodo de análisis habían quebrado y empresas que en ese lapso de tiempo no lo habían hecho. Ya que este tipo de bases de datos no existe en nuestro país, o cuando menos no forma parte del acervo de datos de la UNAM, fue necesario crearlo, para realizar la presente tesis.

Para llevar a cabo esta tarea se usará del método de análisis y clasificación de empresas que se conoce bajo las siglas CAMEL. Este método se sustenta en el análisis de razones financieras y de otros parámetros relativos a su desempeño. En esencia el método CAMEL evalúa 5 elementos financieros básicos que explican la calidad y fortaleza de la empresa:

- **Capital** (Capital)
- **Assets** (Activo)
- **Management** (Administración)
- **Earnings** (Rendimiento) y
- **Liquidity** (Liquidez)

El CAMEL por otra parte es un sistema de Ratings de Instituciones Financieras que la Federal Financial Institutions Examination Council de USA, recomendó implementar en 1979 a las agencias bancarias norteamericanas para evaluar la situación y la entereza en que se encontraban las instituciones financieras, para tener una base uniforme de medición que ayudara a identificar, oportunamente, a aquellas instituciones que requirieran atención especial y a aquellas que necesitaran ayuda financiera, y con esto brindar dicha ayuda antes de que las instituciones cayeran en la bancarrota y se perdiera el dinero del público inversionista.

Como se desprende del párrafo anterior el CAMEL es una herramienta de carácter preventivo que permite monitorear permanentemente el desempeño de las instituciones bancarias y el estado de salud que guardan sus finanzas. Es decir el CAMEL es un sistema que se diseñó básicamente para supervisar preventivamente la operación de instituciones financieras.

A efecto de que el método pudiera ser aplicado también al análisis de instituciones no financieras, fue necesario hacerle algunas adecuaciones, quedando los cinco elementos financieros o factores en que se basa el análisis de la fortaleza o debilidad financiera de las empresas como sigue:

- C** Cobertura de intereses y de deuda
- A:** Apalancamiento, Actividad
- M:** Crecimiento y Tamaño
- E:** Rendimiento
- L:** Liquidez

Las razones financieras que se utilizaron para evaluar cada uno de los factores de riesgo antes citados son las que utilizó Moodys Investors Service (2001) para estimar la probabilidad de incumplimiento de empresas mexicanas. Estas razones son las siguientes:

- Cobertura

La metodología moderna de análisis de crédito está basada fundamentalmente en la estimación de la capacidad de la compañía de generar efectivo y su predictibilidad. Las razones más importantes para tomar los flujos de efectivo como parte fundamental de la calidad crediticia, son las siguientes:

- El repago de la deuda se realiza en efectivo y no de los beneficios que son conceptos contables,
- Los flujos de efectivo son hechos constatables, mientras que los beneficios son susceptibles de manipulación,
- Los flujos de efectivo miden la eficiencia de la compañía en todo el proceso de transformación de activos, desde que entra la materia prima, se fabrica el producto terminado, se vende y se cobran los resultados de la venta,
- La predictibilidad de la generación de efectivo es una característica fundamental del flujo de efectivo a determinar, pues si la volatilidad o incertidumbre es grande, es más probable que se agote por cambios en el ciclo económico resultando en un incumplimiento.

Las razones de generación de efectivo más importante que miden la solvencia o sea la capacidad de hacer frente a las obligaciones financieras, son:

COBERTURA DE DEUDA: $\frac{(\text{RESULTADO OPERATIVO})}{\text{GASTO FINANCIERO}}$ Mide la capacidad de hacer frente los pagos de intereses que proviene de la fuente principal de efectivo

COBERTURA DE INTERESES $\frac{\text{PASIVO A CORTO PLAZO}}{\text{EFECTIVO + INV. A C.P.}}$ Mide la capacidad de la compañía de generar flujo de efectivo para hacer frente al servicio de la deuda de corto plazo

- Apalancamiento

El nivel de apalancamiento da una visión sobre la sensibilidad de los resultados de la compañía a cambios en las variables de su entorno de negocio, tales como tasas de interés, tipo de cambio, disminución de las ventas etc. Un aumento de las tasas de interés o disminución de las ventas pueden reducir el nivel de cobertura de intereses de la compañía; pérdidas ocasionadas por daños ecológicos, costos de reestructuración, pérdida de valor de los activos, etc. Llevarán a que la compañía adquiera obligaciones de manera inesperada o a que el valor de liquidación de la compañía sea menor. Es por ello por lo que la estructura de capital o sea el nivel de apalancamiento de la compañía es importante a la hora de estimar su viabilidad a largo plazo.

Para esta tesis el nivel de apalancamiento se medirá de la siguiente manera:

APALANCAMIENTO FINANCIERO $\frac{\text{PASIVO TOTAL + U. RETENIDAS :}}{\text{ACTIVO TOTAL - ACTIVO FIJO}}$

- Actividad

Las razones de actividad calculan la efectividad o rapidez con la cual se realizan las diferentes operaciones que involucran la compra, venta y cobro de bienes y servicios. Para medir la actividad de la empresa se eligió la razón financiera

$\frac{\text{INVENTARIOS + CUENTAS POR COBRAR}}{\text{COSTO DE VENTAS}}$

ya que mantener inventarios y cuentas por cobrar es costoso además de que implica un riesgo operativo. Por otra parte es un hecho que altos niveles de inventario y de cuentas por cobrar implican altos niveles de riesgo para la compañía y de esa manera una probabilidad mayor de incumplimiento. Por lo tanto se espera que entre más alta sea la razón de “inventarios más cuentas por cobrar a costos de ventas” de una empresa mayor será la probabilidad de que esta empresa incumpla con mayor frecuencia.

- Crecimiento

Para una empresa además de poder ser rentable, solvente y tener bajos niveles de apalancamiento también es importante poder mostrar a los inversionistas y a las instituciones financieras que no es una empresa estática sino que está creciendo al ritmo que crece el mercado. Una empresa que muestra bajas tasas o tasas negativas de crecimiento indicaría generalmente que está perdiendo mercado o que está siendo forzada a reducir sus precios. Para medir la capacidad de crecimiento de las empresas se eligió la razón:

$$\frac{\text{VENTAS DEL AÑO EN CURSO}}{\text{VENTAS DEL AÑO ANTERIOR}} - 1$$

- Tamaño

El tamaño de las empresas está ligado a la volatilidad, en el sentido de que empresas pequeñas frecuentemente están menos diversificadas y carecen de administradores eficientes, lo cual implica que son más susceptibles a riesgos no sistemáticos (idiosincrásicos). El tamaño de la empresa estará correlacionado negativamente con la probabilidad de incumplimiento. Para economías inflacionarias la parte circulante de los activos resulta ser importante, se usa el valor del activo circulante como medida de este factor

$$\text{TAM} = \text{ACTIVO TOTAL} - \text{ACTIVO FIJO}$$

De modo que entre mejor sea esta razón menor será la probabilidad de que la empresa incumpla.

- Rendimiento

Una de las características más importantes para la protección de los acreedores es la rentabilidad o la capacidad del deudor de generar utilidades. Mientras mayor sea la rentabilidad mayor será la capacidad interna de generar recursos, de atraer capital externo o enfrentar adversidades del negocio, y la calidad crediticia a largo plazo será más alta.

Para medir la utilidad sobre una base consistente, se debe prestar especial atención a las utilidades de operación. Los márgenes de utilidad por operación nos presentan la protección que las operaciones de la compañía generarán para afrontar obligaciones financieras, o superar las adversidades del negocio.

Para medir la rentabilidad de una compañía se eligió en el análisis la definición estándar de rentabilidad, es decir:

$$\frac{\text{RESULTADO BRUTO}}{\text{ACTIVO TOTAL}}$$

El rendimiento obtenido por la compañía en relación a los activos totales nos permite tener entre otras cosas una visión acerca del grado de eficiencia con el cual la dirección de la empresa está utilizando los activos así como acerca de la manera con la cual la compañía está generando utilidades para renovar sus activos.

- Liquidez

La liquidez del balance refleja la capacidad de hacer frente a los compromisos financieros a corto plazo de la empresa. Si la compañía tiene una constante falta de liquidez podría significar

que la compañía no está financiando adecuadamente sus activos circulantes y que esta situación puede afectar al financiamiento a largo plazo. Para medir la liquidez de las empresas se usó en el presente análisis la siguiente relación:

$$\frac{\text{EFECTIVO+INVERSIONES A CP}}{\text{ACTIVO TOTAL}}$$

La experiencia ha mostrado que empresas con bajos niveles de flujo operativo respecto a sus respectivos activos totales son las que con mayor frecuencia incurren en incumplimiento.

2.6.1.3.- Ponderación de las variables independientes

Para realizar el análisis CAMEL se usaron inicialmente los mismos valores que utilizó Moodys en su análisis del año 2001. Sin embargo estos valores se tuvieron que ajustar paulatinamente, debido a que en base a estos valores los resultados obtenidos no eran coherentes. Después de varias corridas y ajustes estos factores de ponderación quedaron como sigue:

Cuadro 2.6.1.- Lista de razones financieras del CAMEL modificado

CAMEL (modificado)	VARIABLES		PONDERACIÓN INDIVIDUAL
	RAZON	INTERPRETACIÓN	
C (COBERTURA)	COBERTURA DE DEUDA: $\frac{(\text{RESULTADO OPERATIVO})}{\text{GASTO FINANCIERO}}$	ES DE MEJOR CALIDAD MIENTRAS MAS GRANDE SEA	28 %
	COBERTURA DE INTERESES $\frac{(\text{PASIVO A CORTO PLAZO})}{\text{EFECTIVO E INVERSIONES A CP}}$	ES DE MEJOR CALIDAD MIENTRAS MENOR SEA	5 %
A (APALANCAMIENTO, ACTIVIDAD)	APALANCAMIENTO FINANCIERO $\frac{\text{PASIVO TOTAL} + \text{UTIL. RETENID.}}{\text{ACTIVO TOTAL} - \text{ACTIVO FIJO}}$	ES DE MEJOR CALIDAD MIENTRAS MENOR SEA	8 %
	ACTIVIDAD $\frac{\text{EXISTENCIAS} + \text{C X C}}{\text{COSTO DE VENTAS}}$	ES DE MEJOR CALIDAD MIENTRAS MENOR SEA	14 %
M (CRECIMIENTO TAMAÑO)	CRECIMIENTO $\frac{\text{VTAS DEL AÑO}}{\text{VTAS. DEL AÑO ANT}} - 1$	ES DE MEJOR CALIDAD MIENTRAS MAS GRANDE SEA	9 %
	TAMAÑO ACTIVO TOTAL – ACTIVO FIJO	ES DE MEJOR CALIDAD MIENTRAS MAS GRANDE SEA	14 %
E	RENDIMIENTO DE LOS ACTIVOS $\frac{\text{RESULTADO BRUTO}}{\text{ACTIVO TOTAL}}$	ES DE MEJOR CALIDAD MIENTRAS MAS GRANDE SEA	17 %
L	$\frac{\text{EFECTIVO E INVERSIONES A CP}}{\text{ACTIVO TOTAL}}$	ES DE MEJOR CALIDAD MIENTRAS MAS GRANDE SEA	5 %
TOTAL GLOBAL			100%

2.6.1.4.- Captura de datos de la muestra principal y cálculo de las razones financieras (variables independientes)

Se capturaran en una tabla para cada empresa y para cada año del periodo de análisis, los datos correspondientes de sus respectivos balances y estados de resultados que se requieren

para calcular cada una de las razones financieras consignados en el cuadro anterior. Para cada razón financiera se calculará la mediana de la razón financiera en el periodo analizado (de 2001 al 2005). Un ejemplo de esta captura se muestra únicamente en forma ilustrativa en el siguiente cuadro. La fuente de la información financiera utilizada, fue la base de datos financieros Económica, de la que se dispone en la UNAM.

Cuadro 2.6.2.- Captura de datos y cálculo de las variables independientes

Empresa X	1	2	.....	5	Mediana
UTILIDADES RETENIDAS (UR)	1,753	2,880	5,815	6,216	2,490
PASIVO CORTO PLAZO (PCP)	2,044	1,944	2,388	1,830	1,792
PASIVO TOTAL (PT)	648	576	608	391	461
.....
FREE OPERAT. CASH FLOW (FOCF)	1,627	2,067	3,007	4,789	1,695

COBERTURA

EBITDA / GF	7.25	5.34	75.92	7.32	16.65
PCP/ FOCF	5.81	3.79	60.14	10.33	14.91

APALANCAMIENTO, ACTIVIDAD, CRECIMIENTO

(PT + UR) / AT	1.41	1.01	0.73	0.72	1.98
INV / CV	0.50	0.59	0.37	0.39	0.55
$(V_N / V_{(N-1)}) - 1$	0.57	0.70	1.08	1.59	0.64

2.6.1.5- Cálculo de los percentiles máximos y mínimos

En base a los datos registrados para cada razón financiera de cada empresa se calculan los percentiles máximo y mínimo 95% y 15%, como límite máximo (piso) y mínimo (techo) de la muestra analizada, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.6.3.- Cálculo de los percentiles máximo y mínimo

Variable independiente		EMPRESAS									PERCENTIL	
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	.....	.....	.....	X _N	Mediana	85%	15%
											MAX	MIN
COBERTURA												
EBITDA / GF	C	0.99	2.18	13.86	15.02	16.19	12.57	3.27	10.7	11.2	14.32	2.58
PCP / FOCF	D	1.18	0.79	10.43	13.06	18.59	15.32	6.18	9.6	12.5	13.96	3.39
APALANCAMIENTO, ACTIVIDAD, CRECIMIENTO												
(PT + UR) / AT	D	0.14	16.37	0.37	1.98	0.15	0.05	2.65	0.07	4.13	3.24	0.11
INV / CV	D	1.81	0.49	0.09	0.55	0.17	0.09	0.12	0.22	0.26	1.01	0.11
$(V_N / V_{(N-1)}) - 1$	C	0.78	0.07	4.69	0.60	10.37	15.32	7.08	7.5	7.55	8.68	0.71

2.6.1.6.- Estandarización de las variables independientes de acuerdo a su tendencia

Se dice que una razón financiera es de tendencia creciente cuando su calidad está en función de su magnitud, es decir de que entre mayor sea la magnitud de la razón mejor será su calidad.

Lo contrario se presenta cuando las razones financieras son de tendencia decreciente, ya que en este caso su calidad es inversamente proporcional a su magnitud. Es decir que entre mayor sea su magnitud menor será su calidad.

Para calcular el valor estandarizado de cada una de las razones de la tabla consignada en el punto anterior se utilizan las siguientes fórmulas:

Tendencia creciente :	$(\text{creciente}) = \frac{Y - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$
Tendencia decreciente :	$(\text{decreciente}) = \frac{Y_{\min} - Y}{Y_{\max} - Y_{\min}}$

Donde Y representa el valor de cada razón financiera, Ymax representa su techo y Ymin su piso. Aplicando estas fórmulas a los datos del cuadro 2.6.3, se obtienen los valores estandarizados de la base de datos, tal y como se ilustra en el cuadro 2.6.4 siguiente:

Cuadro 2.6.4.- Estandarización de variables

											PERCENTIL	
											85%	15%
RATING		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	.....	.....	.....	X _N	PROMEDIO	MAX	MIN
COBERTURA												
EBITDA / GF	C	0.00	0.00	0.96	1.00	1.00	0.85	0.06	0.69	0.73	14.32	2.58
PCP / FOCF	D	0.00	0.00	0.67	0.91	1.00	1.00	0.26	0.59	0.86	13.96	3.39
APALANCAMIENTO, ACTIVIDAD, CRECIMIENTO												

Cuadro 2.6.4.- Estandarización de variables (continuación)

											PERCENTIL	
											85%	15%
RATING		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	.....	.....	.....	X _N	PROMEDIO	MAX	MIN
(PT +UR) / AT	D	0.99	0.00	0.92	0.40	0.99	1.00	0.19	1.00	0.00	3.24	0.11
INV / CV	D	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	0.11
(V _N / V _(N-1)) - 1	C	0.01	0.00	0.50	0.00	1.00	1.00	0.80	0.85	0.86	8.68	0.71

Cuando una calificación rebasa el máximo valor se convierte en un 1 y cuando rebasa el mínimo se convierte en un cero.

2.6.1.7.- Cálculo de calificación de calidad crediticia “CCC”

Una vez que se han estandarizado (Rating) las razones financieras de cada empresa, a efecto de que sean homogéneas y se puedan sumar y restar, se procede a ponderar cada una de ellas aplicando los factores que se mencionan en el cuadro 2.6.1. El resultado de este paso se consigna en el cuadro 2.6.5 siguiente:

Cuadro 2.6.5.- Cálculo de la calificación de calidad crediticia

PRICING		POND.	EMPRESAS								PROMEDIO
			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	.....	.....	.....	X _N	
COBERTURA											
UTIL. BRUTA/ GF	C	0.15	0.0000	0.0000	0.06	0.06	0.06	0.05	0.00	0.04	0.04
NOTAS CP / EFECT	D	0.25	0.0000	0.0000	0.0400	0.0549	0.0600	0.0600	0.0158	0.0353	0.0517
APALANCAMIENTO,											
(PT +UR) / AT	D	0.08	0.0594	0.0000	0.0550	0.0242	0.0592	0.0600	0.0113	0.0600	0.0000
ACTIVIDAD,											
INV / CV	D	0.14	0.0000	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600	0.0600
CRECIMIENTO											
(V _N / V _(N-1)) - 1	C	0.09	0.0005	0.0000	0.0300	0.0000	0.0600	0.0600	0.0480	0.0511	0.0515
TAMAÑO											
AT - AF	D	0.05	0.0042	0.0000	0.0167	0.0167	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0000
EARNINGS											
U. BRUTA / AT	C	0.15	0.0975	0.0000	0.1300	0.1300	0.0975	0.1300	0.0975	0.0975	0.1300
LIQUIDEZ											
EFFECTIVO / AT	C	0.09	0.0108	0.0093	0.0400	0.0086	0.0336	0.0400	0.0004	0.0000	0.0042

CCC _>>>>

0.3959	0.1263	0.7736	0.7332	0.8254	0.9371	0.3470	0.6764	0.6812
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

2.6.1.8.- Definición de la línea de separación entre las empresas de alto y bajo riesgo de crédito

Una vez que se tienen las calificaciones de calidad crediticia de todas las empresas, se ordenan en forma descendente, colocando en el primer renglón a la empresa que obtuvo la más alta calificación y en el último renglón a la empresa que obtuvo la peor nota. Ya que la muestra de análisis contiene una serie de empresas que de antemano sabemos que son de mala calidad crediticia, al ordenarlas estas automáticamente nos indicarán la línea fronteriza entre las empresas de alto y bajo riesgo de crédito. Por ejemplo si las tres empresas que cayeron en incumplimiento ocuparan las posiciones 69, 73 y 79, entonces la línea divisoria entre buenas y malas sería la posición 68 de la tabla. Es decir que las empresas que hayan quedado ordenadas de la posición 69 hacia abajo serán de alto riesgo de crédito y las que hayan quedado de la posición 69 hacia arriba serán empresas de bajo riesgo de crédito.

Cuadro 2.6.6.- Línea de separación entre empresas de alto y bajo riesgo de crédito

	RF ₁	RF ₂	RF ₃	RF ₃	CCC	
Empresa 1	CCC ₁	AAA
Empresa 2	CCC ₂	
Empresa 3	CCC ₃	A
Empresa 4	CCC ₄	
...	
...	BBB
<hr style="border-top: 1px dashed red;"/>						
...	
...	CCC
...	
Empresa _n					CCC _n	

2.6.1.9.- Prueba de homogeneidad de los grupos de alto y bajo riesgo de crédito

Después de haber identificado a las empresas de alto y bajo riesgo de crédito en la muestra principal, el siguiente paso es someter a esta muestra a la prueba, le aplicamos la prueba de Scheffe, Bienvenido Visauta Vinacua (2002), para determinar si los dos subgrupos en que se ha dividido la muestra principal son, efectivamente, estadísticamente diferentes. El detalle de esta prueba se explica en el inciso 5.2.f del capítulo cinco.

2.6.2.- Estimación de la función discriminante en base a la muestra de análisis

2.6.2.1.- División de la muestra de análisis en muestra principal y muestra de validación

Una vez que ya se han definido los dos subgrupos de la muestra principal, que la función discriminante deberá ser capaz de diferenciar estadísticamente, el siguiente paso es dividir la muestra principal en dos submuestras:

- ❖ muestra de análisis y
- ❖ muestra de validación

La submuestra de análisis se utilizará para estimar la función discriminante y la submuestra de validación se usará, como su nombre lo indica, para validar a la función discriminante. En el capítulo 5 se explicará en detalle como se divide la muestra, y que recomendaciones se deben observar acerca de los límites de tamaño, que deberán cumplir cada una de las submuestras.

2.6.2.2.- Verificación de la normalidad de los datos de la muestra de análisis y/o transformación de los mismos, en caso de requerirse

Ya que uno de los requisitos para poder estimar adecuadamente la función discriminante, es que las variables independientes deben tener una distribución normal, es necesario someterlas a la prueba de Kolmogorow – Smirnow, o bien someterlos a transformaciones adecuadas, para cumplir con el requisito de la normalidad. Más detalles al respecto se consignarán en el inciso 5.4 del capítulo cinco.

2.6.2.3.- Estimación de la función discriminante

Habiendo comprobado que las variables independientes siguen una distribución normal, se procede a estimar la función discriminante, utilizando para tal fin el paquete de análisis estadístico SPSS. Los detalles al respecto se consignan en el inciso 5.5 del capítulo cinco.

2.6.2.4.- Validación de la función discriminante

Para validar la función discriminante se aplica la misma a la muestra de validación y se predice para cada caso de dicha muestra el grupo al que pertenece y se compara el resultado obtenido contra los grupos reales, determinando el porcentaje de aciertos, o sea su eficiencia predictiva.

2.6.2.5.- Estimación de la escala de clasificación de categorías crediticias

Después de validar la función discriminante se aplica a toda la muestra principal, se calcula el valor de la función discriminante para cada una de las empresas de toda la muestra principal y se ordenan los resultados de manera descendente, colocando en primer lugar a la empresa con el mayor valor de la función discriminante, y en el último lugar a la empresa que obtuvo el menor valor. Después se anota a lado de las empresas de la lista la calificación crediticia, que hubieran recibido de instituciones externas como S&P, Moody's o Fitch.

De esa manera se forman el primer esbozo de los subgrupos en que se puede dividir la muestra principal. Se pueden formar tentativamente, por ejemplo, 7 subgrupos y se verifica a continuación su homogeneidad con la prueba de Scheffe. Los grupos que resulten ser heterogéneos se dejan tal cual y aquellos subgrupos que la prueba de Scheffe nos indica que son homogéneos, se unen entre sí para formar un subgrupo más grande. De esa manera se va reduciendo el número de subgrupos hasta llegar al límite, en el cual todos los subgrupos son heterogéneos.

Ya que tenemos dividida la muestra principal en “n” subgrupos heterogéneos, procedemos a asignarle la calificación crediticia correspondiente a cada uno de ellos. Iniciamos la asignación con el primero y el último grupo. Por lógica el primer grupo deberá recibir la más alta

calificación posible del país y el último la calificación “CCC”, por ser la peor calificación de la escala. Las calificaciones intermedias se pueden inferir por lógica. Todo el procedimiento detallado se consigna en el inciso 5.10 del capítulo cinco.

2.6.2.7.- Asignación de la probabilidad de incumplimiento a cada categoría crediticia de la escala

Después de haber obtenido la escala de calificaciones crediticias en a forma que se explica en el inciso anterior, el siguiente paso es asignar a cada categoría la probabilidad de incumplimiento, por ejemplo si las categorías de la escala fueran BBB, BB, B, CCC, entonces les corresponderían las siguientes probabilidades de incumplimiento a un año, John B. Caouette, Edgard I. Altman, and Paul Narayanan, 1998:

BBB	0.17 %
BB	0.98 %
B	4.92%
CCC	19.29 %

2.6.2.8.- Estimación de la ecuación de la probabilidad de incumplimiento como función de la puntuación discriminante

Una vez que ya se tiene dividido la muestra principal en “n” categorías se calcula la mediana de las calificaciones de cada categoría. Asociando estos datos a los obtenidos en el inciso f, se puede estimar la ecuación exponencial del tipo:

$$y = a \times e^{-bx}$$

donde los valores de “y” son las probabilidades de incumplimiento de cada categoría de la escala y los valores de “x” son las medianas de las calificaciones de la función discriminante de cada categoría de la escala

Obteniendo esta ecuación exponencial se puede calcular la probabilidad de incumplimiento para cada empresa en base al valor que se obtenga de la función exponencial, en una forma más o menos exacta.

Capítulo 3.- MARCO REGULATORIO DEL RIESGO DE CREDITO

3.1.- El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea

A diferencia de cualquier otro tipo de organización los Bancos desempeñan un papel de intermediación financiera que es primordial para la estabilidad del entorno económico de los países. La función primaria de los bancos es administrar los depósitos de los clientes y extender créditos a la industria, el comercio, al consumo y a los gobiernos.

Adicionalmente al hecho de que los depósitos de los clientes en los bancos frecuentemente están asegurados por instituciones especiales, los gobiernos nacionales actúan también como avales de la banca comercial; algunos inclusive desempeñan el papel de fondeadores de emergencia, para apoyar financieramente a bancos que entran a o se encuentran ya en crisis.

Los gobiernos tienen en consecuencia especial interés en asegurar que los bancos sean en todo momento capaces de cumplir con sus obligaciones. Los gobiernos desean con ello limitar el costo de la red de seguridad que debe operar cuando un banco empieza a tener problemas, Michel Crouhy, Dan Galai, Robert Mark (2000).

Esta es una de las razones por las cuales el monto del capital retenido por los bancos está regulado por autoridades gubernamentales.

Por otra parte en la industria bancaria parece ser que la estructura de capital tiene mayor peso que en otras industrias debido a lo importante que es para los usuarios confiar en los bancos y en los servicios financieros en general. Los reguladores tratan de asegurar que los bancos están bien y suficientemente capitalizados para evitar cualquier riesgo sistémico, según el cual la falla de un solo banco en particular podría propagarse a todo el sistema financiero. Un efecto dominó de este tipo podría dislocar la economía mundial y generar costos sociales impredecibles. El problema aquí es que dado que los bancos actúan como bandas de transmisión, estas transmiten inmediatamente a toda la economía en general cualquier revés que se presente en el sector financiero.

Con el objeto de minimizar el riesgo sistémico y de proteger los fondos de los seguros de fondos bancarios a escala mundial se creó en diciembre de 1974 el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. Esta organización sirve de foro de debate para el tratamiento de problemas de supervisión bancaria, está integrada por los representantes de los Bancos Centrales y autoridades supervisoras financieras de Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Luxemburgo, Holanda, España, Suecia, Reino Unido y los Estados Unidos, quienes se reúnen 4 veces al año en la sede del Banco Internacional de Pagos (BIS) en Basilea, Suiza.

El Comité de Basilea no es una autoridad supervisora supranacional formal. Sus acciones se limitan a la formulación de estándares y recomendaciones en materia de supervisión y buenas prácticas bancarias, con el fin de que sus miembros tomen las medidas para implementarlas en sus países de origen.

3.2.- El Acuerdo de Capital de Basilea de 1988

Previamente a la implementación en 1992 del Acuerdo de Basilea de 1988 el capital bancario estaba regulado por estándares uniformes de mínimos de capital. Estos estándares eran aplicados a todos los bancos por igual sin tomar en cuenta su perfil de riesgo, ni el monto de sus posiciones fuera de balance.

El aumento súbito de la competencia internacional entre bancos durante la década de los 80's enfatizó la inconsistencia de la forma en que estaba regulado la suficiencia de capital de los bancos. Como ejemplo basta mencionar el hecho de que mientras las regulaciones gubernamentales de los bancos japoneses no preveían ningún requisito acerca de la suficiencia de capital, en los Estados Unidos y en Inglaterra los bancos eran obligados a financiar más del 5% de sus activos de riesgo con capital accionario. Mientras el aumento

inusitado de las operaciones fuera de balance que se registró en la década de los 80's alteró el perfil de riesgo de los bancos, los requisitos regulatorios relativos a las razones financieras de capital contable permanecieron sin cambio. El Acuerdo de Basilea de 1988 estableció directrices internacionales relativas a mínimos de capital que concatenó los requerimientos de capital de los bancos con sus exposiciones de riesgos de crédito.

El Acuerdo de Basilea, que concluyó el 15 de julio de 1988, representa el primer gran acuerdo financiero global para la regulación de la banca comercial activa a nivel internacional. Este acuerdo instituye por primera vez niveles mínimos de capital que deben mantener bancos internacionales para cubrirse de riesgos financieros.

El objetivo original del acuerdo de Basilea de 1988 fue proveer un conjunto de requerimientos de capital regulatorio para la banca comercial. Los puntos fundamentales de este acuerdo fueron por una parte establecer una valoración de los activos bancarios en concordancia con sus riesgos crediticios (es decir medirlos a través de ponderaciones según su calidad crediticia) y por la otra definir dos estándares mínimos para cumplir con los requerimientos mínimos de suficiencia de capital.

El primer estándar es un múltiplo y está representado por la razón Activo Total a Capital Contable Total y el segundo estándar es la razón de Capital Ponderado por Riesgo. El primer estándar es una medida de conjunto de la suficiencia de capital del banco. El segundo estándar está enfocado al riesgo de crédito asociado con las diferentes categorías de activos dentro y fuera de balance. Toma la forma de índice de solvencia, conocido como Razón Cooke y está definido como la razón de Capital Total a Activos Ponderados por Riesgo:

$$\text{RAZON COOKE} = \frac{\text{CAPITAL TOTAL}}{\text{ACTIVOS PONDERADOS POR RIESGO}}$$

En el cociente anterior el denominador es decir los Activos Ponderados por Riesgo incluye a los activos dentro del balance y a las exposiciones de los activos fuera de balance.

Los valores límite establecidos por el Acuerdo de 1988 para estos estándares son los siguientes:

$$\frac{\text{ACTIVO TOTAL}}{\text{CAPITAL TOTAL}} < 20$$

$$\frac{\text{CAPITAL TOTAL}}{\text{ACTIVOS PONDERADOS POR RIESGO}} \geq 8\%$$

En el acuerdo de Basilea se le da al "Capital" una interpretación más amplia que va más allá del concepto que lo reduce a solo el valor en libros del capital contable. El capital debe de servir como amortiguador para absorber pérdidas y proveer protección a los acreedores y a los depositarios. Para ser efectivo el capital debe ser permanente, no puede imponer cargos obligatorios a las utilidades y debe permitir subordinación legal a los derechos de los acreedores y depositarios. El Acuerdo de Basilea de 1988 reconoce dos niveles de capital.

3.2.1.- Capital Regulatorio

El Acuerdo de Basilea de 1988 reconoce dos niveles de capital regulatorio: uno principal o de nivel 1 y otro complementario o de nivel 2.

Capital principal (Nivel 1).- Incluye capital accionario de accionistas permanentes y reservas divulgadas. Este capital es considerado como amortiguador de la más alta calidad.

Capital accionario.- consiste en las acciones emitidas y pagadas totalmente y acciones preferentes no acumulables,

Reservas divulgadas.- corresponde a premios accionarios, utilidades retenidas y reservas generales.

Capital complementario (Nivel 2).- está compuesto por:

Reservas no divulgadas.- son reservas que no deben de verse afectadas por ninguna provisión u otro pasivo conocido, deben estar inmediatas y disponibles para cubrir pérdidas inesperadas.

Reservas de reevaluación de activo.- son reservas que muestran el valor actual del activo

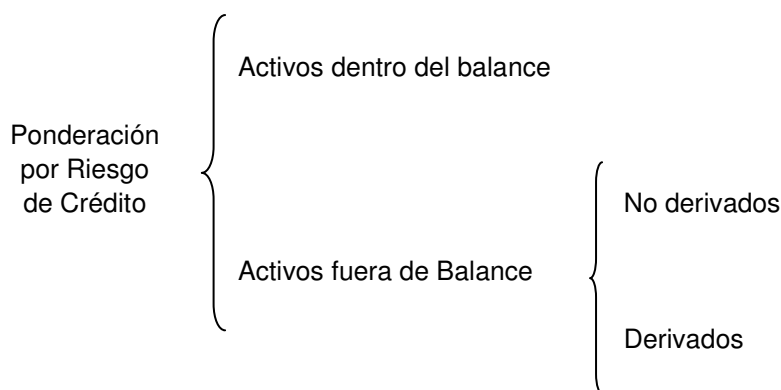
Reservas generales de pérdidas por préstamos.- son reservas que están libremente disponibles para cubrir pérdidas que se materialicen con posterioridad.

Instrumentos de capital híbrido.- son instrumentos que combinan las características de capital accionario y de deuda.

Deuda subordinada.- son instrumentos de deuda subordinada con un plazo original mínimo de más de cinco años.

3.2.2.- Montos de los Activos Ponderados por Riesgo

Como ya se mencionó anteriormente los montos de los activos ponderados por riesgo usados para calcular la Razón de Cooke consideran tanto a los activos dentro de balance como a los activos fuera de balance. Esquemáticamente la ponderación por riesgo de los activos se clasifica como sigue:



La ponderación de riesgo de los activos dentro del balance fluctúa entre 0% para Efectivo y Deuda de Gobiernos OECD hasta 100% para bonos corporativos. Para ponderar los activos fuera de balance primero se tienen que convertir sus valores nominales a Montos Equivalentes de Crédito y después ponderarlos por riesgo en la misma forma que se ponderan los activos dentro del balance. Por lo tanto el monto total de los activos ponderados por riesgo es igual a:

$$\text{ACTIVOS PONDERADOS POR RIESGO} = \sum \text{ADB} \times \text{PRC} + \sum \text{AFB} \times \text{FC} \times \text{PRC}$$

o sea

$$\text{ACTIVOS PONDERADOS POR RIESGO} = \sum \text{ADB} \times \text{PRC} + \sum \text{MEC} \times \text{PRC}$$

donde:

ADB = Activo dentro del Balance

PRC = Ponderadores de riesgo de crédito

AFB = Activos fuera de balance

FC = Factores de Conversión a Riesgo de Crédito

MEC = Montos equivalentes de crédito

Ponderación de Activos Dentro del Balance (ADB).- aquellas operaciones cuya contabilización se registra en el balance, haciendo su exposición al riesgo de crédito aparente respecto al capital de la institución. Para ponderar los ADB es necesario multiplicar el monto de cada activo por su respectivo ponderador de riesgo de crédito conforme a la siguiente tabla:

Tabla 3.2.2.1 Ponderadores de riesgo de crédito de activos dentro del balance

Ponderador	Instrumento / Transacción
0%	- Efectivo - Exposición en instrumentos respaldados por países pertenecientes a la OCDE - Créditos hipotecarios con garantía gubernamental
20%	- Instrumentos emitidos por bancos u otras entidades públicas de países pertenecientes a la OCDE
50%	- Créditos hipotecarios no asegurados
100%	- Cualquier otro tipo de exposición crediticia: bonos corporativos, deuda de países subdesarrollados, etc.

Ponderación de Activos Fuera de Balance No Derivados.- Son aquellas transacciones que actualmente no representan un riesgo de crédito, pero son exposiciones contingentes sujetas a un evento exógeno que las hace efectivas. En el Acuerdo estas transacciones son consideradas dentro de la estructura de suficiencia de capital, para ello son convertidas a riesgos bancarios equivalentes, multiplicando los montos de la exposición por un factor de conversión de riesgo de crédito de acuerdo a la tabla 3.2.2.2 siguiente y después ponderando de acuerdo con la contraparte conforme a la tabla 3.2.2.1

Tabla 3.2.2.2 Factores de Conversión para Activos Fuera de Balance No Derivados

Factor de Conversión	Instrumento / Transacción
0%	- Compromisos con vencimiento menor a un año o cancelables en cualquier momento
20%	- Pasivos contingentes de corto plazo, relacionados con el mercado y de autoliquidación, consecuencia del movimiento de mercancías
50%	- Contingencias relacionadas con transacciones, por ejemplo: garantías de ejecución o fianzas de licitación - Compromisos con vencimiento mayor a un año, por ejemplo: líneas de crédito
100%	- Sustitutos directos de créditos, por ejemplo: garantías generales de endeudamiento y aceptaciones

Ponderación de Activos Fuera de Balance Derivados.- El Comité de Basilea establece un tratamiento especial para aquellos activos en que los bancos no están expuestos al riesgo de crédito por el valor de sus contratos, sino sólo hasta por el costo de reemplazar el flujo de caja, como es el caso de los productos derivados. La ponderación por riesgo de los Activos Fuera de Balance Derivados se realiza en dos pasos. En el primer paso se calcula un Monto Equivalente de Crédito, el cual es igual a la suma del **Costo de Reposición** (conforme a mercado) y de un **Agregado de Exposición Potencial** que representa una estimación aproximada de los costos futuros de reemplazo. El Costo de Reposición de un derivado es igual a su valor de liquidación cuando este es positivo y se considera como igual a cero en el caso contrario. El Costo de Reposición es igual a cero cuando su Valor de Liquidación es negativo porque la institución no está expuesta a riesgo de incumplimiento ya que en este caso el costo de reemplazo del contrato es cero.

Esquemáticamente los dos pasos en los cuales se realiza la ponderación de los activos derivados fuera de balance se puede representar como sigue:

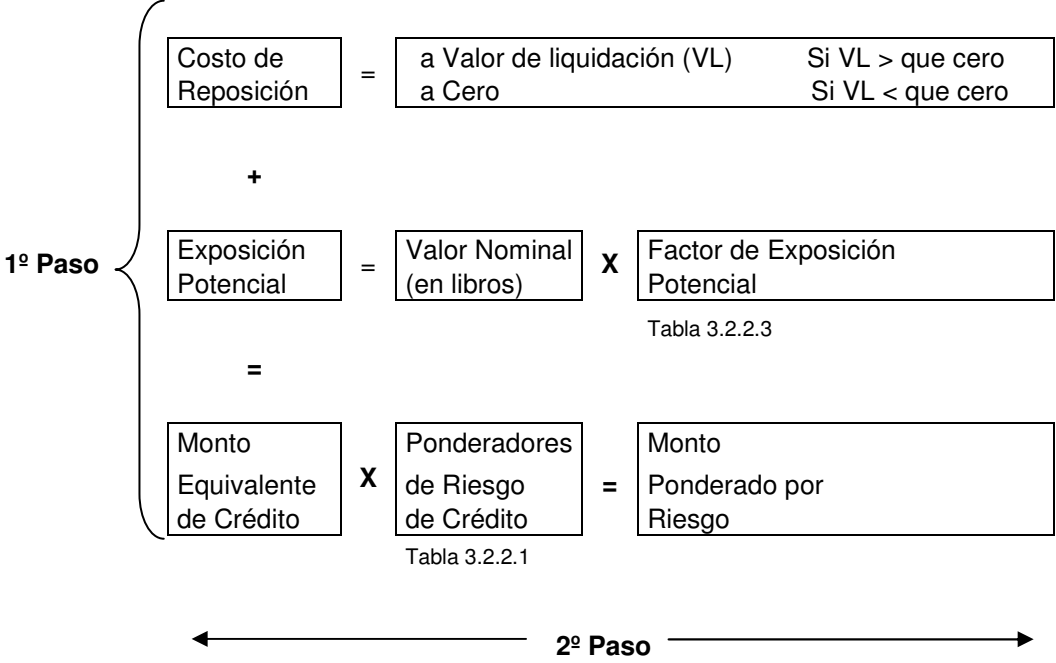


Tabla 3.2.2.3 Porcentajes utilizados para determinar la exposición potencial

Vencimiento	Tasa de interés	Tipo de cambio y oro	Capital accionario	Metales preciosos	Otros productos
Menos de un año	0%	1.0%	6.0%	7.0%	10.0%
Más de un año y hasta cinco años	0.50%	5.0%	8.0%	7.0%	12.0%
Más de cinco años	1.50%	7.5%	10.0%	8.0%	15.0%

Tabla 3.2.2.4.- Ponderación de activos fuera de balance derivados

Ponderador	Contraparte
0%	- Gobiernos OECD
20%	- Bancos y sector público OECD
50%	- Corporaciones y otras contrapartes

Ejemplo 3.2.2.4 del cálculo de la ponderación por riesgo de tres activos derivados fuera de balance (Sin compensar montos de liquidación positivos y negativos)

Factor de ponderación de riesgo = 20%					
	Factor de Exposición Potencial (1)	Valor Nominal (2)	Monto de Liquidación (3)	Costo de Reposición Bruto (4)	Exposición Potencial Agregada (1) x (2)
Transacción 1	0.5%	1,000	400	400	5
Transacción 2	1.5%	500	-200	0	7.5
Transacción 3	5.0%	1,000	-100	0	50
Σ de Costo de Reposición Bruto (GR)				400	
Σ de Exposición Potencial Agregada (A1988)					62.5
Monto equivalente de crédito (Acuerdo 1988)	= GR + A1988 =		(400 + 62.5) =		462.5
Factor de ponderación de riesgo					20%
Monto total ponderado por riesgo (Acuerdo 1988)					92.5

3.2.3.- Coeficiente de Capital Mínimo

A partir de los elementos antes mencionados (Activos Ponderados por Riesgo y Capital Regulatorio) el Acuerdo de 1988, como ya se mencionó anteriormente, estableció un requerimiento mínimo de capital de 8%. Es decir, el monto del Capital Regulatorio debe ser al menos igual al 8% de los Activos Ponderados por Riesgo:

$$\text{Coeficiente de Capital Mínimo} = \frac{\text{Capital Regulatorio}}{\text{Activos Ponderados por Riesgo}} \geq 8\%$$

Este coeficiente es un indicador de la solvencia de los bancos y representa la capacidad del Capital Regulatorio para absorber las pérdidas potenciales derivadas del riesgo de crédito.

3.2.4.- Particularidades del Acuerdo de Capital de 1988

Con el paso del tiempo las regulaciones del acuerdo empezaron a mostrar ciertas limitaciones. El sistema condujo al arbitraje regulatorio, es decir, las lagunas regulatorias del acuerdo propiciaron que los bancos en lugar de cumplir con las regulaciones previstas en el se dedicaron a buscar la manera de darles la vuelta. Por ejemplo si un banco podía elegir entre otorgar un crédito por 100 millones de pesos a un año a una empresa "AAA" o bien otorgar ese mismo crédito a una empresa "CCC" siendo el costo de fondeo 5.7% y el rendimiento del crédito de 6% para la empresa "AAA" y 7% para la empresa "CCC", lo más probable es que el banco eligiera otorgar el crédito a la empresa no de menor riesgo, que sería la empresa "AAA" sino a la empresa que le proporcionara el mayor rendimiento que sería la empresa "CCC", debido a que el capital regulatorio que tenía que prever el banco para cumplir con la normatividad sería en ambos caso el mismo: 8% o sea 8 millones de pesos, Philippe Jorion, (2003). Numéricamente la diferencia en el rendimiento para los accionistas del banco sería la siguiente:

a) Rendimiento de la operación en el caso de préstamo a la empresa "AAA"

$$\text{Rendimiento} = (\text{Ingresos} - \text{Egresos}) / \text{Capital Invertido}$$

El capital invertido en este caso sería el capital regulatorio

$$\text{Rendimiento} = (100 \text{ millones} \times 6\% - 92 \text{ millones} \times 5.7\%) / 8 \text{ millones} = \mathbf{9.45\%}$$

b) Rendimiento de la operación en el caso de préstamo a la empresa “CCC”

Rendimiento = $(100 \text{ millones} \times 7\% - 92 \text{ millones} \times 5.7\%) / 8 \text{ millones} = 21.95\%$

En este ejemplo simple se puede visualizar que una de las limitaciones que tenía el Acuerdo de 1988 era de que en lugar de servir como instrumento para reducir el riesgo de crédito de los bancos producía el efecto contrario, es decir inducía a los bancos a enfocar sus préstamos hacia empresas de menor calificación crediticia y mayor riesgo de crédito.

Los principales aspectos que se le criticaron al Acuerdo de 1988 fueron:

- No tenía en cuenta el riesgo del portafolio del banco, de manera que las correlaciones entre los componentes del portafolio podían alterar el riesgo total.
- No se contemplaba el riesgo de mercado, se ignoraba la relación que existe entre el riesgo de mercado y riesgo de crédito, al ser este último en muchos casos resultado del primero.
- No diferenciaba entre riesgos de crédito. la ponderación de un crédito corporativo es la misma para una corporación “AAA” que para una corporación “CCC”
- Proponía una medida estática de riesgo, en la que se establecían grupos de ponderaciones constantes en el tiempo que no reconocían los cambios en la situación económica y, en general, no tomaban en cuenta la volatilidad, ni el entorno.
- No se consideraban las características específicas de cada operación, ni los diversos grados de riesgo implícitos en las diferentes maduraciones residuales de las exposiciones, por ejemplo, no es comparable la exposición de un crédito al que le falta un año para su amortización total, que otro al que le faltan 15 años.

3.3. – Enmienda de 1996 al Acuerdo de Basilea

En 1996 le Comité de Basilea enmendó el Acuerdo de Capital para incorporar los riesgos de mercado. Esta enmienda, que entró en vigor al final de 1997, agrega un cargo de capital para cubrir el riesgo de mercado. Los diferentes riesgos que están sujetos a estos requerimientos son:

Riesgo relacionado con las tasas de interés
Riesgos asociados a la exposición de capital
Riesgos asociados al tipo de cambio
Riesgos asociados a mercancías

Para determinar los requerimientos de capital por riesgo de mercado los bancos pueden usar dos métodos: a) el método estándar y b) los métodos internos.

Otro cambio introducido por esta enmienda fue la introducción del tercer nivel de Capital Regulatorio para cubrir el riesgo de mercado. Este nivel corresponde a la deuda subordinada de corto plazo y está sujeto a varias restricciones que se agregaron a las ya existentes para los niveles 1 y 2. Las principales restricciones del nivel 3 son: a) debe tener una madurez original de por lo menos 2 años, b) el monto de capital de nivel 3 es a lo más igual a 250% del capital del nivel 1 y c) el capital de nivel está destinado sólo a cubrir los riesgos de mercado.

Esta enmienda incluye también una modificación que permite a los bancos reducir, en caso de activos derivados fuera de balance, los requerimientos de capital por riesgo de crédito, al permitírseles ponderar estos activos usando su Costo de Reposición Neto en lugar de su Costo de Reposición Bruto. Por lo tanto si aplicamos este método al ejemplo 3.2.2.4 anterior los requerimientos de capital regulatorio por riesgo de crédito de los tres activos de este ejemplo se reduce de 92.5 a 26.875

Tabla 3.3.1

	Factor de ponderación de riesgo =			20%		Exposición
	Factor de Exposición Potencial	Valor Nominal	Monto de Liquidación	Costo de Reposición Bruto	Costo de Reposición Neto	Potencial Agregada
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1) x (2)
Transacción 1	0.5%	1,000	400	400	400	5
Transacción 2	1.5%	500	-200	0	-200	7.5
Transacción 3	5.0%	1,000	-100	0	-100	50
Σ de Exposición Potencial Agregada (A1988)						62.5
Σ de Costo de Reposición Bruto (GR)				400		
Σ de Costo de Reposición Neto (NR)					100	
NPR (= NR / GR)			0.25			
Exposición Potencial Agregada (A1995)	= A1988 x (0.4 + 0.6 x NPR) = 62.5 x (0.4+0.6 x 0.25)					34.375
Monto Equivalente de Crédito	= NR + A1995 = 100 + 34.375 =					134.375
Factor de ponderación de riesgo						20%
Monto total ponderado por riesgo (Acuerdo 1995)						26.875

Coeficiente de Capital Mínimo

Al tomar en cuenta el riesgo de mercado el Coeficiente de Capital Mínimo queda de acuerdo a la enmienda de 1996 como sigue:

$$\text{Coeficiente de Capital Mínimo} = \frac{\text{Capital Regulatorio}}{\text{APRC} + \text{RCRM} \times 12.5} \geq 8\%$$

Donde : APRC son los Activos Ponderados por Riesgo de Crédito
 RCRM son los requerimientos de capital por riesgo de mercado

3.4.- EL ACUERDO DE BASILEA II

Los mercados de capital han sido testigos de grandes cambios desde la implementación del Acuerdo de Capital inicial de 1988. Los cargos por riesgo de crédito pueden parecer ahora obsoletos y lo que es peor aparentemente promovieron prácticas inadecuadas en algunos bancos.

Ante ello y con la nueva situación internacional el Comité de Basilea inició en 1998 una reforma para modificar el Acuerdo de 1988 y buscar indicadores de capital más sensibles al riesgo. Los resultados de esta reforma están plasmados en el llamado Acuerdo de Basilea II.

El nuevo acuerdo intenta establecer requerimientos de capital más sensibles al riesgo y poner énfasis en el papel que juegan el supervisor y la disciplina de mercado. El marco regulatorio está basado en tres pilares, que se apoyan mutuamente:

3.4.1.- Primer Pilar.- Requerimientos Mínimos de Capital

Los requerimientos mínimos de capital se basan en los elementos fundamentales del Acuerdo de 1988, pero en su cálculo se consideran los riesgos de crédito, de mercado y operativo. De manera que el cálculo del Coeficiente Mínimo se efectúa de la siguiente forma:

$$\text{Coeficiente de Capital Mínimo} = \frac{\text{Capital Regulatorio}}{\text{APRC} + (\text{RCRM} + \text{RCRO}) \times 12.5} \geq 8\%$$

donde: RCRO son los requerimientos de Capital por Riesgo Operativo

En términos generales, lo nuevo en los requerimientos es la medición del riesgo de crédito y la incorporación de riesgo operativo. Respecto al riesgo de crédito, se contemplan dos métodos para determinar los requerimientos de capital regulatorio por riesgo de crédito.

3.4.1.1.- Determinación del Cargo de Capital por Riesgo de Crédito según el Método Estándar

Este es una extensión del Acuerdo de 1988, pero con una clasificación de categorías de riesgo de crédito más fina, basada en las calificaciones externas de crédito que proveen empresas calificadoras de riesgos como S&P y Moody's. La siguiente tabla 3.4.1.1.a describe los nuevos ponderadores de riesgo de crédito

La **Deuda Soberana** se refiere a créditos concedidos a estados soberanos y a sus bancos centrales. Cabe hacer notar que la deuda soberana de la más alta calidad (AAA a AA) recibe una ponderación de cero y la deuda soberana de calificación B- recibe una ponderación de 150%.

Tabla 3.4.1.1.a.- Ponderadores de Riesgo del Nuevo Acuerdo: Método Estándar

Tipo de Deuda	Calificación de Riesgo					
	AAA / AA-	A+ / A-	BBB+ / BBB-	BB+ / B-	Menor a B-	No Calificado
Soberana	0%	20%	50%	100%	150%	100%
Bancaria opción 1	20%	50%	100%	100%	150%	100%
Bancaria opción 2	20%	50%	50%	100%	150%	50%
Corto Plazo	20%	20%	20%	50%	150%	20%

Tipo de Deuda	Calificación de Riesgo					
	AAA / AA-	A+ / A-	BBB+ / BB-	BB+ / B-	Menor a B-	No Calificado
Corporativa	20%	100%	100%	100%	150%	100%

Para la **Deuda Bancaria** hay dos opciones. La primera opción atribuye a la deuda bancaria una ponderación que está basada en la escala de la deuda soberana del país de origen del banco. La escala para la primera opción bancaria es una categoría menos favorable que la aplicada a la deuda soberana y tiene 100% como tope a excepción de deudas con la más baja calificación (menos de B- según S&P) a las cuales se les otorga una ponderación de 150%. Los bancos no calificados reciben una ponderación de 100%

La segunda opción consiste en utilizar la calificación asignada directamente al banco por una agencia calificadora externa como S&P. En este caso se toma adicionalmente en cuenta la fecha de vencimiento de la deuda. Deuda bancaria con vencimiento menor a seis meses tiene la opción de recibir una ponderación que es una categoría más favorable a la usual. Por ejemplo, si una deuda bancaria recibe una ponderación de 50%, por el hecho de ser de corto plazo es susceptible de mejorar su ponderación una categoría, es decir puede ser ponderada con 20%. El piso de ponderación de todos los bancos es 20% y ningún banco puede recibir una ponderación menor a la aplicada a la deuda soberana de su país.

Respecto a **Deuda Corporativa** el Nuevo Acuerdo propone mantener una ponderación de 100% excepto para empresas con alta calificación crediticia, por ejemplo para aquellas calificadas AAA o AA. Estas compañías gozarán del privilegio de ser ponderadas con 20%. La ponderación de deuda corporativa en el Nuevo Acuerdo no esta libre de inconsistencias. Así por ejemplo en la nueva escala una compañía A+ recibe la misma ponderación de riesgo que una BB+

Por lo que respecta a posiciones **Fuera de Balance** el Nuevo Acuerdo no contempla cambios al método usual de ponderación previsto en el Acuerdo de 1988 y en su enmienda de 1996. Únicamente agrega los siguientes Factores de Conversión de Activos Fuera de Balance:

Tabla 3.4.1.1.b.- Ponderadores de riesgo de crédito de activos fuera del balance

Ponderador	Instrumento / Transacción
0%	- Instrumentos que pueden ser cancelados incondicionalmente por el banco en cualquier momento
20%	- Compromisos con un plazo de vencimiento inicial hasta un año - Cartas de crédito comercial a corto plazo autoliquidables de operaciones con bienes
50%	- Compromisos con un plazo de vencimiento inicial superior a un año
100%	- Préstamos de valores concedidos por los bancos o a la entrega de valores como Colateral

El Nuevo Acuerdo también se ocupa de la Titulación de Activos, que consiste en la transferencia legal de activos a una tercera figura que típicamente se conoce bajo el nombre de Figura de Propósito Especial. El objeto fundamental de la Titulación es ahorrarse el Capital Regulatorio que el banco tendría que apartar si conservara los activos titulados en su balance.

De conformidad con el Nuevo Acuerdo un banco sólo podrá retirar activos financieros de su balance sólo si este retiro representa una venta real y no simulada. Se considera que la venta es real si cumple con los siguientes requisitos:

- Los activos transferidos están legalmente fuera del balance del vendedor
- El tenedor de la Figura de Propósito Especial tiene el derecho de comprometerlos o a intercambiarlos
- El vendedor no mantiene el control sobre los instrumentos vendidos

En caso de no cumplirse con estos requisitos el Nuevo Acuerdo impone las ponderaciones de riesgo siguientes:

Tabla 3.4.1.1.c.- Ponderadores de Riesgo de Crédito a la Titulación de Activos según el Nuevo Acuerdo

Tipo de Deuda	Calificación de Riesgo			
	AAA / AA-	A+ / A -	BBB+ / BBB-	Menor a B+ y No Calificados
Titulación	20%	50%	100%	1250% (deducción)

3.4.1.2.- Determinación del Cargo de Capital por Riesgo de Crédito según el Método de Calificaciones Internas

Bajo enfoque basado en Calificaciones Internas los bancos pueden usar sus estimaciones internas de calidad crediticia, sujetándose a estándares regulados. En este enfoque los bancos estiman la probabilidad de incumplimiento (PD) y las entidades supervisoras aportan otros datos, que se infieren del Método Estándar. En la siguiente tabla 3.4.1.2.a se muestran la liga entre la probabilidad de incumplimiento y los requerimientos de capital para varios tipos de activos:

Tabla 3.4.1.2.a

Probabilidad de Incumplimiento (PD)	Requerimientos de Capital Regulatorio por tipo de Crédito		
	Corporativo	Hipotecario	Otros
0.03%	1.40%	0.40%	0.40%
0.10%	2.70%	1.00%	0.90%
0.25%	4.30%	2.00%	1.80%
0.50%	5.90%	3.40%	2.80%
0.75%	7.10%	4.50%	3.60%
1.00%	8.00%	5.50%	4.20%
1.25%	8.70%	6.40%	4.70%
1.50%	9.30%	7.30%	5.10%
2.00%	10.30%	8.80%	5.70%
2.50%	11.10%	10.20%	6.20%
3.00%	11.90%	11.50%	6.60%
4.00%	13.40%	13.70%	7.10%
5.00%	14.80%	15.70%	7.40%
10.00%	21.00%	23.20%	8.50%
20.00%	30.00%	32.50%	10.60%

El ejemplo de esta tabla marcado de rojo corresponde a un crédito corporativo Senior No Asegurado con 1% de probabilidad de incumplimiento. A este tipo de crédito corporativo se le asignaría capital regulatorio por concepto de riesgo de crédito de 8% de su valor nominal, lo que implica una ponderación de 100%.

3.4.1.3.- Cargo de Capital por Riesgo Operativo

El Nuevo Acuerdo de Basilea espera que el cargo de capital regulatorio por riesgo operativo debe representar en promedio 12% del cargo total de capital. Las nuevas reglas ponen a la elección de los bancos tres métodos de cálculo:

- 1.- Método del Indicador Básico
- 2.- Método Estándar
- 3.- Método Avanzado de Medición

En el Método del Indicador Básico los requerimientos de capital por riesgo es igual al producto de un factor fijo (α) por un Indicador Básico de Actividad (EI), donde EI es igual a la utilidad bruta y " α " es una proporción fija de la utilidad bruta.

$$RCRO_{BIA} = \alpha \times EI$$

El valor de α es definido por entidades supervisoras y normalmente fluctúa entre 17% y 20%. La ventaja de este método es que es simple, transparente y que requiere de datos disponibles. El problema es que no toma en cuenta la calidad ni el control del origen de los datos.

El Método Estándar clasifica las actividades del banco en un número determinado de unidades de negocios estandarizadas. A cada línea de negocios se le asigna un Indicador de Exposición, el cual, por simplicidad, normalmente es la utilidad bruta de la unidad. El requerimiento de capital se obtiene aplicando la formula:

$$ORC^{SA} = \sum \beta_i \times EI_i$$

donde E_i es la utilidad bruta de cada unidad de negocios y β_i es un factor definido por las entidades supervisoras para cada unidad de negocios. Este método es también sencillo pero más sofisticado en cuanto a que refleja el riesgo operativo diferenciado por línea de negocios.

Métodos de medición avanzada. En estos métodos los bancos pueden definir libremente el modelo que consideren apropiado para medir su requerimiento de capital por concepto de riesgo operativo.

3.4.2.- Segundo Pilar- El Proceso de Revisión Supervisora

El segundo pilar tiene por objeto asegurar que los bancos cuenten con el capital necesario para cubrir los riesgos de sus actividades y que desarrollen mejores técnicas de gestión de riesgos. Para esto el Comité de Basilea propone cuatro principios básicos a seguir:

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

Principio 2.- Las autoridades supervisoras deben analizar las estrategias y las evaluaciones internas de la suficiencia de capital de los bancos, así como la capacidad de estos para vigilar y garantizar el cumplimiento de los coeficientes mínimos de capital. Las autoridades supervisoras deben intervenir cuando no queden satisfechas con el resultado de este proceso.

Principio 3.- los supervisores deben esperar que los bancos operen por encima de los coeficientes mínimos de Capital Regulatorio y deben ser capaces de exigirles que mantengan el capital por encima de este mínimo.

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

3.4.3.- Tercer Pilar.- La Disciplina de Mercado

El Tercer Pilar sobre la disciplina de mercado está diseñado para completar los requerimientos mínimos de capital (Primer Pilar) y el proceso de supervisión (Segundo Pilar). El Comité intenta fomentar la disciplina de mercado mediante el desarrollo de una serie de requisitos de divulgación que permitirá a los agentes del mercado evaluar información esencial referida al ámbito de aplicación. El Comité recomendó que los bancos deben proporcionar periódicamente información acerca de los siguientes rubros:

- Desempeño financiero
- Posición financiera (incluyendo capital, solvencia y liquidez)
- Estrategias y prácticas de la administración de riesgos
- Exposiciones de riesgo (incluyendo riesgo de mercado, riesgo de crédito, riesgo de liquidez, riesgo operativo, riesgo legal y otros riesgos)
- Principios de contabilidad aplicados
- Principios de administración de negocios
- Información acerca de la Gobernanza Corporativa

3.5.- Marco Regulatorio del Riesgo en México

El antecedente de la regulación se ubica en el año de 1991 con la introducción de las Reglas de Capitalización para la banca múltiple, las cuales consideraban sólo riesgo de crédito. En julio de 1996 se adiciona el requerimiento de capital por riesgo de mercado para la banca comercial. En el año de 1998 se publican las Circulares 1423 y 1473 de la CNBV, las cuales dictaban la regulación prudencial en materia de la administración de riesgo para la banca de desarrollo y comercial, respectivamente. En México las entidades encargadas de regular el

Sistema Financiero Mexicano son la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) a través de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

En Julio de 2004 entró en vigor una nueva circular de la CNBV: **Disposiciones de Carácter Prudencial en Materia de Administración Integral de Riesgos Aplicables a las Instituciones de Crédito**. Esta disposición actualiza, de conformidad con lo establecido en el Acuerdo de Basilea II las Circulares 1423 y 1473 expedidas por la CNBV, con lo cual estas dos circulares quedan derogadas al entrar en vigor las nuevas de fecha de 15 de julio de 2004.

Además de julio de 2004 la CNBV expidió circulares complementarias en materia de crédito, entre las cuales las más importantes fueron:

Disposiciones de Carácter Prudencial en Materia de Crédito de julio de 2005 acerca de políticas y procedimientos para identificar, medir y limitar oportunamente la toma de riesgos de crédito

Disposiciones de Carácter General Aplicables a la Metodología de la Calificación de la Cartera Crediticia del 23 de julio de 2004, la cual establece la necesidad de calificar, constituir y registrar en la contabilidad reservas preventivas para la cartera crediticia, que puede ser de tres tipos: de consumo, hipotecaria de vivienda y comercial.

La nueva circular clasifica los riesgos a que se encuentran expuestas las instituciones financieras en dos tipos:

Riesgos cuantificables: aquellos para los cuales es posible conformar bases estadísticas que permitan medir sus pérdidas potenciales, y dentro de éstos se encuentran los que se consignan en el cuadro 3.5.1 siguiente:

Cuadro 3.5.1.- Riesgos cuantificable y no cuantificables

I.- Riesgos Cuantificables: aquellos para los cuales es posible cuantificar bases estadísticas que permitan medir sus pérdidas potenciales y dentro de estos se encuentran los siguientes:

a) Riesgos discretionales : aquellos resultantes de la toma de una posición de riesgo tales como:

1. Riesgo de Crédito
2. Riesgo de liquidez
3. Riesgo de mercado

b) Riesgos no discretionales: aquellos resultantes de la operación del negocio y no de la toma de una posición de riesgo. Estos se dividen en

1. Riesgo Operacional
2. Riesgo Tecnológico
3. Riesgo Legal

II.- Riesgos no cuantificables: aquellos derivados de eventos imprevistos para los cuales no se pueden conformar una base estadística que permita medir las pérdidas potenciales

Las Nuevas Disposiciones del 2004 amplían los requerimientos básicos establecidos en la circular 1423, quedando estos como sigue:

- I. Definir sus objetivos sobre la exposición al riesgo y desarrollar políticas y procedimientos para la administración de los distintos tipos de riesgo sean éstos cuantificables o no.

- II. Delimitar claramente las diferentes funciones y responsabilidades entre sus órganos sociales, unidades administrativas y personal
- III. Identificar, medir, monitorear, limitar, controlar, divulgar y revelar los riesgos cuantificables y, en lo conducente, os riesgos no cuantificables
- IV. Agrupar, considerando a sus subsidiarias financieras, los distintos tipos de riesgo a que se encuentran expuestas, por unidad de negocio o factor de riesgo, causa u origen de éstos. Adicionalmente, se debe agrupar globalmente, incorporando los riesgos de todas las unidades de negocio o os factores de riesgo, causa u origen de los mismos.

En cuanto a las responsabilidades respecto a las funciones, actividades y responsabilidades en materia de administración de riesgos, estas se distribuyen entre los diferentes órganos sociales de la institución como sigue:

En los lineamientos de manuales se deben incluir aspectos relativos a: la estructura de la plataforma organizacional que soporta el proceso de administración integral de riesgos; las facultades y responsabilidades en la toma de decisiones de riesgo, la clasificación de los riesgos por tipo de operación y línea de negocio, y las medidas de control interno para corregir las desviaciones que se observen sobre los límites de exposición y niveles de tolerancia al riesgo.

Las instituciones deben informar también acerca de:

- La exposición por tipo de riesgo en los casos de riesgos discretionales
- Descripción de riesgos no cuantificables, sus causas y consecuencias de su materialización
- Grado de incumplimiento de los objetivos, lineamientos, y políticas para la administración integral de riesgos
- Casos en los cuales se excedan los límites de exposición o los niveles de tolerancia al riesgo

Cuadro 3.4.2.- Distribución de responsabilidades entre los órganos de la institución

<p>CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> + Aprobar manual de riesgo + Establecer objetivos y aprobar límites + Constituir el comité de riesgos + revisar límites globales y específicos por tipo de riesgo 		
<p>COMITÉ DE RIESGOS</p>	<p>DIRECCIÓN GENERAL</p>	<p>UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DE RIESGOS (UAIR)</p>
<ul style="list-style-type: none"> + Aprobar metodología para identificar, medir, vigilar, controlar, informar y revelar los riesgos de las operaciones, productos y servicios actuales y nuevos + aprobar modelos, parámetros y escenarios para la valuación, medición y control de los riesgos + aprobar acciones correctivas propuestas por la UAIR + aprobar manuales para la administración integral de riesgos + designar y remover al responsable de la UAIR + Informar al consejo sobre exposición al riesgo asumida y sobre sus posibles consecuencias negativas, rebase de límites y de niveles de tolerancia al riesgo + Informar al consejo sobre acciones correctivas implementadas + Proponer al Consejo de Administración para aprobación lineamientos, objetivos lineamientos y políticas para la administración integral de riesgos y límites globales de riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> + asegurar independencia de áreas + establecer programas de revisión de cumplimiento de objetivos, procedimientos y control de operaciones así como de límites de riesgo + asegurar existencia de infraestructura para almacenamiento y procesamiento de información + implantar planes de acción en caso de contingencias que impidan cumplir límites de exposición y niveles de tolerancia al riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> + medir vigilar y controlar que se consideren todos los riesgos de la institución + proponer al comité de riesgos para su aprobación las metodologías, modelos y parámetros para identificar, medir vigilar, limitar, controlar, informar los distintos tipos de riesgos a que se expone la institución. + verificar la observancia de los límites globales y específicos, así como los niveles de tolerancia aceptables por tipo de riesgo cuantificables + realizar estimaciones por tipo de riesgo considerando el riesgo consolidado + asegurarse que las áreas responsables informen sobre las posiciones de la institución + mantener al día la metodología, modelos y parámetros usadas para identificar y controlar los riesgos + comparar mensualmente valores teóricos contra prácticos de la exposición por tipo de riesgo y ajustar el modelo en caso necesario
<p>MANUAL DE POLITICAS Y PROCEDIMIENTOS</p> <p>Objetivos, Estructura, Límites, Nuevos Productos, Contingencia, Sistemas</p>		

Capítulo 4. - Modelos de riesgo de crédito

Un modelo financiero es una acumulación de intuición humana, experiencia y experimentación que puede ser aplicada para explicar la forma en que la gente se comporta o las cosas funcionan, John B. Caouette, Edgard I. Altman, and Paul Narayan, (1998). Un modelo hace posible el entendimiento de un fenómeno y eventualmente facilita su explotación. Los modelos de riesgo de crédito se comportan de manera similar.

Con un modelo de riesgo de crédito lo que se busca es encontrar, directa o indirectamente, una respuesta a la pregunta: dada a la experiencia pasada y nuestras suposiciones o expectativas acerca del futuro, cual es el valor actual de un crédito? o equivalentemente cual es el riesgo cuantificable de que el flujo de efectivo prometido se realice o no se realice? Por eso cuando hablamos acerca del riesgo de crédito lo que en realidad estamos haciendo es enfocar nuestra atención hacia los flujos de efectivo futuros que un crédito puede producir o no.

Un modelo de riesgo de crédito intenta calcular la pérdida que se puede producir en un portafolio de crédito dentro de un plazo determinado. Se diseñan para estimar la pérdida generada por el no pago de un crédito o de una inversión (enfoque de incumplimiento) o por el cambio cuantitativo del crédito debido al deterioro de su calificación (enfoque de marca a mercado).

Los modelos de riesgo de crédito de portafolios se pueden clasificar de acuerdo a los aspectos a los cuales se enfocan cada uno de ellos:

4.1.- Modelos Jerárquicos o de “Arriba-Abajo” (Modelos Top Down) e Inductivos o de “Abajo- Arriba” (Modelos Bottom-Up)

De acuerdo a la forma de enfocar el análisis “global” o “individuales” los modelos de riesgo de crédito se pueden clasificar en Jerárquicos o de “Arriba-Abajo” (Top-Down) o Inductivos o de “Abajo-Arriba”. Los modelos jerárquicos van de lo general a lo particular, Philippe Jorion (2003), analizan el riesgo de crédito en bloque, es decir, no analizan cada uno de los créditos por separado sino en conjunto. Este modelo agrupa acreditados con perfiles de riesgo similares tales como credit score, edad, localización geográfica en paquetes específicos y cuantifica su riesgo no a nivel de crédito individual sino a nivel de todo el paquete; es decir que todos los créditos que están dentro del paquete son considerados estadísticamente como idénticos, Basle Committee on Banking Supervisión (1999). Este enfoque es adecuado para cuantificar el riesgo de créditos al consumo como tarjetas de crédito o transacciones típicas del comercio al menudeo que se caracterizan por agrupar a una gran cantidad de créditos individuales de montos pequeños. Pero no son tan apropiados para el análisis de créditos corporativos o de instrumentos del mercado de capital. Desventaja de este tipo de modelo es que puede pasar por alto riesgos específicos propios de determinados tipos de industrias o de zonas geográficas. Ejemplo de un modelo de riesgo de crédito actual que opera de acuerdo a este enfoque es el Credit Portfolio View.

Los modelos Inductivos de “Abajo-Arriba” (Bottom up models) que van de lo particular a lo general, intentan medir el riesgo de crédito al nivel de cada crédito basándose en una evaluación explícita de la confiabilidad crediticia de cada uno de los instrumentos que forman el portafolio. Cada posición del portafolio es asociada con una calificación de riesgo específica, que se utiliza como una aproximación para determinar su probabilidad de incumplimiento y de migración. Los datos obtenidos se concentran a nivel de portafolio tomando en cuenta los efectos de diversificación. El método de “Abajo-Arriba” es el enfoque predominante que se utiliza para medir el riesgo de crédito de grandes clientes corporativos de los bancos. Dentro de los modelos de riesgo de crédito actualmente en uso que utilizan este enfoque se encuentran: CreditMetrics, CreditRisk+ y KMV.

4.2.- Modelos de Incumplimiento y Modelos de Mercado.

De acuerdo a la definición del incumplimiento los modelos se clasifican en Modelos de Incumplimiento y Modelos de Mercado, Bassle Committee on Banking Supervision, (1999). Los modelos de Incumplimiento consideran únicamente el incumplimiento como evento de crédito. Cambios eventuales en el valor de mercado del instrumento o cambios en su calidad crediticia son considerados en este modelo como no relevantes. De acuerdo a este modelo el resultado de un crédito únicamente puede ser:

La contraparte paga el crédito (cumplimiento), o la contraparte se vuelve insolvente y no paga la totalidad del préstamo otorgado (Incumplimiento)

El Modelo de Mercado por lo contrario si toma en cuenta los cambios que registra el valor de mercado del crédito y los cambios que se presentan en su calificación de riesgo incluyendo la eventualidad de incumplimiento.

4.3.- Modelos Condicionales y Modelos Incondicionales.

Cuando los modelos toman en cuenta o no factores macroeconómicos para determinar la probabilidad de incumplimiento los modelos se pueden clasificar en Modelos Condicionales o Incondicionales, Bassle Committee on Banking Supervision, (1999). Los Modelos Condicionales son aquellos que tratan de incorporar al análisis de la probabilidad de incumplimiento también factores macroeconómicos, es decir información relativa al estado que guarda la economía como por ejemplo niveles y tendencias del desempleo doméstico e internacional, inflación, tasas de interés, indicadores bursátiles, así como indicadores que reflejan la salud financiera de determinados sectores de la economía. Un aspecto macroeconómico que incide notablemente en el aumento de la probabilidad de incumplimiento es cuando la economía se encuentra en recesión.

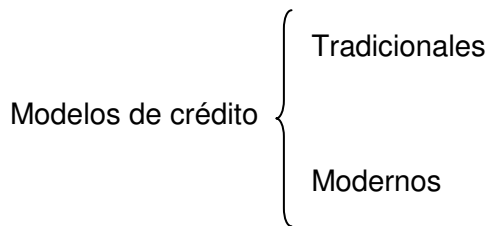
Los Modelos Incondicionales por lo contrario concentran sus análisis en factores específicos del acreditado y manejan probabilidades de incumplimiento fijas. Estos modelos no toman en cuenta aspectos macroeconómicos externos a la empresa.

4.4.- Modelos estructurales y modelos de forma reducida

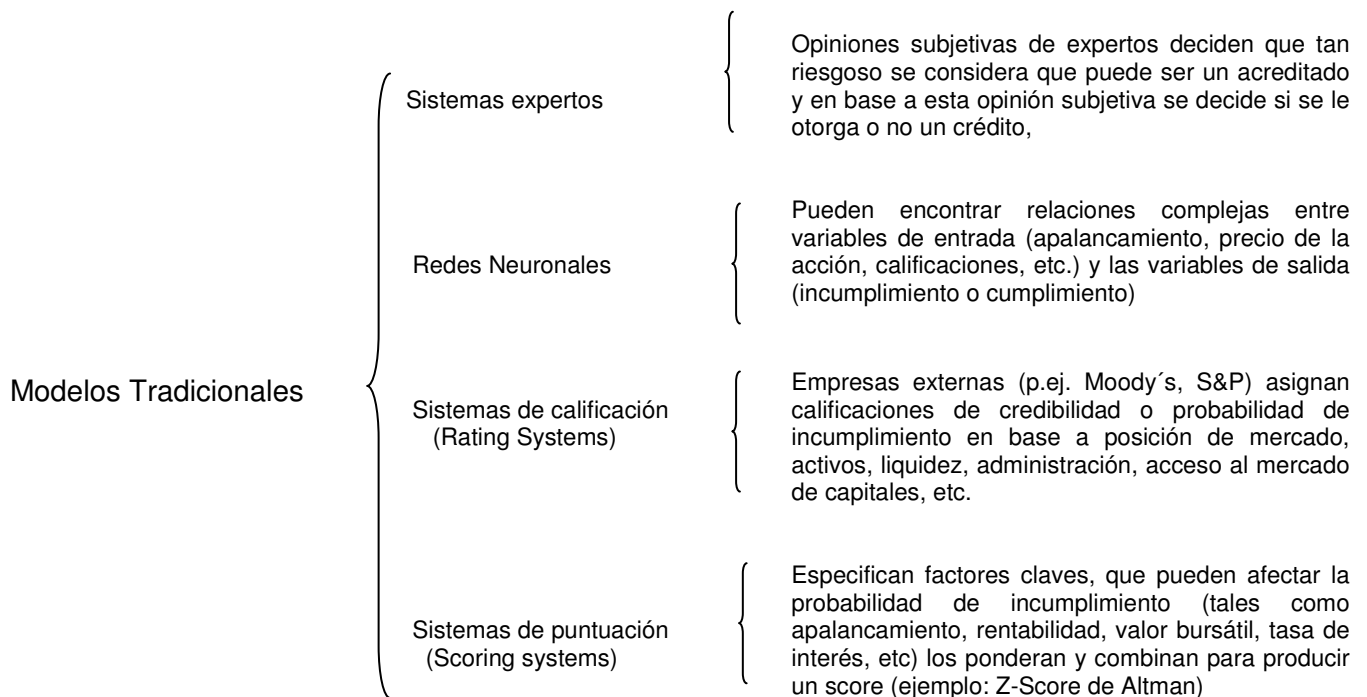
Los modelos estructurales asumen que la probabilidad de incumplimiento y de deterioro de la calidad crediticia del acreditado depende básicamente de procesos micro-económicos que ocurren dentro de la estructura de capital del acreditado, Bassle Committee on Banking Supervision, (1999). Se caracterizan por utilizar variables estructurales de la empresa, tales como el valor de los activos y de la deuda, para determinar la probabilidad de incumplimiento. Estos modelos usan la evolución de las variables estructurales para determinar la probabilidad de incumplimiento. El modelo de Merton fue el primer modelo moderno de incumplimiento (1974) y se considera como el primer modelo estructural. En el modelo de Merton una empresa cae en incumplimiento si en la fecha de vencimiento el valor de mercado de los activos es menor al valor de mercado de la deuda. Un segundo enfoque dentro del marco estructural fue introducido por Black y Cox (1976). En este enfoque los incumplimientos ocurren tan pronto el activo de una empresa cae por debajo de cierto umbral. En contraste a Merton, el incumplimiento puede ocurrir no solo en la fecha de vencimiento sino en cualquier momento.

Los modelos de forma reducida por lo contrario no consideran la relación que existe entre el valor de la empresa y su probabilidad de incumplimiento. En contraste a los modelos estructurales los modelos de forma reducida la fecha de incumplimiento no está determinada por el valor de la empresa sino que es el primer salto de un proceso exógeno. Los parámetros que gobiernan la probabilidad aleatoria de incumplimiento se infieren de datos del mercado. En los modelos de forma reducida las probabilidades de incumplimiento y migración son modeladas por un proceso en el que las variables son factores de fondo. Estos factores pueden ser indicadores macroeconómicos o variables aleatorias no observables.

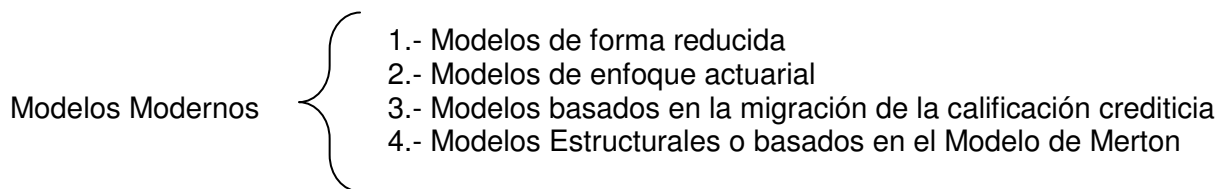
Históricamente hablando los modelos de riesgo de crédito también se pueden clasificar en dos grandes grupos, Byström Hans NE, (2005) :



Los modelos de crédito tradicionales, se enfocan al **análisis individual** de créditos o de empresas y se dividen en los siguientes tipos:



Los modelos modernos se enfocan a **portafolios de créditos** o portafolios de empresas y se clasifican en los siguientes tipos:



Los modelos de estructurales y de forma reducida ya fueron reseñados líneas arriba. A continuación me referiré brevemente a los modelos de enfoque actuarial y los modelos basados en la migración de la calificación crediticia.

4.5.- Modelos de enfoque actuarial (Credit Risk Plus, de Credit Suisse Financial Products).- Los modelos de enfoque actuarial estiman la distribución de pérdidas utilizando técnicas empleadas en la industria de los seguros. Sólo consideran el riesgo de incumplimiento. En lugar de intentar relacionar la probabilidad de incumplimiento a la estructura de capital de la empresa, el modelo clasifica a los acreditados por sectores, cada uno de los cuales tiene asignado una probabilidad promedio de incumplimiento y una de tasa de

volatilidad de incumplimiento determinados. Se asume que el tasa de incumplimiento de cada acreditado individual sigue un proceso de Poisson

4.6.- Modelos basados en la migración de la calificación crediticia (CreditMetrics de J.P. Morgan).-

Los modelos basados en la migración de la categoría crediticia asumen que los cambios en la variable latente que gobierna la categoría crediticia están distribuidos normalmente. La probabilidad de que ocurra un cambio en la categoría crediticia de un acreditado (incluyendo incumplimiento) dentro de un horizonte de tiempo determinado puede ser expresada como la probabilidad de una variable normalmente distribuida dentro de varios valores críticos. Estos valores críticos se calculan usando la calificación crediticia del acreditado y los datos históricos de sus migraciones de calificación crediticia. Estos datos de migración se presentan generalmente en forma de una matriz de probabilidades que muestra la probabilidad de que la categoría crediticia de un acreditado puede migrar a otra categoría crediticia. El modelo calcula el valor de cada uno de los activos del portafolio al final de un periodo previamente establecido, que generalmente es un año y en base a estos valores y a las probabilidades de migración de cada activo calcula la distribución de pérdidas de cada activo y del portafolio en su conjunto. Los detalles de la forma en que opera este modelo se verán en este mismo capítulo más adelante.

En las siguientes secciones de este capítulo vamos a explicar en detalle los siguientes modelos de crédito:

- Credit Migration Approach to Measuring Credit Risk (Credit Metrics)
- CreditRisk

4.7. - CreditMetrics de J.P. Morgan.- Modelo basado en la migración de la calificación crediticia.

CreditMetrics fue desarrollado en 1997 por J.P. Morgan y se describe como un modelo de cartera para la medición del riesgo debido a cambios de valor causados por migraciones en la calidad crediticia de los obligados.

El objetivo de Creditmetrics es proveer un proceso para estimar la distribución de valor de cualquier portafolio de activos sujeto a cambios en la calificación de crédito de los activos. La distribución de valor se resume por una media, una desviación estándar y un percentil.

La parte central de CreditMetrics es la noción de que el valor de un activo o de un portafolio debe ser visto no solamente en términos de su probabilidad de incumplimiento sino también en términos de cambios en la calidad crediticia a través del tiempo, de los cuales el incumplimiento es solamente un caso especial.

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 como migran conjuntamente los obligados.

Para mayor claridad de la forma en que opera Creditmetrics vamos a calcular a continuación la pérdida esperada, la pérdida no esperada (VaR) y la desviación estándar de dos portafolios. El primero compuesto sólo por un bono calificación BBB y el segundo compuesto por dos bonos uno calificación BBB y el otro calificación A.

4.7.1.- Pérdida esperada y pérdida no esperada de un bono calificación BBB.

Considerar un bono al cual se le ha asignado la calificación BBB y el cual vence en 5 años. Para los efectos de este ejemplo se utilizan la matriz de probabilidades de incumpliendo y la matriz de migración de S&P. por otra parte se elije calcular el riesgo a un año.

Da que el horizonte de riesgo es un año es necesario determinar el rango de valores que el bono puede tomar al final de este periodo. Para ello primero se tiene que definir cuales son las diferentes posibilidades que tiene el bono BBB de migrar a otra calificación:

Cuadro 4.7.1.1.- Posibilidades de migración d un bono

Calificación del bono al principio del año	Calificación del bono al final del año
BBB	AAA
BBB	AA
BBB	A
BBB	BBB
BBB	BB
BBB	B
BBB	CCC
BBB	D

De la matriz de transición de transición de S&P a un año se puede obtener la probabilidad de que cada una de las migraciones posibles ocurra:

Cuadro 4.7.1.2.- Matriz de transición: probabilidades de migración de calificación de crédito de una categoría a otra, en el transcurso de un año

Calificación Inicial	Calificación al final del año (%)							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D
AAA	90.81	8.33	0.68	0.06	0.12	0	0	0
AA	0.7	90.65	7.79	0.64	0.06	0.14	0.02	0
A	0.09	2.27	91.05	5.52	0.74	0.26	0.01	0.06
BBB	0.02	0.33	5.95	86.93	5.3	1.17	0.12	0.18
BB	0.03	0.14	0.67	7.73	80.53	8.84	1	1.06
B	0	0.11	0.24	0.43	6.48	83.46	4.07	5.2
CCC	0.22	0	0.22	1.3	2.38	11.24	64.87	19.79

Fuente: Risk Management, Michel Crouhy, Dan Galai, Robert Mark, Edit. Mc Graw Hill

Por lo tanto la probabilidad de ocurrencia de cada una de las migraciones quedaría como sigue:

Cuadro 4.7.1.3- Probabilidades de migración de la calificación de crédito, de una categoría a otra, en el transcurso de un año de un bono BBB

Calificación del bono al principio del año	Calificación del bono al final del año	Probabilidad de que la migración ocurra
BBB	AAA	0.02
BBB	AA	0.33
BBB	A	5.95
BBB	BBB	86.93
BBB	BB	5.3
BBB	B	1.17
BBB	CCC	0.12
BBB	D	0.18

El siguiente paso es obtener el valor que tendría el bono en cada uno de los escenarios de migración consignados en la tabla anterior. Que valor tendrá el bono al final del año si asciende a la calificación AA o si desciende a la calificación BB?

Para calcular estos valores debemos encontrar el valor presente del flujo de efectivo del bono de acuerdo a su nueva calificación. La tasa de descuento a utilizar para encontrar el valor presente en cada caso se lee de la curva de tasas forward cupón cero a un año, un ejemplo de la cual se menciona a continuación:

Cuadro 4.7.1.4.- Curva de tasas cupón cero adelantadas para Calificación de crédito (%)

Categoría	Años			
	1	2	3	4
AAA	3.60	4.17	4.73	5.12
AA	3.65	4.22	4.78	5.17
A	3.72	4.32	4.93	5.32
BBB	4.10	4.67	5.25	5.63
BB	5.55	6.02	6.78	7.27
B	6.05	7.02	8.03	8.52
CCC	15.05	15.02	14.03	13.52

Fuente: Risk Management, Michel Crouhy, Dan Galai, Robert Mark, Edit. Mc Graw Hill

Como se observa en esta tabla cada calificación de bono tiene una curva cupón cero diferente a las demás.

Para ilustrar el método de cálculo, considerar un bono BBB con vencimiento a 5 años, valor nominal de \$100 y tasa cupón de 6%. Se desea encontrar el valor del bono al final del año suponiendo que la calificación del bono se reevalúa a "A".

Para obtener el valor del bono asumiendo una revaluación a clase "A", se utiliza la formula:

$$V_A = 6 + \frac{6}{(1+3.72\%)} + \frac{6}{(1+3.32\%)^2} + \frac{6}{(1+4.93\%)^3} + \frac{6}{(1+5.32\%)^4} = 108.66 \quad (4.7.1.1)$$

Y si el bono se mantiene en la calificación BBB, su valor será:

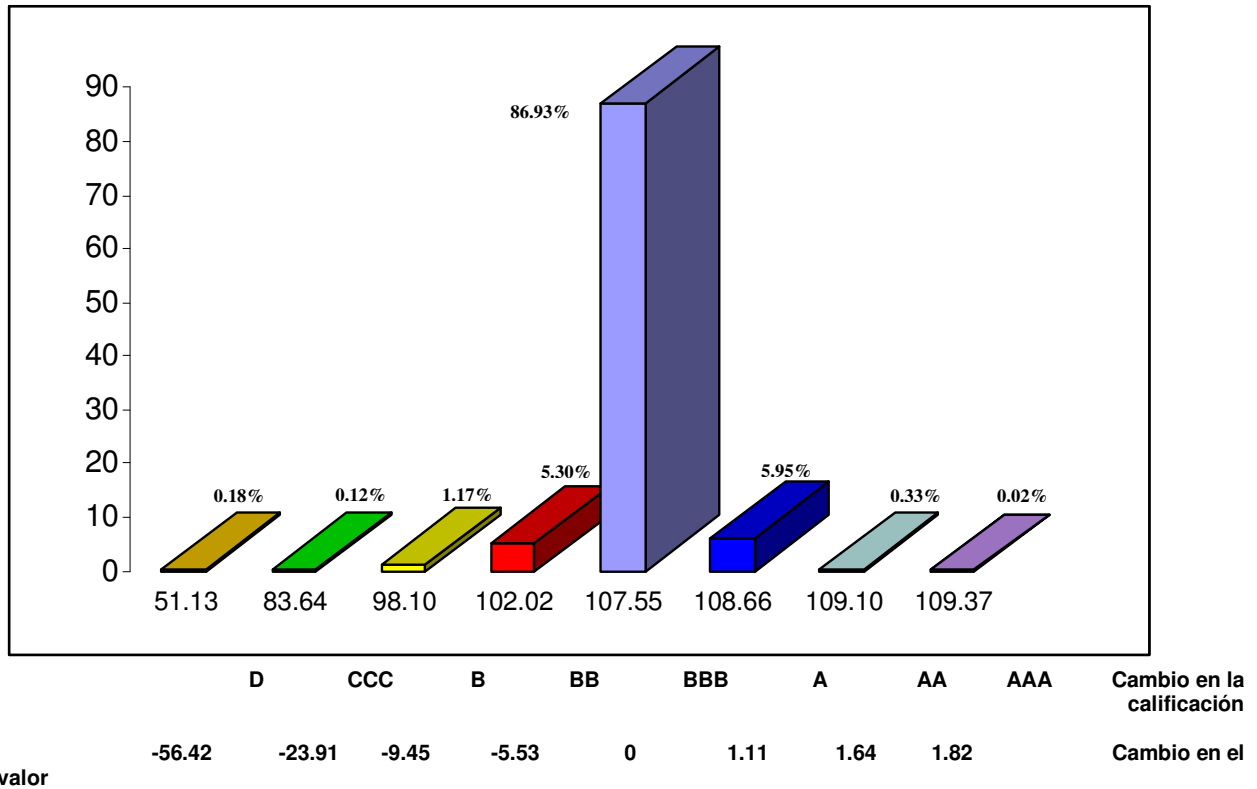
$$V_{BBB} = 6 + \frac{6}{(1+4.1\%)} + \frac{6}{(1+4.67\%)^2} + \frac{6}{(1+5.25\%)^3} + \frac{6}{(1+5.63\%)^4} = 107.55 \quad (4.7.1.2)$$

En igual forma se calcula el valor del bono para todas las demás calificaciones, obteniéndose los siguientes valores:

Cuadro 4.7.1.5.- Valor de un bono BBB al final del 1er año según haya sido la categoría de crédito a la que hubiese migrado

Calificación	Cupón	Valor al final del año 1 de los flujos Futuros	Valor Total	Probabilidad %
AAA	6.00	103.37	109.37	0.02
AA	6.00	103.10	109.10	0.33
A	6.00	102.66	108.66	5.95
BBB	6.00	101.55	107.55	86.93
BB	6.00	96.02	102.02	5.3
B	6.00	92.10	98.10	1.17
CCC	6.00	77.64	83.64	0.12
D		51.13	51.13	0.18

Figura 4.7.1.6.- Distribución del valor del bono BBB después un año



En la gráfica anterior se muestra el valor del bono después de un año dependiendo de la calificación a la que migró, indicándose también en la gráfica la probabilidad de que cada una de las migraciones posibles ocurra.

Así pues la probabilidad de que el bono no emigre y permanezca con la calificación que tiene es de 86.93%. En cambio la probabilidad de que migre a la calificación AAA y su valor aumente a 109.37, es de sólo 0.02%. En el siguiente cuadro se calcula la media y la desviación estándar del bono clase BBB:

Cuadro 4.7.1.7.- Cálculo de la volatilidad en el valor debido a cambios en la calificación de crédito del bono BBB

Calificación final	Precio Final	Probabilidad %	(P×V)	Diferencia respecto a la media	$P_j(V_j-V)^2$
(j)	(V _j)	(P _j)		(V _j -V)	
AAA	109.37	0.02	0.02	2.28	0.0010416
AA	109.19	0.33	0.36	2.10	0.0145819
A	108.66	5.95	6.47	1.57	0.1470508
BBB	107.55	86.93	93.49	0.46	0.1856127
BB	102.02	5.30	5.41	-5.07	1.3612410
B	98.10	1.17	1.15	-8.99	0.9451572
CCC	83.64	0.12	0.10	-23.45	0.6597658
D	51.13	0.18	0.09	-55.96	5.6363195

Media (V) = 107.09 $\sigma^2 = 8.9507705$

$\sigma = 2.9917838$

Para el caso del bono BBB se encontró una media de 107.09 y una desviación estándar de 2.99

Si el bono empieza y termina el año con la misma calificación entonces no ocurre ninguna pérdida o ganancia. El valor del bono solo varia si al final del año la calificación del bono es diferente a la que tenía al principio del año.

Por lo tanto el valor promedio del bono representa el valor que se espera tenga el bono al final del año el cual dependerá de su calificación inicial y de las probabilidades de migración hacia otras calificaciones.

Por lo tanto la **pérdida esperada** es el resultado de restar al valor promedio del bono (107.09) el valor que tendría el bono al final del año si su calificación no hubiera cambiado (107.55):

$$\text{Pérdida esperada (EL)} = V_{\text{PROMEDIO}} - V_{\text{BBB}} = 107.09 - 107.55 = - 0.47 \quad (4.7.1.3)$$

La pérdida no esperada, según la definición adoptada en el capítulo 1, sería igual a la desviación estándar o sea igual 2.99

$$\text{Pérdida no esperada (UL)} = 2.99 \quad (4.7.1.4)$$

Una vez calculado la pérdida esperada el siguiente paso es calcular la pérdida máxima posible (PML), con un nivel de confianza de 99%.

En el cuadro 4.7.1.8 observamos que el nivel percentil 1 es igual a 98.10, o sea la pérdida máxima probable con un nivel de confianza de 99% es igual a la diferencia entre el nivel percentil 1º y valor que tendría el bono al final del año si su calificación no hubiera migrado (107.55), es decir:

$$\text{Pérdida máxima probable (PML)} = V_{1\%} - V_{\text{BBB}} = 98.10 - 107.55 = - 9.45 \quad (4.7.1.5)$$

Aplicando la fórmula (1.1.1) obtenemos el valor del capital económico con un nivel de confianza de 99%:

$$\text{EC} = \text{PML} - \text{EL} \quad (4.7.1.6)$$

$$\text{EC} = -9.45 - (-0.47) = - 8.98 \quad (4.7.1.7)$$

Cuadro 4.7.1.8.- Cálculo del nivel percentil 1 del bono clase BBB

Calificación inicial	Calificación final	Precio Final	Precio Inicial	Pérdida/ Ganancia	Probabilidad %	Probabilidad Acumulada	Percentil
BBB	AAA	109.37	107.55	1.82	0.02	0.02	100
BBB	AA	109.19	107.55	1.64	0.33	0.35	99
BBB	A	108.66	107.55	1.11	5.95	6.30	94
BBB	BBB	107.55	107.55	0.00	86.93	93.23	7
BBB	BB	102.02	107.55	-5.53	5.30	98.53	2
BBB	B	98.10	107.55	-9.45	1.17	99.70	1
BBB	CCC	83.64	107.55	-23.91	0.12	99.82	0
BBB	D	51.13	107.55	-56.42	0.18	100.00	0

4.7.2.- Pérdida esperada y pérdida no esperada de un portafolio compuesto por un bono calificación “BBB” y por un bono calificación “A”.

Este portafolio está compuesto por el bono BBB con vencimiento a 5 años, valor nominal de \$100 y tasa cupón de 6%, que ya analizamos en el inciso anterior y por un segundo bono calificación A, valor nominal \$100 y tasa cupón de 5% a tres años.

Se desea obtener el valor de la pérdida esperada (EL), de la pérdida no esperada (UL), del nivel percentil 1, de la pérdida máxima probable (PML) y del capital económico del portafolio (VaR de crédito) de este portafolio a un año. Para ello procedemos en tres pasos:

Paso # 1: Probabilidades de migración del portafolio

Determinar cuales son los posibles estados a los cuales pueden migrar conjuntamente los dos bonos del portafolio de acuerdo a su calificación y calcular la probabilidad de que ocurra cada una de estas migraciones.

Paso # 2: Valuación del portafolio

Para calcular el valor del portafolio en cada uno de los estados a los cuales pueden migrar de manera conjunta cada uno de los bonos que lo conforman, es necesario valuar el valor presente de cada uno de los bonos utilizando las curvas de descuento tasa cupón cero adelantadas ajustadas por riesgo de acuerdo a la calificación de los bonos.

Estas curvas son las mismas que se utilizaron para analizar el portafolio compuesto por un solo instrumento.

Paso # 3: Cálculo de la media, de la desviación estándar, del nivel percentil 1%, de la pérdida máxima probable y de capital económico del portafolio.

Los valores posibles que el bono BBB puede tener al final del primer año, con sus respectivas probabilidades de alcanzarlos, ya se calcularon anteriormente y se resumieron en el cuadro 4.3.1.15.

Siguiendo el mismo procedimiento se calculan estos mismos valores para el bono clase A del portafolio y los valores que se obtienen se consignan en el siguiente cuadro 4.7.2.1.

4.7.2.1.- Valores posibles del bono clase A al final del primer año

Calificación	Cupón	Posibles valores adelantados del bono al final del primer año (Forward Value)	Valor Total	Probabilidad %
AAA	5.00	101.59	106.59	0.09
AA	5.00	101.49	106.49	2.27
A	5.00	101.30	106.30	91.05
BBB	5.00	100.64	105.64	5.52
BB	5.00	98.15	103.15	0.74
B	5.00	96.39	101.39	0.60
CCC	5.00	73.71	88.71	0.01
D		51.13	51.13	0.06

En el siguiente cuadro se calcula la media y la desviación estándar del bono clase A igual que lo hicimos anteriormente para el bono BBB:

Cuadro 4.7.2.2.- Cálculo de la media, desviación estándar y del nivel percentil 1% del bono A

Calificación final j	Valor final V _j	Probabilidad (%) P _j	V _j × P _j	Dif. a la media V _j - V	P _j (V _j - V) ²	Probabilidad Acumulada	Percentil
AAA	106.59	0.09	0.10	0.39	0.00014	100.0%	100
AA	106.49	2.27	2.42	0.29	0.00195	99.9%	99
A	106.30	91.05	96.79	0.10	0.00962	97.7%	97
BBB	105.64	5.52	5.83	-0.56	0.01714	6.6%	6
BB	103.15	0.74	0.76	-3.05	0.06871	1.1%	1
B	101.39	0.26	0.26	-4.81	0.06008	0.3%	0
CCC	88.71	0.01	0.01	-17.49	0.03058	0.1%	0
D	51.13	0.06	0.03	-55.07	1.81944	0.1%	0

$$\text{Media (V)} = 106.20 \quad \sigma^2 = 2.00766$$

$$\sigma = 1.41692$$

Conociendo los valores de la media y de la desviación estándar del bono podemos calcular la pérdida esperada, la pérdida no esperada la pérdida máxima posible y el capital económico del bono clase A:

$$\text{Pérdida esperada (EL)} = V_{\text{PROMEDIO}} - V_A = 106.20 - 106.30 = -0.10 \quad (4.7.1.8)$$

$$\text{Pérdida no esperada (UL)} = \text{Desviación estándar}_{\text{BONO A}} = 1.416$$

$$\text{Pérdida máxima probable (PML)} = V_{1\%} - V_A = 103.15 - 106.30 = -3.15$$

$$\text{EC} = \text{PML} - \text{EL} \quad (4.7.1.9)$$

$$\text{EC} = -3.15 - (-0.10) = -3.05 \quad (4.7.1.10)$$

La matriz de probabilidad de migración conjunta del portafolio, correspondiente al **paso # 1**, se determina en el siguiente cuadro 4.7.2.3. El valor consignado en cada una de las celdas de este cuadro representa la probabilidad conjunta de que los bonos tengan al final del año las calificaciones intersectadas. Así por ejemplo la probabilidad marcada de color rojo (**0.29%**) es la probabilidad de que el bono "A" haya migrado a la calificación "BBB" y el bono BBB haya migrado a la calificación "BB" de manera conjunta.

Cuadro 4.7.2.3.- Matriz de probabilidades de migración conjunta con correlación cero

			Obligado 1 (A)							
			AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D
			0.09	2.27	91.05	5.52	0.74	0.26	0.01	0.06
Obligado 2 (BBB)	AAA	0.02	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	AA	0.33	0.00%	0.01%	0.30%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	A	5.95	0.01%	0.14%	5.42%	0.33%	0.04%	0.02%	0.00%	0.00%
	BBB	86.93	0.08%	1.97%	79.15%	4.80%	0.64%	0.23%	0.01%	0.05%
	BB	5.3	0.00%	0.12%	4.83%	0.29%	0.04%	0.01%	0.00%	0.00%
	B	1.17	0.00%	0.03%	1.07%	0.06%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
	CCC	0.12	0.00%	0.00%	0.11%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
D	0.18	0.00%	0.00%	0.16%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

El cálculo del valor de cada una de las celdas de esta matriz se realiza aplicando la formula siguiente, Philippe Jorion, (2003):

$$\text{Prob}(A,B) = \text{Corr}(A,B) \{(p(A) [1- p(A)]\}^{1/2} \{(p(B) [1- p(B)]\}^{1/2} + P(A) P(B)$$

(4.7.1.11)

Ya que en este ejemplo se parte de la base de que la correlación entre los dos bonos es igual a cero entonces la fórmula se reduce a :

$$\text{Prob}(A,B) = P(A) P(B)$$

(4.7.1.12)

El valor promedio y la varianza del portafolio se calcula aplicando las fórmulas :

$$\text{Promedio} = \mu_{\text{TOTAL}} = \sum_{i=1}^{s=64} p_i \mu_i$$

(4.7.1.13)

$$\text{Varianza} = \sigma^2_{\text{TOTAL}} = \sum_{i=1}^{s=64} p_i \mu_i^2 - \mu^2_{\text{TOTAL}}$$

(4.7.1.14)

En las fórmulas anteriores μ_i es la matriz de valores promedio del portafolio consignado en el cuadro 4.7.2.3 anterior y p_i es la matriz de probabilidades conjuntas de migración que se consigna en el cuadro 4.7.2.3. El cálculo del valor de portafolio en cada uno de los estados a los cuales pueden migrar de manera conjunta los bonos del mismo, correspondiente al **paso # 2**, se consigna en el cuadro 4.7.2.4 siguiente. Este cuadro muestra los 64 valores posibles que puede adoptar el valor del portafolio al final del primer año, dependiendo de la categoría a la que haya migrado cada uno de los bonos que lo conforman. El valor del portafolio al final del primer año puede fluctuar entre 102.3 (en caso de que los dos bonos hubieran caído en incumplimiento) y 215.96 (en caso de que los dos bonos hayan migrado a la máxima categoría “AAA”).

Cuadro 4.7.2.4.- Matriz de valores promedio del portafolio dependiendo de la forma en que migre la calificación de cada uno de los bonos (μ_i)

		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D
		106.6	106.49	106.3	105.64	103.15	101.39	88.71	51.13
AAA	109.37	215.96	215.86	215.67	215.01	212.52	210.76	198.08	160.5
AA	109.19	215.8	215.68	215.49	214.83	212.34	210.58	197.9	160.3
A	108.66	215.3	215.15	214.96	214.3	211.81	210.05	197.37	159.8
BBB	107.55	214.1	214.04	213.85	213.19	210.7	208.94	196.26	158.7
BB	102.02	208.6	208.51	208.32	207.66	205.17	203.41	190.73	153.2
B	98.1	204.7	204.59	204.4	203.74	201.25	199.49	186.81	149.2
CCC	83.64	190.2	190.13	189.94	189.28	186.79	185.03	172.35	134.8
D	51.13	157.7	157.62	157.43	156.77	154.28	152.52	139.84	102.3

Multiplicando las dos tablas y sumando los resultados parciales se obtiene el valor promedio del portafolio, que se consigna en el siguiente cuadro 4.7.2.5.

Cuadro 4.7.2.5.- Resultado de multiplicar celda por celda de los cuadros 4.7.2.3 y Y 4.7.2.4

$p_i \times \mu_i$								Σ
0.000	0.001	0.039	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0431
0.001	0.016	0.647	0.039	0.005	0.002	0.000	0.000	0.7108
0.012	0.291	11.645	0.704	0.093	0.032	0.001	0.006	12.7840
0.168	4.224	169.262	10.230	1.355	0.472	0.017	0.083	185.8104
0.010	0.251	10.053	0.608	0.080	0.028	0.001	0.005	11.0355
0.002	0.054	2.177	0.132	0.017	0.006	0.000	0.001	2.3903
0.000	0.005	0.208	0.013	0.002	0.001	0.000	0.000	0.2278
0.000	0.006	0.258	0.016	0.002	0.001	0.000	0.000	0.2832
S = 64								
Promedio : $\mu_{TOTAL} = \sum_{i=1} p_i \mu_i =$								213.2851

La pérdida esperada del portafolio será entonces igual al valor promedio que tendrá el portafolio al final del año menos el valor inicial del portafolio:

$$\text{Pérdida esperada (EL)} = V_{\text{PROMEDIO}} - V_{A, BBB} = 213.2851 - 213.85 = - 0.5649 \quad (4.7.1.15)$$

Cuadro 4.7.2.6.- Cálculo de la varianza del portafolio

$p_i \mu_i^2$								Σ
0.01	0.21	8.47	0.51	0.07	0.02	0.00	0.00	9.29
0.14	3.48	139.52	8.41	1.10	0.38	0.01	0.05	153.10
2.48	62.52	2,503.30	150.83	19.75	6.83	0.23	0.91	2,746.85
35.88	904.04	36,196.63	2,180.93	285.58	98.67	3.35	13.13	39,718.21
2.08	52.31	2,094.20	126.16	16.51	5.70	0.19	0.75	2,297.89
0.44	11.12	445.07	26.81	3.51	1.21	0.04	0.16	488.35
0.04	0.98	39.42	2.37	0.31	0.11	0.00	0.01	43.25
0.04	1.02	40.62	2.44	0.32	0.11	0.00	0.01	44.56
Total:								45,501.50

Es decir:

$$\sum_{i=1}^{64} p_i \mu_i^2 = 45,501.50 \quad (4.7.1.17)$$

$$\mu_{\text{PORTAFOLIO}}^2 = (213.2815)^2 = 45,490.54 \quad (4.7.1.18)$$

$$\text{Varianza}_{\text{PORTAFOLIO}} = \sigma_{\text{PORTAFOLIO}}^2 = \sum_{i=1}^{64} p_i \mu_i^2 - \mu_{\text{PORTAFOLIO}}^2 = 45,501.50 - 45,490.54 = 10.96, \quad (4.7.1.17)$$

Por lo tanto la pérdida no esperada del portafolio es igual a la raíz cuadrada de 10.96, o sea:

$$\text{Pérdida no esperada (UL)} = (10.96)^{1/2} = 3.31 \quad (4.7.1.19)$$

Para calcular el valor en riesgo o capital económico del portafolio desplegamos el contenido de los cuadros 4.7.2.3 y 4.7.2.4, ordenamos en forma descendente la columna correspondiente al valor del portafolio y acumulamos en la última columna la probabilidad asociada a cada valor del portafolio.

Después se localiza el valor del portafolio al nivel del percentil 1% que en este caso resulta ser igual 204.40.

Cuadro 4.7.2.7.- Cálculo del nivel percentil 1 del portafolio

Portafolio de dos Bonos con correlación cero										
	Bono A	Bono BBB	Bono A	Bono BBB	Total	Bono A	Bono BBB	Valor	%	% Acumulado.
1	AAA	AAA	106.59	109.37	215.96	AAA	AAA	215.96	0.00%	0.00%
2	AAA	AA	106.59	109.10	215.69	AA	AAA	215.86	0.00%	0.00%
3	AAA	A	106.59	108.66	215.25	AAA	AA	215.69	0.00%	0.00%
4	AAA	BBB	106.59	107.55	214.14	A	AAA	215.67	0.02%	0.02%
5	AAA	BB	106.59	102.02	208.61	AA	AA	215.59	0.01%	0.03%
6	AAA	B	106.59	98.10	204.69	A	AA	215.40	0.30%	0.33%
7	AAA	CCC	106.59	83.64	190.23	AAA	A	215.25	0.01%	0.33%
8	AAA	D	106.59	51.13	157.72	AA	A	215.15	0.14%	0.47%
9	AA	AAA	106.49	109.37	215.86	BBB	AAA	215.01	0.00%	0.47%
10	AA	AA	106.49	109.10	215.59	A	A	214.96	5.42%	5.89%
11	AA	A	106.49	108.66	215.15	BBB	AA	214.74	0.02%	5.90%
12	AA	BBB	106.49	107.55	214.04	BBB	A	214.30	0.33%	6.23%
13	AA	BB	106.49	102.02	208.51	AAA	BBB	214.14	0.08%	6.31%
14	AA	B	106.49	98.10	204.59	AA	BBB	214.04	1.97%	8.28%
15	AA	CCC	106.49	83.64	190.13	A	BBB	213.85	79.15%	87.43%
16	AA	D	106.49	51.13	157.62	BBB	BBB	213.19	4.80%	92.23%
17	A	AAA	106.3	109.37	215.67	BB	AAA	212.52	0.00%	92.23%
18	A	AA	106.3	109.10	215.40	BB	AA	212.25	0.00%	92.24%
19	A	A	106.3	108.66	214.96	BB	A	211.81	0.04%	92.28%
20	A	BBB	106.3	107.55	213.85	B	AAA	210.76	0.00%	92.28%
21	A	BB	106.3	102.02	208.32	BB	BBB	210.70	0.64%	92.92%
22	A	B	106.3	98.10	204.40	B	AA	210.49	0.00%	92.92%
23	A	CCC	106.3	83.64	189.94	B	A	210.05	0.02%	92.94%
24	A	D	106.3	51.13	157.43	B	BBB	208.94	0.23%	93.16%
25	BBB	AAA	105.64	109.37	215.01	AAA	BB	208.61	0.00%	93.17%
26	BBB	AA	105.64	109.10	214.74	AA	BB	208.51	0.12%	93.29%
27	BBB	A	105.64	108.66	214.30	A	BB	208.32	4.83%	98.12%
28	BBB	BBB	105.64	107.55	213.19	BBB	BB	207.66	0.29%	98.41%

Cuadro 4.7.2.7.- Cálculo del nivel percentil 1 del portafolio (continuación)

Portafolio de dos Bonos con correlación cero										
	Bono A	Bono BBB	Bono A	Bono BBB	Total	Bono A	Bono BBB	Valor	%	% Acumulado.
29	BBB	BB	105.64	102.02	207.66	BB	BB	205.17	0.04%	98.45%
30	BBB	B	105.64	98.10	203.74	AAA	B	204.69	0.00%	98.45%
31	BBB	CCC	105.64	83.64	189.28	AA	B	204.59	0.03%	98.47%
32	BBB	D	105.64	51.13	156.77	A	B	204.40	1.07%	99.54%
33	BB	AAA	103.15	109.37	212.52	BBB	B	203.74	0.06%	99.60%
34	BB	AA	103.15	109.10	212.25	B	BB	203.41	0.01%	99.62%
35	BB	A	103.15	108.66	211.81	BB	B	201.25	0.01%	99.63%
36	BB	BBB	103.15	107.55	210.70	B	B	199.49	0.00%	99.63%
37	BB	BB	103.15	102.02	205.17	CCC	AAA	198.08	0.00%	99.63%
38	BB	B	103.15	98.10	201.25	CCC	AA	197.81	0.00%	99.63%
39	BB	CCC	103.15	83.64	186.79	CCC	A	197.37	0.00%	99.63%
40	BB	D	103.15	51.13	154.28	CCC	BBB	196.26	0.01%	99.64%
41	B	AAA	101.39	109.37	210.76	CCC	BB	190.73	0.00%	99.64%
42	B	AA	101.39	109.10	210.49	AAA	CCC	190.23	0.00%	99.64%
43	B	A	101.39	108.66	210.05	AA	CCC	190.13	0.00%	99.64%
44	B	BBB	101.39	107.55	208.94	A	CCC	189.94	0.11%	99.75%
45	B	BB	101.39	102.02	203.41	BBB	CCC	189.28	0.01%	99.76%
46	B	B	101.39	98.10	199.49	CCC	B	186.81	0.00%	99.76%
47	B	CCC	101.39	83.64	185.03	BB	CCC	186.79	0.00%	99.76%
48	B	D	101.39	51.13	152.52	B	CCC	185.03	0.00%	99.76%
49	CCC	AAA	88.71	109.37	198.08	CCC	CCC	172.35	0.00%	99.76%
50	CCC	AA	88.71	109.10	197.81	D	AAA	160.50	0.00%	99.76%
51	CCC	A	88.71	108.66	197.37	D	AA	160.23	0.00%	99.76%
52	CCC	BBB	88.71	107.55	196.26	D	A	159.79	0.00%	99.76%
53	CCC	BB	88.71	102.02	190.73	D	BBB	158.68	0.05%	99.82%
54	CCC	B	88.71	98.10	186.81	AAA	D	157.72	0.00%	99.82%
55	CCC	CCC	88.71	83.64	172.35	AA	D	157.62	0.00%	99.82%
56	CCC	D	88.71	51.13	139.84	A	D	157.43	0.16%	99.98%
57	D	AAA	51.13	109.37	160.50	BBB	D	156.77	0.01%	99.99%
58	D	AA	51.13	109.10	160.23	BB	D	154.28	0.00%	100.00%
59	D	A	51.13	108.66	159.79	D	BB	153.15	0.00%	100.00%
60	D	BBB	51.13	107.55	158.68	B	D	152.52	0.00%	100.00%
61	D	BB	51.13	102.02	153.15	D	B	149.23	0.00%	100.00%
62	D	B	51.13	98.10	149.23	CCC	D	139.84	0.00%	100.00%
63	D	CCC	51.13	83.64	134.77	D	CCC	134.77	0.00%	100.00%
64	D	D	51.13	51.13	102.26	D	D	102.26	0.00%	100.00%

Por lo tanto el valor de la pérdida máxima probable con un nivel de confianza de 99% es igual a:

$$\text{Pérdida máxima probable (PML)} = V_{1\%} - V_{A, BBB} = 204.40 - 213.85 = - 9.45$$

(4.7.1.20)

Aplicando la fórmula (1.1.1) obtenemos el valor del capital económico (VaR de crédito) con un nivel de confianza de 99%:

$$EC = PML - EL$$

(4.7.1.21)

$$EC = -9.45 - (-0.5649) = - 8.89$$

(4.7.1.22)

En el resumen de datos siguiente se observa que la inclusión del bono clase A en el portafolio que ya tenía un portafolio clase BBB, incrementa la pérdida esperada y la pérdida no esperada en sólo 0.07 y 0.32 unidades respectivamente, no obstante que la pérdida esperada y la pérdida no esperada del bono A en forma individual es de 0.10 y 1.42 unidades respectivamente. En cambio el valor en riesgo del portafolio disminuye 0.10 unidades con la inclusión del bono A.

Cuadro 4.7.2.8.- Resumen del cálculo del riesgo del portafolio compuesto por un bono clase BBB y un bono clase A

	V ₀	Media (μ)	D. Estd. (σ)	Nivel 1%	PML	EL	UL	VaR
Bono BBB	107.55	107.09	2.99	98.10	- 9.45	- 0.46	- 2.99	- 8.99
Bono A	106.30	106.20	1.42	103.15	- 3.15	- 0.10	- 1.42	- 3.05
Suma	213.85	213.29	4.41	201.25	-12.6	- 0.56	- 4.41	- 12.04
Portafolio	213.85	213.2851	3.31	204.40	- 9.45	-0.53	3.31	- 8.89
Contr. Marginal						- 0.07	-0.32	+ 0.10

4.8. - CreditRisk

El modelo CreditRisk trata al proceso de incumplimiento como un proceso exógeno. CreditRisk es un modelo actuarial puro. Esto significa que las probabilidades de incumplimiento empleadas por el modelo están basadas en datos estadísticos que a través de los años se han recopilado acerca de las experiencias históricas de incumplimiento de diferentes clases de créditos.

Credit Risk asume que la distribución de probabilidades de incumplimiento a lo largo de cualquier periodo de tiempo se comporta como una distribución de probabilidades de Poisson. Basado en tal premisa CreditRisk genera la distribución de probabilidades de un bono o un crédito basándose en las características individuales de incumplimiento de cada instrumento y de sus respectivas correlaciones de incumplimiento.

CreditRisk aplica un marco de referencia actuarial para derivar la distribución de pérdidas de un bono o de un portafolio de créditos. Sólo se modela el riesgo de incumplimiento; se ignora el riesgo de degradación o migración. Tampoco intenta conocer las causas de incumplimiento. Lo único que toma en cuenta es si un obligado cayó en incumplimiento con una probabilidad de P_A o no cayó en incumplimiento con una probabilidad de 1- P_A.

- se asume que para un crédito la probabilidad de incumplimiento dentro de un periodo dado, como por ejemplo un mes, es la misma que en cualquier otro mes,
- para un grupo grande de deudores, la probabilidad de incumplimiento de cualquiera de los deudores es pequeña, y el número de incumplimientos que ocurren en cualquier periodo dado es independiente del número de incumplimientos que llegaran a ocurrir en cualquier otro periodo.

Bajo tales premisas la distribución de probabilidades del número de incumplimientos durante un periodo cualquiera (por ejemplo un año) está bien representada por una distribución de Poisson:

$$\text{Prob} (n \text{ incumplimientos}) = \frac{\mu^n e^{-\mu}}{n!} \quad \text{para } n = 0,1,2,\dots \quad (4.8.1)$$

Donde:

$$\mu = \text{promedio del número de incumplimientos por año} \quad (\mu = \sum P_A) \quad (4.8.2)$$

El número de de incumplimientos, μ , es una variable estocástica con media igual a μ , y desviación estándar igual a $\mu^{1/2}$.

La distribución de Poisson tiene una propiedad muy útil: puede ser especificada por medio de un solo parámetro: μ . por ejemplo si asumimos que $\mu = 3$, entonces la probabilidad de cero incumplimientos en el siguiente año es:

$$\text{Prob (n incumplimientos) } = \frac{3^0 e^{-3}}{0!} = 0.05 = 5\% \quad (4.8.3)$$

Mientras que la probabilidad de tener exactamente 3 incumplimientos es:

$$\text{Prob (n incumplimientos) } = \frac{3^3 e^{-3}}{3!} = 0.224 = 22.4 \% \quad (4.8.4)$$

Para calcular la pérdida esperada de un portafolio de crédito utilizando el método de CreditRisk se parte de la definición de pérdida esperada:

Pérdida esperada de crédito = Prob[incumplimiento] x E[Exposición crediticia]xE[Pérdida en caso de incumplimiento]

y se procede de la siguiente manera:

- 1.- Se califica cada uno de los créditos que conforman el portafolio y se le asigna a cada instrumento la probabilidad de incumplimiento que le corresponda de acuerdo a su calificación, utilizando para ello la matriz de probabilidades de incumplimiento de S&P o Moody's

La calificación crediticia, de acuerdo a Moody's, es "una opinión acerca de la habilidad futura y de la obligación legal de una persona moral de realizar oportunamente el pago del principal y de los intereses de los instrumentos de deuda emitidos por ella"

En la siguiente tabla se presenta la interpretación de varias calificaciones de crédito usadas por las calificadoras de riesgo de crédito más grandes, que son Moody's y Standard and Poor's:

Cuadro 4.8.1.- Escalas de calificación crediticia

Grado	Standard & Poors	Moody's
<u>De Inversión</u>		
El más alto	AAA	Aaa
Alto	AA	Aa
Medio superior	A	A
Medio	BBB	Baa
<u>Especulativo</u>		
Medio inferior	BB	Ba
Especulativo	B	B
Pobre	CCC	Caa
Altamente especulativo	CC	Ca
De la más baja calidad	C	C
Incumplimiento	D	

Estas calificaciones representan probabilidades objetivas (o actuariales) de incumplimiento. Estas agencias han publicado estudios en los cuales se da seguimiento a las frecuencias de incumplimiento que en los Estados Unidos han tenido los bonos.

El siguiente cuadro muestra las tasas históricas de probabilidad de incumplimiento tal y como las reporta S&P:

Cuadro 4.8.2.- Probabilidad de incumplimiento acumulativas promedio (%)

Años	1	2	3	4	5	7	10
AAA	0	0	0	1	2	6	17
AA	1	3	7	12	18	36	77
A	4	11	20	33	50	96	194
BBB	22	54	96	147	208	353	617
BB	98	244	423	624	838	1283	1937
B	530	1067	1584	2068	2515	3294	4215
CCC	2194	3656	4652	5349	5851	6512	7088

2.- Asignar la tasa de recuperación de cada crédito de acuerdo a la clasificación correspondiente. En la siguiente tabla se muestran las tasas de recuperación que publica Moody's para los diferentes tipos de deuda:

Seniority / Security	Promedio	σ
Senior / Secured bank loans	69.91%	23.47%
Equipment trust bonds	59.96%	31.08%
Senior / Secured bonds	52.31%	25.15%
Senior / unsecured bonds	48.84%	25.01%
Senior / Subordinated bonds	39.46%	24.59%
Subordinated bonds	33.17%	20.78%
Junior / Subordinated bonds	19.69%	13.85%
Preferred stocks	11.06%	90.90%
Todas	42.11%	26.53%

3.- una vez habiendo reunido los datos de cada uno de los créditos que forman el portafolio, tal y como se explicó en los incisos anteriores se procede a calcular la pérdida esperada del portafolio, para lo cual se siguen los siguientes pasos:

- Se calcula la exposición crediticia de cada obligado multiplicando el monto del crédito por (1-Tasa de recuperación) : $EAD = MC \times (1-RR)$
- A Cada crédito del portafolio se le asigna una probabilidad de incumplimiento "PD", de manera que la pérdida esperada de cada obligado se calcula multiplicando el valor de la exposición crediticia por la probabilidad de incumplimiento: $\lambda = EAD \times PD$
- Se define una unidad de exposición (L), la cual es una cifra cualquiera que no influye en el cálculo de las pérdidas.
- Para cada obligado se determinan la exposición V_A y la pérdida esperada ε_A expresadas como múltiplos de la unidad de exposición, es decir:

$$V_A = EAD_A / L, \text{ de manera que } L_A = L \times V_A \quad (4.8.5)$$

$$\varepsilon_A = \lambda_A / L \text{ de manera que } \lambda_A = L \times \varepsilon_A \quad (4.8.6)$$

- El portafolio se divide en (m) bandas de exposición indexadas por j donde $1 \leq j \leq m$. Cada banda es vista como un portafolio independiente.
- La exposición de cada obligado se redondea hacia arriba al número entero más cercano, lo que permite definir la banda a la que pertenece cada obligado.
- se calculan en cada banda las pérdidas esperadas en unidades de exposición (ε_j) y el número esperado de incumplimientos μ_j , de acuerdo con lo siguiente: por un lado, en cada banda j se tiene $\varepsilon_j = \mu_j \times v_j$ entonces $\mu_j = \varepsilon_j / v_j$; por otro lado, la pérdida esperada en

la banda j (ε_j), expresada en unidades de L , es la suma de las pérdidas esperadas de todos los obligados de la banda j , de manera que el número de incumplimientos en un periodo en la banda j es:

$$\mu_j = \varepsilon_j / v_j \quad (4.8.7)$$

- Se calcula el número esperado de incumplimientos del portafolio, el cual se determina como la suma de los números esperados de incumplimientos de cada banda, es decir,

$$\mu = \sum_1^m \mu_j \quad (4.8.8)$$

- Se obtiene la Pérdida Esperada del portafolio multiplicando el número esperado de incumplimientos del portafolio por la unidad de exposición, es decir

$$PE_P = \mu \times L \quad (4.8.9)$$

Para mayor claridad de lo expuesto anteriormente vamos a calcular la pérdida esperada de un portafolio compuesto por los 23 créditos consignados en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.8.2.- Pérdida esperada por obligado

Crédito	Monto del Crédito en miles	Tasa de Recuperación	Exposición crediticia (EAD)	Calificación	Probabilidad de incumplimiento	Exposición en 1,000	Banda de exposición	Pérdida esperada por Instrumento
A	L_A	RR	$CEx(1-RR)$		(P_A)		(v_A)	$\varepsilon_A = v_A \times P_A$
1	248	0.1969	199	BB	0.0098	0.20	1	0.0098
1	8,729	0.6991	2,627	AAA	0.0000	2.63	3	0.0000
2	1,652	0.3946	1,000	BB	0.0098	1.00	1	0.0098
3	5,628	0.5231	2,684	A	0.0027	2.68	3	0.0081
3	1,607	0.3317	1,074	BB	0.0098	1.07	2	0.0196
4	5,722	0.5231	2,729	A	0.0027	2.73	3	0.0081
4	754	0.1969	606	BB	0.0098	0.61	1	0.0098
5	4,627	0.3946	2,801	BB	0.0098	2.80	3	0.0294
5	1,926	0.3317	1,287	BB	0.0098	1.29	2	0.0196
6	7,670	0.5996	3,071	AA	0.0001	3.07	4	0.0004
6	2,004	0.3317	1,339	BB	0.0098	1.34	2	0.0196
7	8,114	0.5996	3,249	AA	0.0001	3.25	4	0.0004
7	2,160	0.3317	1,443	BB	0.0098	1.44	2	0.0196
8	6,331	0.5231	3,019	BB	0.0098	3.02	4	0.0392
9	1,835	0.1969	1,473	BBB	0.0022	1.47	2	0.0044
10	5,777	0.4884	2,956	BBB	0.0022	2.96	4	0.0088
11	3,656	0.5231	1,743	A	0.0027	1.74	2	0.0054
12	6,260	0.4884	3,203	BBB	0.0022	3.20	4	0.0088
13	3,732	0.5231	1,780	A	0.0027	1.78	2	0.0054
14	4,474	0.1969	3,593	BBB	0.0022	3.59	4	0.0088
15	3,410	0.1969	2,738	BBB	0.0022	2.74	3	0.0066
16	4,483	0.1969	3,600	BBB	0.0022	3.60	4	0.0088
17	14,268	0.6991	4,293	BB	0.0098	4.29	5	0.0490

Habiendo calculado en la tabla anterior la pérdida esperada por instrumento, calculamos la pérdida esperada para cada banda y el número de incumplimientos esperados por banda.

Para ello se toman los valores de la tabla anterior, correspondientes a la banda de exposición y pérdida esperada por instrumento (ε_j).

Estas se ordenan por banda de exposición en orden ascendente, de manera que sea posible agrupar y sumar las pérdidas esperadas de los obligados que tengan la misma exposición. A través de la igualdad $\mu = e / V$ se obtiene el número esperado de incumplimientos por banda, de modo que al sumarlos se obtiene el número esperado de incumplimientos del portafolio.

En nuestro ejemplo el número esperado de incumplimientos del portafolio resulta ser:

$$\mu = \sum \mu_j = 0.122 \quad (4.8.10)$$

Cuadro 4.8.3.- Promedio de incumplimientos por banda

Crédito	Probabilidad de incumplimiento	Banda de exposición	Pérdida esperada por Instrumento	Pérdida esperada por Banda	Promedio de Incumplimientos por banda
	(P_A)	V_j	$\varepsilon_A = (P_A) \times V_j$	ε_j	$\mu_j = \varepsilon_j / V_j$
12	0.0098	1	0.0098	0.0294	0.0294
18	0.0098	1	0.0098		
19	0.0098	1	0.0098		
14	0.0098	2	0.0196	0.0936	0.0468
5	0.0027	2	0.0054		
6	0.0027	2	0.0054		
15	0.0098	2	0.0196		
16	0.0098	2	0.0196		
17	0.0098	2	0.0196		
20	0.0022	2	0.0044	0.0588	0.0196
1	0.0000	3	0.0000		
7	0.0027	3	0.0081		
8	0.0027	3	0.0081		
10	0.0022	3	0.0066		
13	0.0098	3	0.0294		
21	0.0022	3	0.0066	0.0664	0.166
3	0.0001	4	0.0004		
4	0.0001	4	0.0004		
9	0.0098	4	0.0392		
11	0.0022	4	0.0088		
22	0.0022	4	0.0088		
23	0.0022	4	0.0088	0.0490	0.0098
2	0.0098	5	0.0490		
Número esperado de incumplimientos del portafolio					$\mu = 0.1222$

Para obtener las pérdidas esperadas por banda se multiplica el número esperado de incumplimientos por la banda de exposición. Al sumar las pérdidas esperadas por banda se obtienen las pérdidas esperadas del portafolio en unidades de exposición. De modo que al multiplicarlas por la unidad de exposición se obtienen las pérdidas esperadas del portafolio en términos monetarios. El cuadro 4.8.4 siguiente muestra el detalle de este cálculo.

Cuadro 4.8.4.- Cálculo de la pérdida esperada por banda

Banda de exposición	Promedio de Incumplimientos por banda	Pérdida esperada por Banda
v_j	μ_j	ε_j
1	0.0294	0.0294
2	0.0468	0.0936
3	0.0196	0.0588
4	0.0166	0.0664
5	0.0098	0.049
Total	0.1222	0.2972

La pérdida esperada por del portafolio en unidades de exposición es igual a 0.297 por la unidad de exposición ($1 L = 10^3$) y por 10^3 , (dado que los montos de crédito están dados en miles de pesos), o sea:

$$EL_P = 0.297 \times 10^3 \times 10^3 = \$ 297,000 \quad (4.8.11)$$

Para calcular la distribución de pérdidas, se utilizan las fórmulas

$$P = e^{-\mu} \quad , \quad y \quad (4.8.12)$$

$$P = \sum_{j: v_j \leq n} (\varepsilon_j / n) P_{n-v_j} \quad (4.8.13)$$

de manera recursiva . Por lo tanto la probabilidad de tener cero pérdidas se calcula aplicando la fórmula (4.8.12):

$$P(0 \text{ pérdidas}) = e^{-0.1222} = 0.884971$$

Y la probabilidad de tener pérdidas mayores a cero, se calculan usando la fórmula (4.8.13); por ejemplo, para calcular la probabilidad de tener una pérdida igual a una unidad de exposición se procede de la siguiente manera:

$$P(1 L = 1000) = (\varepsilon_1 / 1) P_{1-1} = 0.0294 \times 0.884971 = 0.026018$$

Aplicando sucesivamente la fórmula se obtienen las probabilidades que se presenta en el cuadro (4.8.5)

Cuadro 4.8.5.- Distribución de pérdidas del portafolio

Banda	Pérdida esperada por Banda	P (n unidades de exposición)	Probabilidad de pérdida acumulada
	ε_j	P_n	
0	0.0000	0.88497135	0.88497135
1	0.0294	0.02601816	0.91098951
2	0.0936	0.04141666	0.95240617
3	0.0588	0.01734544	0.96975161
4	0.0664	0.01469052	0.98444213
5	0.049	0.00867272	0.99311485

De acuerdo con la columna de probabilidad de pérdida acumulada se obtiene el siguiente cuadro de VaR de crédito:

Cuadro 4.8.6.- VaR de crédito y Capital Económico

Nivel de confianza	Núm. De unidades de pérdida	Unidad de Exposición	VaR (\$)	Capital Económico (EC = VaR – EL)
95%	2	$10^3 \times 10^3$	2'000,000	1'703,000
99%	5	$10^3 \times 10^3$	5'000,000	4'703,000

CAPITULO 5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE EMPRESAS MEXICANAS

5.1.- Objetivo del análisis

Se desea diseñar una ecuación discriminante que permita estimar el riesgo de crédito de una empresa, en la inteligencia de que no se tiene una medida métrica del riesgo de crédito sino una medida no métrica que consiste de sólo dos opciones entre las cuales se puede optar:

Empresa con riesgo de crédito alto (o empresa potencialmente insolvente), o
Empresa con riesgo de crédito bajo (o empresa potencialmente solvente)

La ecuación discriminante deberá ser una combinación lineal de dos o más variables independientes que discrimine mejor entre los grupos definidos a priori. La combinación lineal para el análisis discriminante, también conocida como función discriminante, tendrá la siguiente forma

$$Z = \alpha + W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + \dots + W_i X_i \quad (5.1.1)$$

donde

Z = puntuación Z discriminante de la función discriminante j para el objeto k

α = constante

W_i = ponderación discriminante para la variable independiente i

X_i = variable independiente i para el objeto k

Como se menciona anteriormente la naturaleza de la variable dependiente de la ecuación discriminante es dicotómica (es decir riesgo de crédito alto o riesgo de crédito bajo) y por tanto no métrica y la de las variables independientes es métrica.

Los objetivos primarios de la función discriminante son entender las diferencias de los grupos y predecir la verosimilitud de que una empresa pertenezca al grupo de las potencialmente solventes o al grupo contrario. Por otra parte sabemos que la finalidad del análisis discriminante es definir el conjunto de variables que mejor discriminan entre grupos.

5.2.- Definición a priori de los grupos de empresas sujetos a análisis.

Como se menciona en el capítulo 2, antes de llevar a cabo el análisis discriminante es necesario definir los grupos de empresas de riesgo de crédito alto y de riesgo de crédito bajo para ello se utilizó en este estudio el método CAMEL, explicado también en ese capítulo y se procedió de la siguiente manera:

5.2.1.- Selección de la muestra de análisis

Para llevar a cabo el análisis se seleccionaron 101 empresas de la lista de empresas que publica la revista Expansión, procurando elegir a aquellas empresas de las cuales se pudieran obtener sus razones financieras. La fuente de las razones financieras que se utilizó fue la única accesible para este tipo de análisis es decir se utilizó información estadística de la base de datos de Económica disponible en las instalaciones de la UNAM.

Para definir el tamaño de la muestra se tomaron en cuenta las recomendaciones de Hair, Anderson, Tatham y Black (2004), **sis Multivariante, 5ª Edición** que establecen que el tamaño mínimo recomendado es de cinco observaciones por variable independiente. Además del tamaño muestra total se debe tomar en cuenta e tamaño de cada grupo. Como mínimo el tamaño más pequeño debe ser mayor al número de variables independientes. Como una regla práctica, cada grupo debe tener al menos 20 observaciones. Por lo tanto el tamaño muestral total debe ser como mínimo de 60 observaciones, es decir 12 variables independientes x 5 observaciones = 60 casos, en caso de que se decidiera construir la ecuación discriminante con doce variables independientes.

Las empresas que conforman la muestra son las que aparecen en la siguiente tabla .2.a. Esta tabla incluye a **Iusacel, Corporativo Durango y Transportación Marítima Mexicana**, que en la tabla siguiente están marcadas de rojo. Estas tres empresas ya cayeron en incumplimiento en el año de 2003 y por esa razón son empresas que pueden ser clasificadas a priori sin mayor discusión como empresas de alto riesgo de crédito.

Adicionalmente aparecen en esta tabla marcadas de color morado, diversas empresas que tuvieron durante los últimos años desempeños negativos, lo cual ha conducido a que estas empresas se caractericen por tener pérdidas en sus estados de resultados. Es decir estas empresas se han evidenciado por ese motivo como empresas débiles susceptibles de convertirse o de ya ser empresas potencialmente insolventes. Se identifican estas empresas con un color diferente al color del resto de las empresas que se pueden considerar a primera vista como empresas potencialmente solventes, con el objeto de que sirvan de indicadores para observar como separa el método CAMEL este tipo de empresas potencialmente de alto riesgo de crédito de las empresas que según se puede observar a primera vista no lo son.

Cuadro 5.2.1.1.- Lista de empresas de la muestra principal

1.- ALFA S.A.	36.- NUTRISA	71.- TELMEX
2.- AMERICA MOVIL	37.- PARRAS CIA. IND.	72.- GRUPO MEX. DE DESARR.
3.- AMERICA TELECOM	38.- NADRO	73.- SYNKRO INDUSTRIAS
4.- ARA	39.- MINSA	74.- SANBORNS B-1
5.-ARCA	40.- MEDICA SUR	75.- SIDEK
6.- BIMBO	41.- MASECA	76.- SARE
7.- CEMEX	42.- MAIZORO	77.- RADIO CENTRO
8.- COMERCIAL MEXICANA	43.- LIVERPOOL	78.- Q.B. INDUSTRIAS
9.- CONTINENTAL GRUPO	44.- LAMOSA	79.- PROM. Y OP. DE INFRAEST.
10.- DESC FOMENTO IND.	45.- INTER DE CERAMIC	80.- PLANEACIÓN Y PROYECTOS
11.- ELEKTRA	46.- HYLSA	81.- INDUSTRIAS CH
12.- COCA COLA FEMSA	47.- HILASAL	82.- HOGAR CONSORCIO
13.- CARSO TELECOM	48.- HERDEZ	83.- GRUPO MARTI
14.- CEMENTOS CHIHUAHUA	49.- GRUPO PALACIO DE HIERRO	84.- IUSACELL GRUPO
15.- GEO	50.- GRUPO MODERNA	85.- UNEFON
16.- GRUPO MEXICO	51.- GRUP. IND. SALTILLO	86.- DEARROLL. METROPOLIT.
17.- GRUPO MODELO	52.- GRUPO GIGANTE	87.- CORP. MEXICANO DE REST.
18.- GRUMA	53.- GR. EMBOTELLADORES UNIDOS	88.- CORFUERTE
19.- HOMEX	54.- GRUPO AZUCARERO MEXICO	89.- GRUPO ACCION
20.- IMSA	55.- FRAGUA CORPORATIVO	90.- DERMET
21.- ICA	56.- EMPAQUES PONDEROSA	91.- IEM
22.- KIMBERLY CLARK	57.- EMBOTELLADORA VELLE ANAHUAC	92.- BRET
23.- PEÑOLES	58.- EKCO	93.- APASCO
24.- SORIANA	59.- EDOARDOS	94.- IND. AUTOMOTRIZ
25.- TELEVISA	60.- ECE S.A.	95.- COLLADO S.A.
26.- TV AZTECA	61.- DIXON TICONDEROGA	96.- MEXICHEM S.A. DE C.V.
27.- URBI	62.- DINA GRUPO	97.- MAQ. DIESEL S.A.
28.- VITRO	63.- DIANA EDITORIAL	98.- GOMO GRUPO
29.- GRUPO FAMSA	64.- CYDSA S.A.	99.- GRUPO MACMA
30.- JUGO DEL VALLE	65.- COVARRA GRUPO	100.- FAR BEN
31.-TMM	66.- CORP. MOCTEZUMA	101.- CONVERTIDORA IND.
32.- SAVIA	67.- CORPORATIVO DURANGO	
33.- SAN LUIS CORP.	68.- CONTROL DE FARMACIAS	
34.- GRUPO POSADAS	69.- CNCI UNIVERSIDAD	
35.- PEPSI GEMEX	70.- TAMSA	

Esta base de datos excluye todas las empresas del sector financiero así como también empresas con alta liquidez como Wall-Mex, Ferromex, Corp. Milano y otras. Estas empresas se caracterizan por registrar gastos financieros extremadamente bajos cercanos a cero.

5.2.2.- Selección de las variables dependientes y de las variables independientes

La variable dependiente es no métrica y representa el riesgo de crédito de la empresa. Esta variable puede adoptar dos valores:

- 1: en caso de que la Empresa sea de bajo riesgo crediticio
- 2: En caso de que la Empresa sea de alto riesgo crediticio

Para llevar a cabo la preclasificación a priori de acuerdo al método CAMEL de las empresas de la muestra de análisis se utilizaron las razones financieras mencionadas en la tabla 2.6.1 del capítulo 2, mismas que a continuación se vuelven a consignar:

Cuadro 5.2.2.1.- Razones financieras recomendadas por Moody's para empresas mexicanas

Variables	Ponderación	Abreviación	Razón Financiera
X ₁ = Cobertura de intereses	5%	CINT	$\frac{\text{Pasivo a Corto Plazo}}{\text{Efectivo e Inversiones a Corto Plazo}}$
X ₂ = Cobertura de deuda	28%	CDEUDA	$\frac{\text{Resultado Operativo}}{\text{Gasto Financiero}}$
X ₃ = Apalancamiento	8%	APAL	$\frac{\text{Pasivo Total} + \text{Utilidades Retenidas}}{\text{Activo Total} - \text{Activo Fijo}}$
X ₄ = Actividad	14%	ACTIV	$\frac{\text{Existencias} + \text{Cuentas por Cobrar}}{\text{Costo de Ventas}}$
X ₅ = Crecimiento	9%	CREC	$\frac{\text{Ventas del Ejercicio Actual}}{\text{Ventas del Ejercicio Anterior}} - 1$
X ₆ = Tamaño	14%	TAM	$\text{Activo Total} - \text{Activo Fijo}$
X ₇ = Rendimiento	17%	REND	$\frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Activo Total}}$
X ₈ = Liquidez	5%	LIQ	$\frac{\text{Efectivo e Inversiones a CP}}{\text{Activo Total}}$
Total	100%		

La fórmula utilizada en el método CAMEL para calcular el Coeficiente CAMEL de Fortaleza Crediticia (CCFC) de una empresa es la siguiente:

$$CCFF_{\text{CAMEL}} = 5\%CINT + 28\%CDEUDA + 8\%APAL + 14\% \text{ ACTIV} + 9\% \text{ CREC} + 14\% \text{ TAM} + 17\% \text{ REND} + 5\% \text{ LIQ}$$

(5.2.2.1)

Los coeficientes de esta ecuación lineal son los factores de ponderación que ya se mencionan en el inciso 2.6.1 del capítulo 2.

5.2.3.- Definición de Empresas de Alto y Empresas de Bajo Riesgo de Crédito

Como se menciona en el inciso anterior la muestra de análisis incluye básicamente tres tipos de empresas:

- Empresas que definitivamente son de alto riesgo de crédito **(las marcadas de rojo)**
- Empresas que, como primera intuición, están bajo sospecha de ser de Alto Riesgo de Crédito **(las marcadas de morado)**
- Empresas que aparentemente son de bajo riesgo de crédito **(las escritas en color negro, que son la mayoría)**

Lo ideal para los analistas de crédito sería poder contar con sólo dos categorías de empresas, a saber: empresas que cumplen y empresas que no cumplen. Sin embargo para poder construir una función discriminante que operara en esa forma, sería necesario poder contar con los estados financieros de empresas mexicanas que han incumplido en alguno o en varios de los últimos cinco años, para poder hacer el análisis discriminante de esas empresas frente a las que si cumplen. Esta información como ya todos sabemos no está disponible para este tipo de análisis.

El procedimiento para definir a las empresas de bajo riesgo de crédito y a las empresas de alto riesgo de crédito fue el siguiente:

5.2.3.1.- Calculo de las variables independientes de la ecuación Camel (razones financieras de cada una de las empresas), de acuerdo a lo establecido en la tabla 5.2.b anterior,

Con los datos acerca del balance y estados de resultados contenidos en la base de datos de Económica para las empresas de la muestra se calcularon las razones financieras consignadas en la tabla 5.2.b para cada año de la base de datos y después se calculó la mediana de los últimos cinco años de cada una de sus razones financieras. Las razones financieras utilizadas son valores deflactados de acuerdo a la herramienta provista por la base de datos de Económica para este propósito. Los resultados obtenidos (la mediana de los últimos cinco años de cada razón financiera y de cada empresa) se consignan en la tabla 5.2.c.1 siguiente:

Cuadro 5.2.3.1.1.- Razones financieras de la muestra principal

Nr.	EMPRESA	CINT	CDEUDA	APAL	ACTIV	CREC	TAM	REND	LIQ
1	ALFA S.A.	2.57	4.2	1.486	0.535	0.327	52,268,518	0.135	0.078
2	AMERICA MOVIL	2.33	4.1	1.418	0.363	0.407	73,277,514	0.225	0.096
3	AMERICA TELECOM	2.80	4.1	1.226	0.378	0.466	88,285,752	0.225	0.094
4	ARA	0.77	14.7	0.866	1.495	0.139	5,958,042	0.207	0.138
5	ARCA	0.91	13.5	1.642	0.287	0.019	6,065,942	0.527	0.097
6	BIMBO	2.13	5.0	1.834	0.240	0.050	17,359,335	0.781	0.073
7	CEMEX	8.18	4.0	2.350	0.435	0.084	83,295,208	0.187	0.020
8	COMERCIAL MEXICANA	6.92	3.8	2.137	0.253	0.022	8,867,556	0.272	0.047
9	CONTINENTAL GRUPO	0.30	137.5	1.675	0.271	-0.013	5,602,675	0.605	0.267
10	DESC FOMENTO IND.	5.23	1.1	2.220	0.450	-0.075	17,835,494	0.177	0.048
11	ELEKTRA	1.87	3.1	1.235	0.863	0.084	14,527,922	0.413	0.213
12	COCA COLA FEMSA	1.15	8.7	1.431	0.223	0.073	10,489,356	0.584	0.156
13	CARSO TELECOM	2.69	5.2	1.949	0.444	-0.004	75,450,212	0.298	0.089
14	CEMENTOS CHUHUAHUA	0.27	8.5	2.975	0.540	0.073	3,655,344	0.142	0.153

Cuadro 5.2.3.1.1.- Razones financieras de la muestra principal

Nr.	EMPRESA	CINT	CDEUDA	APAL	ACTIV	CREC	TAM	REND	LIQ
15	GEO	3.11	4.1	1.025	1.188	0.094	6,446,438	0.213	0.115
16	GRUPO MEXICO	2.88	2.0	2.271	0.449	0.007	31,835,186	0.090	0.066
17	GRUPO MODELO	0.39	92,628.9	1.251	0.485	0.053	25,373,020	0.350	0.176
18	GRUMA	7.50	2.6	1.691	0.467	0.054	11,026,928	0.324	0.019
19	HOMEX	8.52	1.8	0.636	1.706	0.661	1,846,013	0.238	0.072
20	IMSA	11.06	4.5	2.311	0.517	0.215	13,276,113	0.174	0.045
21	ICA	2.20	0.1	0.656	0.555	-0.100	15,519,763	0.060	0.255
22	KIMBERLY CLARK	1.87	10.3	2.948	0.534	0.062	7,175,650	0.297	0.097
23	PEÑÓLES	2.47	1.2	2.868	0.434	0.073	7,839,600	0.159	0.070
24	SORIANA	3.39	2,519.6	2.982	0.224	0.085	8,389,190	0.308	0.115
25	TELEVISA	0.56	3.9	1.138	1.075	0.093	41,071,528	0.151	0.215
26	TV AZTECA	1.40	3.3	0.880	2.118	0.143	18,156,151	0.181	0.113
27	URBI	5.11	5.4	0.940	1.632	0.261	4,776,579	0.270	0.127
28	VITRO	6.38	1.2	3.335	0.399	-0.017	13,174,173	0.224	0.100
29	GRUPO FAMSA	23.86	2.1	0.969	1.281	0.177	6,434,853	0.373	0.081
30	JUGO DEL VALLE	18.50	1.1	1.648	0.565	0.073	1,992,039	0.545	0.028
31	TMM	8.46	0.5	1.907	0.423	-0.004	10,373,035	0.030	0.029
32	SAVIA	16.89	-6.4	1.507	1.392	-0.378	10,413,756	0.081	0.022
33	SAN LUIS CORP.	9.26	1.1	3.320	0.317	0.005	3,402,905	0.151	0.022
34	GRUPO POSADAS	5.97	1.7	3.192	0.314	0.014	2,401,258	0.101	0.023
35	PEPSI GEMEX	9.08	2.2	1.791	0.409	0.148	3,993,293	0.455	0.019
36	NUTRISA	1.71	-1.7	0.708	0.391	0.161	109,796	1.235	0.137
37	PARRAS CIA. IND.	4.05	0.2	2.850	0.522	-0.041	1,389,200	0.087	0.046
38	NADRO	7.02	102.7	0.933	0.320	0.042	6,426,065	0.264	0.067
39	MINSA	8.47	-0.1	0.546	0.286	-0.002	958,709	0.176	0.021
40	MEDICA SUR	4.93	10.7	1.768	0.259	0.081	393,630	0.279	0.023
41	MASECA	2.75	40.5	2.080	0.741	0.050	3,527,023	0.204	0.019
42	MAIZORO	12.13	1.9	1.152	0.387	-0.023	204,956	0.444	0.024
43	LIVERPOOL	37.61	12.3	2.408	0.871	0.103	13,909,487	0.384	0.006
44	LAMOSA	6.34	4.9	1.972	0.528	0.075	2,729,610	0.260	0.029
45	INTER DE CERAMIC	6.01	2.9	1.622	0.598	0.079	1,612,461	0.369	0.030
46	HYLSA	3.75	0.6	3.052	0.396	0.107	10,238,110	0.066	0.032
47	HILASAL	12.49	4.0	2.342	0.739	-0.098	259,168	0.159	0.012
48	HERDEZ	13.58	3.3	1.774	0.628	0.016	2,743,186	0.450	0.015
49	GRUPO PALACIO DE HIERRO	2.68	5.2	2.077	0.770	0.096	5,147,290	0.266	0.063
50	GRUPO MODERNA	0.49	11.2	2.330	0.541	0.050	1,957,221	0.267	0.133
51	GRUPO IND. SALTILLO	1.37	5.1	2.753	0.444	-0.013	5,209,701	0.172	0.111
52	GRUPO GIGANTE	13.68	2.1	2.912	0.233	-0.032	7,866,691	0.313	0.024
53	GRUPO. EMBOTELLADORES UNIDOS	3.81	27.7	2.105	0.333	0.140	809,291	0.732	0.046
54	GRUPO AZUCARERO MEXICO	168.06	-2.2	0.886	2.370	-0.115	3,268,021	0.006	0.003
55	FRAGUA COROPORATIVO	1.71	11.9	1.311	0.236	0.166	2,729,796	0.409	0.260
58	ECKO	5.03	4.6	0.645	0.823	0.011	289,938	0.297	0.027
59	EDOARDOS	2.36	-1.7	2.238	0.731	-0.077	429,539	0.330	0.072
60	ECE S.A.	2.36	-1.7	2.238	0.731	-0.077	429,539	0.330	0.072
61	DIXON TICONDEROGA	40.10	3.0	1.523	1.025	0.049	330,757	0.266	0.009
62	DINA GRUPO	16.42	0.1	1.005	0.545	-0.456	4,075,665	0.171	0.018
63	DIANA EDITORIAL	7.15	2.7	1.246	3.606	0.013	170,507	0.408	0.036
64	CYDSA S.A.	10.35	0.0	2.740	0.410	-0.146	4,488,898	0.137	0.029

Cuadro 5.2.3.1.1.- Razones financieras de la muestra principal

Nr.	EMPRESA	CINT	CDEUDA	APAL	ACTIV	CREC	TAM	REND	LIQ
65	COVARRA GRUPO	14.94	0.0	2.991	0.404	0.019	4,258,211	0.141	0.029
66	CORP. MOCTEZUMA	0.18	703.6	1.838	0.472	0.108	2,957,519	0.251	0.306
67	CORP. DURANGO	5.21	0.4	3.833	0.410	-0.154	5,034,828	0.069	0.041
69	CNCI UNIVERSIDAD	3.55	6.0	0.877	0.378	-0.094	509,675	0.294	0.056
70	TAMSA	3.02	7.1	3.321	0.836	-0.025	5,736,639	0.180	0.047
71	TELMEX	2.50	6.5	2.862	0.394	0.041	70,738,654	0.307	0.076
72	GRUPO MEX. DE DESARROLLO	16.32	0.8	-1.110	0.680	0.092	2,179,536	0.104	0.014
73	SYNKRO INDUSTRIAS	2.63	-4.5	-0.571	0.625	-0.406	469,425	0.177	0.318
74	SANBORNS	11.38	4.4	2.476	0.686	0.054	9,802,257	0.380	0.028
75	SIDEK	11.25	-0.4	0.001	0.738	-0.178	13,144,622	0.096	0.043
76	SARE	3.50	4.0	0.612	1.578	0.253	3,279,063	0.219	0.095
77	RADIO CENTRO	6.29	4.8	0.589	1.048	-0.053	1,184,572	0.286	0.039
78	Q.B. INDUSTRIAS	9.85	-2.8	-0.058	0.792	-0.090	483,009	0.030	0.037
79	PROM. Y OP. DE INFRAESTRUCTURA	30.02	0.1	0.072	1.336	0.143	12,253,410	0.033	0.105
80	PLANEACIÓN Y PROYECTOS	25.30	2.1	-0.080	0.767	-0.177	194,753	0.226	0.017
81	INDUSTRIAS CH	3.63	4.2	1.115	0.974	0.682	4,391,544	0.134	0.038
82	HOGAR CONSORCIO	5.44	0.9	0.603	1.751	-0.140	1,371,520	0.196	0.106
83	GRUPO MARTI	4.40	7.8	0.942	0.567	0.124	1,642,029	0.413	0.066
84	IUSACELL GRUPO	318.81	-0.5	1.220	0.466	-0.056	4,562,176	0.232	0.004
85	UNEFON	11.72	1.8	0.807	0.420	0.232	4,036,302	0.346	0.016
86	DESARROLLO METROPOLITANO	128.11	0.3	0.777	3.910	-0.264	4,596,238	0.073	0.007
87	CORP. MEXICANO DE RESTAURANTS	7.60	1.9	3.263	0.204	-0.008	205,869	0.660	0.026
88	CORFUERTE	14.37	1.5	0.466	0.509	0.048	1,303,217	0.256	0.017
89	GRUPO ACCIÓN	2.18	1.1	3.783	0.535	0.193	937,420	0.100	0.042
90	DERMET	15.55	0.4	0.753	0.462	-0.042	992,568	0.187	0.028
91	IEM	6.75	3.5	1.826	0.535	-0.159	420,573	0.160	0.043
92	BRET	7.93	2.0	1.620	0.288	0.032	587,821	0.596	0.023
93	APASCO	1.03	16.7	2.045	0.289	0.017	5,977,243	0.225	0.093
94	IND. AUTOMOTRIZ	485.23	0.0	0.827	0.203	-0.191	62,976	0.020	0.001
95	COLLADO S.A.	26.86	2.2	1.348	0.542	0.173	1,552,869	0.224	0.015
96	MEXICHEM S.A. DE C.V.	5.42	5.0	1.696	0.472	0.014	1,649,803	0.160	0.045
97	MAQ. DIESEL S.A.	11.02	2.9	1.194	0.550	0.115	1,504,395	0.353	0.047
98	GOMO GRUPO	34.39	0.2	0.893	1.223	-0.190	1,058,175	0.200	0.014
99	GRUPO MACMA	12.38	0.0	0.554	0.503	-0.037	150,629	0.260	0.024
100	FAR BEN	3.49	1.2	1.277	0.253	0.051	1,722,639	0.531	0.114
101	CONVERTIDORA IND.	2.37	2.6	1.689	0.734	0.077	402,176	0.148	0.087
	MEDIA	18.76	984.2	1.625	0.707	0.038	9,805,255	0.268	0.070
	MEDIANA	5.43	2.8	1.621	0.525	0.045	4,014,798	0.226	0.046
	PERCENTIL 15%	1.87	0.1	0.68	0.30	-0.10	451,476	0.10	0.02
	PERCENTIL 85%	15.90	9.4	2.855	1.060	0.146	13,561,131	0.411	0.115

Por razones de espacio el cálculo detallado de la información consignada en la tabla anterior se anexa grabado en un CD.

La muestra anterior contiene empresas de diferentes giros y de diferentes perfiles económicos. Esta muestra excluye empresas del sector financiero así como empresa con liquidez fuera de lo normal como Wall Mex, Ferromex, Corporativo Milano, las cuales se caracterizan por registrar gastos financieros casi nulos. Por otra parte fue necesario eliminar las siguientes tres

empresas de las 101 originales, debido a que la información financiera obtenida de ellas estaba incompleta:

- 56 EMPAQUES PONDEROSA
- 57 EMBOTELLADORA VALLE ANAHUAC
- 68 CONTROL DE FARMACIAS

5.2.3.2.- Cálculo del Coeficiente Camel de Fortaleza Financiera (CCFF) de cada empresa y ordenamiento de las mismas en forma descendente de acuerdo a su respectivo CCFF

Con los datos que se obtuvieron para cada razón financiera se calcularon los percentiles 15% y 85% para definir el rango en el cual se homologarán cada una de ellas. Cada razón financiera se sometió a un proceso de transformación para poderlas comparar entre sí. La transformación consistió en aplicarle las siguientes fórmulas:

$$\frac{X_{\max_i} - X_i}{(5.2.3.2.1)} \\ X_{\max_i} - X_{\min_i}$$

en el caso de las razones financieras de tipo decreciente, y

$$\frac{X_i - X_{\min_i}}{(5.2.3.2.2)} \\ X_{\max_i} - X_{\min_i}$$

en el caso de las razones de tipo creciente.

En estas fórmulas las “ X_i ” representan los valores de cada razón financiera de cada empresa y las X_{\max_i} y X_{\min_i} los percentiles 85% y 15% de cada razón financiera.

El resultado obtenido de cada transformación se ajusta a 1, si el valor que se obtiene es mayor a la unidad, y a cero, si el valor que se obtiene es menor a cero.

Después se multiplica cada uno de los valores transformados por el factor de ponderación y se obtiene la calificación individual de cada una de las razones para cada empresa.

En el Apéndice 1 de este capítulo se puede verificar paso a paso el método seguido para realizar este cálculo. El Apéndice 1 se divide en 8 segmentos, uno por cada razón financiera. Cada segmento tiene 5 columnas marcadas con colores diferentes para facilitar su comprensión. A continuación se reproduce una parte de uno de estos segmentos, para explicar en base a esta ilustración la forma en que opera el método de cálculo

Cuadro 5.2.3.2.1.- Procedimiento de cálculo del coeficiente CAME de fortaleza financiera

	Tipo de razón financiera (decreciente)	CINT					CDEUDA				
		$\frac{X_{MAX} - X}{X_{MAX} - X_{MIN}}$	0.05				$\frac{X - X_{MIN}}{X_{MAX} - X_{MIN}}$	0.28			
12	COCA COLA FEMSA	1.154	1.051	1.05	1.00	0.050	8.7	0.921	0.92	0.92	0.26
17	GRUPO MODELO	0.385	1.106	1.11	1.00	0.050	92,628.9	9,937	9936.88	1.00	0.28
55	FRAGUA COROPORATIVO	1.707	1.012	1.01	1.00	0.050	11.9	1.267	1.27	1.00	0.28
5	ARCA	0.911	1.069	1.07	1.00	0.050	13.5	1.441	1.44	1.00	0.28
24	SORIANA	3.393	0.892	0.89	0.89	0.045	2,519.6	270.283	270.28	1.00	0.28
9	CONTINENTAL GRUPO	0.303	1.112	1.11	1.00	0.050	137.5	14.738	14.74	1.00	0.28
53	GRUPO. EMBOT. UNIDOS	3.812	0.862	0.86	0.86	0.043	27.7	2.962	2.96	1.00	0.28

La figura que antecede presenta una vista parcial del Apéndice 1. Esta vista parcial muestra los segmentos correspondientes a las razones financieras CINT y CDEUDA.

En estas hojas se indica con color azul el valor de cada una de las razones financieras analizadas. Después en la columna de a lado se indica con color rojo el resultado de la transformación realizada aplicando las fórmulas mencionadas anteriormente. Después en las siguientes dos columnas de color morado, se analiza el valor transformado de la razón financiera asignándole el siguiente valor:

$$0 \text{ si } x_i < 0 \quad (5.2.3.2.3)$$

$$1 \text{ si } x_i > 1 \quad (5.2.3.2.4)$$

$$x_i \text{ si } 0 < x_i < 1 \quad (5.2.3.2.5)$$

El resultado de este análisis se consigna en la segunda columna morada. Después se multiplica el valor de la segunda columna morada por el coeficiente de ponderación correspondiente y el resultado de esta multiplicación se coloca en la columna verde del segmento.

La Calificación Camel de Fortaleza Financiera será la suma de las 8 columnas verdes precedentes, el cual se consigna en la última columna de la tabla identificada con las siglas CCFF.

El resultado de lo expuesto en este inciso se consigna en el cuadro 5.2.3.2.2

Cuadro 5.2.3.2.2.- Cálculo del coeficiente Camel de fortaleza financiera de la muestra principal

		EMPRESA	CINT	CDEUDA	APAL	ACTIV	CREC	TAM	RENT	LIQ	F	CCFF	FITCH 1	Y3	FITCH 2
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	12	COCA COLA FEMSA	1.15	8.68	1.43	0.22	0.07	10,489,356	0.58	0.16	1	0.899	AAA	1	
2	17	GRUPO MODELO	0.39	92,628.95	1.25	0.49	0.05	25,373,020	0.35	0.18	1	0.876		1	
3	55	FRAGUA COROPORATIVO	1.71	11.91	1.31	0.24	0.17	2,729,796	0.41	0.26	1	0.860		1	
4	5	ARCA	0.91	13.52	1.64	0.29	0.02	6,065,942	0.53	0.10	1	0.800	AAA	1	
5	24	SORIANA	3.39	2,519.60	2.98	0.22	0.13	7,379,544	0.31	0.11	1	0.792		1	
6	9	CONTINENTAL GRUPO	0.30	137.48	1.67	0.27	-0.01	5,602,675	0.60	0.27	1	0.789	AAA	1	
7	53	GRUPO. EMBOTELLADORES UNIDOS	3.81	27.70	2.11	0.33	0.14	809,291	0.73	0.05	1	0.764		1	
8	6	BIMBO	2.13	5.05	1.83	0.24	0.05	17,359,335	0.78	0.07	1	0.761	AAA	1	
9	38	NADRO	7.02	102.67	0.93	0.32	0.04	6,426,065	0.26	0.07	1	0.737		1	AAA

		EMPRESA	CINT	CDEUDA	APAL	ACTIV	CREC	TAM	RENT	LIQ	F	CCFF	FITCH 1	Y3	FITCH 2	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
10	83	GRUPO MARTI	4.40	7.75	0.94	0.57	0.12	1,642,029	0.41	0.07	1	0.735		1	AAA	
11	66	CORP. MOCTEZUMA	0.18	703.59	1.84	0.47	0.11	2,957,519	0.25	0.31	1	0.728		1		
12	43	LIVERPOOL	37.61	12.33	2.41	0.87	0.10	13,909,487	0.38	0.01	1	0.727		1		
13	22	KIMBERLY CLARK	1.87	10.31	2.95	0.53	0.06	7,175,650	0.30	0.10	1	0.712	AAA	1		
14	3	AMERICA TELECOM	2.80	4.11	1.23	0.38	0.47	88,285,752	0.23	0.09	1	0.693		1		
15	2	AMERICA MOVIL	2.33	4.14	1.42	0.36	0.41	73,277,514	0.22	0.10	1	0.691		1		
16	11	ELEKTRA	1.87	3.08	1.24	0.86	0.08	14,527,922	0.41	0.21	1	0.689		2	AAA	
17	71	TELMEX	2.50	6.55	2.86	0.39	0.04	70,738,654	0.31	0.08	1	0.687		2		
18	93	APASCO	1.03	16.68	2.04	0.29	0.02	5,977,243	0.23	0.09	1	0.679		2		
19	40	MEDICA SUR	4.93	10.71	1.77	0.26	0.08	393,630	0.28	0.02	1	0.678		2		
20	4	ARA	0.77	14.74	0.87	1.50	0.14	5,958,042	0.21	0.14	1	0.661		2		
21	50	GRUPO MODERNA	0.49	11.20	2.33	0.54	0.05	1,957,221	0.27	0.13	1	0.654		2		
22	13	CARSO TELECOM	2.69	5.24	1.95	0.44	0.00	75,450,212	0.30	0.09	1	0.636	AA	2		
23	1	ALFA S.A.	2.57	4.18	1.49	0.54	0.33	52,268,518	0.13	0.08	1	0.602		2		
24	14	CEMENTOS CHUHUAHUA	0.27	8.49	2.97	0.54	0.07	3,655,344	0.14	0.15	1	0.581	AA	2		
25	36	NUTRISA	1.71	-1.66	0.71	0.39	0.16	109,796	1.24	0.14	1	0.564		2		
26	41	MASECA	2.75	40.53	2.08	0.74	0.05	3,527,023	0.20	0.02	1	0.559		2		
27	100	FAR BEN	3.49	1.24	1.28	0.25	0.05	1,722,639	0.53	0.11	1	0.558		2		
28	20	IMSA	11.06	4.53	2.31	0.52	0.22	13,276,113	0.17	0.04	1	0.556	AA-	2		
29	7	CEMEX	8.18	4.02	2.35	0.44	0.08	83,295,208	0.19	0.02	1	0.552	AA+	2		
30	69	CNCI UNIVERSIDAD	3.55	6.04	0.88	0.38	-0.09	509,675	0.29	0.06	1	0.549		2		
31	18	GRUMA	7.50	2.63	1.69	0.47	0.05	11,026,928	0.32	0.02	1	0.549		2		
32	35	PEPSI GEMEX	9.08	2.20	1.79	0.41	0.15	3,993,293	0.46	0.02	1	0.548		2		AA
33	27	URBI	5.11	5.39	0.94	1.63	0.26	4,776,579	0.27	0.13	1	0.547	A+	3		
34	25	TELEvisa	0.56	3.94	1.14	1.07	0.09	41,071,528	0.15	0.22	1	0.547	AA+	3		
35	74	SANBORNS	11.38	4.39	2.48	0.69	0.05	9,802,257	0.38	0.03	1	0.545		3		
36	26	TV AZTECA	1.40	3.27	0.88	2.12	0.14	18,156,151	0.18	0.11	1	0.542		3		
37	8	COMERCIAL MEXICANA	6.92	3.85	2.14	0.25	0.02	8,867,556	0.27	0.05	1	0.528	AA	3		
38	85	UNEFON	11.72	1.82	0.81	0.42	0.23	4,036,302	0.35	0.02	1	0.526		3		
39	97	MAQ. DIESEL S.A.	11.02	2.92	1.19	0.55	0.11	1,504,395	0.35	0.05	1	0.517		3		
40	44	LAMOSa	6.34	4.89	1.97	0.53	0.08	2,729,610	0.26	0.03	1	0.504	AA-	3		
41	15	GEO	3.11	4.10	1.03	1.19	0.09	6,446,438	0.21	0.12	1	0.499	A	3		
42	45	INTER DE CERAMIC	6.01	2.87	1.62	0.60	0.08	1,612,461	0.37	0.03	1	0.498		3		
43	92	BRET	7.93	2.05	1.62	0.29	0.03	587,821	0.60	0.02	1	0.475		3		
44	76	SARE	3.50	4.03	0.61	1.58	0.25	3,279,063	0.22	0.10	1	0.468	A-	3		
45	29	GRUPO FAMSA	23.86	2.05	0.97	1.28	0.18	6,434,853	0.37	0.08	1	0.464		3		
46	51	GRUPO IND. SALTILLO	1.37	5.06	2.75	0.44	-0.01	5,209,701	0.17	0.11	1	0.457	AA-	3	A	
47	28	VITRO	6.38	1.23	3.34	0.40	-0.02	13,174,173	0.22	0.10	1	0.438	BB	4		
48	48	HERDEZ	13.58	3.28	1.77	0.63	0.02	2,743,186	0.45	0.01	1	0.436		4		
49	30	JUGO DEL VALLE	18.50	1.09	1.65	0.57	0.07	1,992,039	0.54	0.03	1	0.433		4		
50	42	MAIZORO	12.13	1.90	1.15	0.39	-0.02	204,956	0.44	0.02	1	0.429		4		
51	58	ECKO	5.03	4.64	0.64	0.82	0.01	289,938	0.30	0.03	1	0.427		4		
52	70	TAMSA	3.02	7.13	3.32	0.84	-0.02	5,736,639	0.18	0.05	1	0.423		4		
53	81	INDUSTRIAS CH	3.63	4.20	1.11	0.97	0.68	4,391,544	0.13	0.04	1	0.419		4		BBB
54	21	ICA	2.20	0.08	0.66	0.56	-0.10	15,519,763	0.06	0.25	1	0.417		5		
55	23	PEÑOLEs	2.47	1.24	2.87	0.43	0.07	7,839,600	0.16	0.07	1	0.409		5		BB
56	52	GRUPO GIGANTE	13.68	2.12	2.91	0.23	-0.03	7,866,691	0.31	0.02	1	0.407		5		
57	96	MEXICHEM S.A. DE C.V.	5.42	4.96	1.70	0.47	0.01	1,649,803	0.16	0.05	1	0.407		5		

		EMPRESA	CINT	CDEUDA	APAL	ACTIV	CREC	TAM	RENT	LIQ	F	CCFF	FITCH 1	Y3	FITCH 2
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
58	16	GRUPO MEXICO	2.88	1.96	2.27	0.45	0.01	31,835,186	0.09	0.07	1	0.407		5	
59	10	DESC FOMENTO IND.	5.23	1.10	2.22	0.45	-0.07	17,835,494	0.18	0.05	1	0.404	BBB	5	BB
60	87	CORP. MEXICANO DE RESTAURANTS	7.60	1.91	3.26	0.20	-0.01	205,869	0.66	0.03	1	0.398		5	
61	77	RADIO CENTRO	6.29	4.78	0.59	1.05	-0.05	1,184,572	0.29	0.04	1	0.390		6	
62	95	COLLADO S.A.	26.86	2.24	1.35	0.54	0.17	1,552,869	0.22	0.01	1	0.390		6	
63	46	HYLSA	3.75	0.63	3.05	0.40	0.11	10,238,110	0.07	0.03	1	0.386		6	
64	101	CONVERTIDORA IND.	2.37	2.63	1.69	0.73	0.08	402,176	0.15	0.09	1	0.372		6	
65	49	GRUPO PALACIO DE HIERRO	2.68	5.24	2.17	3.10	0.10	4,336,647	0.06	0.04	1	0.369		6	
66	19	HOMEX	8.52	1.80	0.64	1.71	0.66	1,846,013	0.24	0.07	1	0.366		6	
67	63	DIANA EDITORIAL	7.15	2.65	1.25	3.61	0.01	170,507	0.41	0.04	1	0.354		6	
68	79	PROM. Y OP. DE INFRAESTRUCTURA	30.02	0.10	0.07	1.34	0.14	12,253,410	0.03	0.10	1	0.341		6	B
69	91	IEM	6.75	3.47	1.83	0.53	-0.16	420,573	0.16	0.04	2	0.319		7	
70	75	SIDEK	11.25	-0.45	0.00	0.74	-0.18	13,144,622	0.10	0.04	2	0.312		7	
71	73	SYNKRO INDUSTRIAS	2.63	-4.47	-0.57	0.62	-0.41	469,425	0.18	0.32	2	0.306		7	
72	31	TMM	8.46	0.53	1.91	0.42	0.00	10,373,035	0.03	0.03	2	0.306	CCC	7	
73	39	MINSA	8.47	-0.05	0.55	0.29	0.00	958,709	0.18	0.02	2	0.294		7	
74	59	EDOARDOS	2.36	-1.73	2.24	0.73	-0.08	429,539	0.33	0.07	2	0.293		7	
75	60	ECE S.A.	2.36	-1.73	2.24	0.73	-0.08	429,539	0.33	0.07	2	0.293		7	
76	61	DIXON TICONDEROGA	40.10	2.97	1.52	1.02	0.05	330,757	0.27	0.01	2	0.292		7	
77	99	GRUPO MACMA	12.38	0.04	0.55	0.50	-0.04	150,629	0.26	0.02	2	0.289		7	
78	72	GRUPO MEX. DE DESARROLLO	16.32	0.81	-1.11	0.68	0.09	2,179,536	0.10	0.01	2	0.289		7	
79	84	IUSACELL GRUPO	318.81	-0.49	1.22	0.47	-0.06	4,562,176	0.23	0.00	2	0.289	CC	7	
80	89	GRUPO ACCIÓN	2.18	1.08	3.78	0.53	0.19	937,420	0.10	0.04	2	0.287		7	
81	80	PLANEACIÓN Y PROYECTOS	25.30	2.14	-0.08	0.77	-0.18	194,753	0.23	0.02	2	0.273		7	
82	88	CORFUERTE	14.37	1.52	0.48	1.10	0.08	1,245,710	0.16	0.02	2	0.259		7	
83	90	DERMET	15.55	0.36	0.75	0.46	-0.04	992,568	0.19	0.03	2	0.258		7	
84	34	GRUPO POSADAS	5.97	1.72	3.19	0.31	0.01	2,401,258	0.10	0.02	2	0.255		7	
85	33	SAN LUIS CORP.	9.26	1.11	3.32	0.32	0.00	3,402,905	0.15	0.02	2	0.253		7	
86	82	HOGAR CONSORCIO	5.44	0.87	0.60	1.75	-0.14	1,371,520	0.20	0.11	2	0.248		7	
87	47	HILASAL	12.49	4.01	2.34	0.74	-0.10	259,168	0.16	0.01	2	0.248		7	
88	62	DINA GRUPO	16.42	0.10	1.00	0.55	-0.46	4,075,665	0.17	0.02	2	0.245		7	
89	67	CORP. DURANGO	5.21	0.44	3.83	0.41	-0.15	5,034,828	0.07	0.04	2	0.231	C	7	
90	94	IND. AUTOMOTRIZ	485.23	0.03	0.83	0.20	-0.19	62,976	0.02	0.00	2	0.215		7	
91	64	CYDSA S.A.	10.35	0.05	2.74	0.41	-0.15	4,488,898	0.14	0.03	2	0.214		7	
92	65	COVARRA GRUPO	14.94	0.05	2.99	0.40	0.02	4,258,211	0.14	0.03	2	0.210		7	
93	54	GRUPO AZUCARERO MEXICO	168.06	-2.15	0.87	2.81	0.13	3,273,246	0.01	0.00	2	0.193		7	
94	37	PARRAS CIA. IND.	4.05	0.16	2.85	0.52	-0.04	1,389,200	0.09	0.05	2	0.172		7	
95	78	Q.B. INDUSTRIAS	9.85	-2.78	-0.06	0.79	-0.09	483,009	0.03	0.04	2	0.170		7	
96	32	SAVIA	16.89	-6.35	1.51	1.39	-0.38	10,413,756	0.08	0.02	2	0.158		7	
97	98	GOMO GRUPO	34.39	0.19	0.89	1.22	-0.19	1,058,175	0.20	0.01	2	0.136		7	
98	86	DESARROLLO METROPOLITANO	128.11	0.34	0.72	3.91	-0.22	4,435,840	0.05	0.00	2	0.129		7	CCC

5.2.3.3.- Identificación de los Grupos de Empresas de Alto y de Bajo Riesgo de Crédito dentro de la muestra principal

En el cuadro 5.2.3.2.2 anterior se puede observar que aplicando el método CAMEL las empresas de la muestra se separaron en dos grandes grupos. El primero compuesto por 68 empresas y el segundo por 30 empresas. La característica del grupo dos es que engloba a todas las empresas que antes de iniciar el proceso de clasificación CAMEL ya se habían identificado como empresas definitivamente de alto riesgo de crédito (aquellas que se marcaron de rojo) y también engloba a las empresas bajo sospecha de pertenecer al grupo de empresas de alto riesgo de crédito (aquellas que se marcaron de morado). La excepción de

esta clasificación intuitiva fueron las empresas: Desc Fomento Industrial, Vitro y Bret, que en contra de lo esperado fueron posicionados en la tabla arriba del grupo de las empresas rojas y moradas.

En base a lo anterior se infiere que el grupo de las empresas con alto grado de riesgo (30 en total) está formado por las empresas situadas por debajo de la empresa **Prom. y Op. de Infraestructura** y las empresas con bajo riesgo de crédito son aquellas situadas por arriba de la empresa **IEM** (68 en total).

En la columna Y de la tabla que contendrá los valores de la variable independiente se asignan a todas las empresas del grupo de las de bajo riesgo de crédito el dígito 1 y a las empresas catalogadas como de alto riesgo de crédito el dígito 2.

En la tabla se puede ver que la línea de separación entre las empresa débiles y fuertes está situada entre las empresas **Prom. y Op. de Infraestructura** y **IEM**. Estas dos empresas constituyen la frontera entre el grupo de Empresas de Alto Riesgo de Crédito y Empresas de Bajo Riesgo de Crédito, clasificadas en esa forma aplicando el método CAMEL.

Esta tabla de datos constituye la muestra de empresas (68 de bajo y 30 de alto riesgo de crédito) que se utilizará para construir y para probar la exactitud predictiva de la función discriminante.

5.3.- Prueba de Homogeneidad

Para verificar la homogeneidad del subgrupo de empresas clasificadas como de alto riesgo de crédito, que es al que identificamos como Subgrupo 2, aplicamos la prueba Scheffe, que consiste en analizar la varianza de la variable dependiente para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los diversos niveles de los factores (subgrupos) en la variable dependiente. Para ello se procedió de la siguiente manera:

- 1) se divide la muestra de análisis en 7 subgrupos usando como guía la calificación de emisiones de deuda que asigna Fitch a algunas de las empresas de la muestra de análisis. Estas calificaciones se consignan en la columna 14 del cuadro 5.2.3.2.2 anterior. Los subgrupos que se forman a partir de ello se muestran en la columna 16 y son los siguientes: AAA, AA, A, BBB, BB, B, CCC,
- 2) se asocia en la columna 15 a cada uno de estos subgrupos un número tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro 5.3.1.- Subgrupos

Categoría según Fitch 2	Número de grupo (Y3)
Col. 16	Col. 15
AAA	1
AA	2
A	3
BBB	4
BB	5
B	6
CCC	7

- 3) cargamos el archivo de datos 5.2.3.2.2 en el programa SPSS y seleccionamos Analyse/ Compare Means/ One-Way Anova/ Post Hoc / Scheffe introduciendo a continuación como variable dependiente a CCFF (columna 13), que es el coeficiente Camel de Fortaleza Financiera y como factor a Y3 (columna 15) que representa al subgrupo al que pertenece cada caso (dato).

El resultado que obtenemos es el siguiente:

Tabla 5.3.2.- Prueba de Sheffe para medir la homogeneidad de subgrupos

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Y2

Scheffe

(I) Y3	(J) Y3	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	0.164810	0.017145 *	0.000	0.10252	0.22710
	3	0.262385	0.017986 *	0.000	0.19704	0.32773
	4	0.341383	0.022154 *	0.000	0.26090	0.42187
	5	0.363737	0.022154 *	0.000	0.28325	0.44422
	6	0.399961	0.021189 *	0.000	0.32298	0.47694
	7	0.522903	0.015305 *	0.000	0.46730	0.57851
2	1	-0.164810	0.017145 *	0.000	-0.22710	-0.10252
	3	0.097575	0.017467 *	0.000	0.03411	0.16104
	4	0.176573	0.021735 *	0.000	0.09761	0.25554
	5	0.198927	0.021735 *	0.000	0.11996	0.27789
	6	0.235151	0.020751 *	0.000	0.15976	0.31054
	7	0.358094	0.014693 *	0.000	0.30471	0.41147
3	1	-0.262385	0.017986 *	0.000	-0.32773	-0.19704
	2	-0.097575	0.017467 *	0.000	-0.16104	-0.03411
	4	0.078998	0.022404 *	0.064	-0.00240	0.16039
	5	0.101352	0.022404 *	0.004	0.01995	0.18275
	6	0.137576	0.021450 *	0.000	0.05964	0.21551
	7	0.260519	0.015665 *	0.000	0.20361	0.31743
4	1	-0.341383	0.022154 *	0.000	-0.42187	-0.26090
	2	-0.176573	0.021735 *	0.000	-0.25554	-0.09761
	3	-0.078998	0.022404 *	0.064	-0.16039	0.00240
	5	0.022354	0.025870 *	0.993	-0.07164	0.11634
	6	0.058578	0.025049 *	0.490	-0.03243	0.14958
	7	0.181521	0.020315 *	0.000	0.10771	0.25533
5	1	-0.363737	0.022154 *	0.000	-0.44422	-0.28325
	2	-0.198927	0.021735 *	0.000	-0.27789	-0.11996
	3	-0.101352	0.022404 *	0.004	-0.18275	-0.01995
	4	-0.022354	0.025870 *	0.993	-0.11634	0.07164
	6	0.036224	0.025049 *	0.909	-0.05478	0.12723
	7	0.159167	0.020315 *	0.000	0.08536	0.23297
6	1	-0.399961	0.021189 *	0.000	-0.47694	-0.32298
	2	-0.235151	0.020751 *	0.000	-0.31054	-0.15976
	3	-0.137576	0.021450 *	0.000	-0.21551	-0.05964
	4	-0.058578	0.025049 *	0.490	-0.14958	0.03243
	5	-0.036224	0.025049 *	0.909	-0.12723	0.05478
	7	0.122943	0.019258 *	0.000	0.05297	0.19291
7	1	-0.522903	0.015305 *	0.000	-0.57851	-0.46730
	2	-0.358094	0.014693 *	0.000	-0.41147	-0.30471
	3	-0.260519	0.015665 *	0.000	-0.31743	-0.20361
	4	-0.181521	0.020315 *	0.000	-0.25533	-0.10771
	5	-0.159167	0.020315 *	0.000	-0.23297	-0.08536
	6	-0.122943	0.019258 *	0.000	-0.19291	-0.05297

* The mean difference is significant at the .05 level.

En esta tabla observamos que el programa nos va comparando sistemáticamente las medias de cada uno de los 7 subgrupos con los seis restantes. La tercera columna contiene las diferencias de medias entre las diferentes categorías, el error estándar de estas diferencias en la cuarta y el nivel de significación de las mismas en la quinta. Se puede ver también que a los

niveles de significación inferiores a 0.05 para estas diferencias se les identificó con un asterisco en la columna de diferencia de medias. Estos son justamente los niveles de los subconjuntos, entre los que existe una diferencia significativa de medias en la variable que comparamos (CCFF) y con un riesgo del 5%. En la tabla se puede ver que no existen diferencias significativas entre:

Subgrupo		Subgrupo
3	y	4
4	y	5
4	y	6
5	y	6

Es decir estas estos tres subgrupos son estadísticamente iguales.

Las dos últimas columnas consignan el intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias de cada uno de los subgrupos. Ahí se puede observar que en los renglones donde la diferencia de medias sí es significativa, el cero no queda dentro del intervalo de confianza de 95%.

La segunda tabla que nos proporciona el programa es la siguiente:

Cuadro 5.3.3.- Clasificación de grupos homogéneos

Homogeneous Subsets

Y2 (CCPP)

Scheffe

Y3	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
7	30	0.24788				
6	8		0.37082			
5	7		0.40705			
4	7		0.42940			
3	14			0.50840		
2	17				0.60597	
1	15					0.77078
Sig.		1.000	0.251	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.921.

En esta tabla la prueba permite colocar las medias de cada subgrupo en 5 columnas que representan a los 5 subconjuntos en los cuales dicha programa reclasificó a los 7 subgrupos en que se había dividido la muestra de análisis. Es decir mediante la prueba se analiza los datos y con base a ello se reduce el número de subgrupos de siete a cinco.

En la tabla se puede observar que el subconjunto 7, 3, 2 y 1 son diferentes entre sí y que los subconjuntos 4, 5 y 6 son estadísticamente iguales. Tomando en cuenta que el subgrupo 7 corresponde al grupo 2 de la muestra de análisis y el hecho de que este subgrupo fue reclasificado por el programa como un subconjunto homogéneo de datos diferente a todos los demás subgrupos, se puede considerar en base a ello que la preclasificación de datos realizada previamente usando el método CAMEL fue correcta. Otro hubiera sido el resultado si el subgrupo 7 hubiera quedado traslapado con otros subgrupos, como fue lo que le ocurrió a los subgrupos 4, 5 y 6.

5.4.- División de la Muestra Principal

Como se menciona en el párrafo anterior la muestra total de empresas se debe dividir aleatoriamente en dos submuestras. La primera que se denomina “**Muestra de Análisis**” es la que se utiliza para construir la función discriminante; y la segunda, denominada “**Ampliación de la Muestra**”, se usa para validar la función discriminante. Este método de validación de la función discriminante se denomina enfoque de validación cruzada.

Muestra Principal {
Muestra de Análisis
Ampliación de Muestra o Muestra de Validación

No se ha establecido una manera definitiva para dividir la muestra principal en los grupos de análisis y ampliación (o validación). El procedimiento más común es dividir el total de la muestra en tal forma que la mitad de los casos pertenezca a la muestra de análisis y la otra mitad a la ampliación de la muestra. Sin embargo algunos prefieren una división 60-40 o 75-25 entre los grupos de análisis y de ampliación. Para efectos prácticos la muestra total se dividió de la siguiente forma:

Muestra de análisis: 68 empresas (69.4%) {
47 de bajo riesgo (69%)
21 de alto riesgo (31%)

Muestra de validación: 30 empresas (30.6%) {
20 de bajo riesgo (69%)
10 de alto riesgo (31%)

La división de la muestra principal no sería necesaria si se tuviera una muestra de validación independiente de la muestra principal, lo cual en este trabajo de tesis no es el caso. Ese es el obstáculo más importante que se tiene que enfrentar el investigador: la escasez de datos financieros de las empresas del sector privado, ya que sólo unas pocas, las que cotizan en bolsa, están obligadas a publicar sus estados financieros. Como antecedente acerca del tamaño de la muestra principal que se utilizará en el presente trabajo de tesis, cabe mencionar que el modelo original Z de Altman fue desarrollado para predecir las quiebras de las empresas, usando la información financiera de una muestra inicial compuesta por 66 corporaciones del sector manufacturero

Después de un proceso de selección aleatorio la muestra de validación de 30 empresas quedó como sigue:

Muestra de Validación

Tabla 5.4.1.- Lista de empresas de la muestra de validación

Nr.	Empresa	Tipo	Nr.	Empresa	Tipo
17	Grupo Modelo	1	75	Sidek	2
24	Soriana	1	60	ECE S.A.	2
9	Grupo Continental	1	61	Dixon Ticonderoga	2
53	Grupo Embotelladores Unidos	1	84	IUSACELL	2
9	Nadro	1	80	Planeac. y Proyectos	2
11	Corporativo Moctezuma	1	62	DINA Grupo	2
12	Puerto de Liverpool	1	94	Ind. Automotriz	2
25	Nutrisa	1	54	Grupo Azucarero Mexico	2
26	Maseca	1	98	Gomo Grupo	2
30	CNCI Universidad	1	86	Desarrollo Metropolitano	2
74	Sanborns	1			
85	Unefon	1			
97	Maq. Diesel	1			
44	Lamosa	1			
45	Interceramic	1			
92	Bret	1			
76	Sare	1			
30	Jugos del valle	1			
81	Industrias ch	1			
16	Grupo México	1			

5.5.- Verificación de la Normalidad y de Homogeneidad de Varianza de los Datos

Es deseable encontrar ciertas condiciones para la correcta aplicación del análisis discriminante. Los supuestos clave para obtener la función discriminante son:

- normalidad multivariante de las variables independientes (Test Kolmogorov-Smirnow)
- Homogeneidad de varianzas (Test de Levene)
- No multicolinealidad entre las variables independientes (Test de Tolerancia y de VIF)
- Ausencia de casos atípicos

la pruebas c) la realiza automáticamente el programa de clasificación discriminante y se verá más adelante. En esta parte del trabajo nos enfocaremos a verificar la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianzas.

5.5.1.- Prueba de normalidad de los datos

Para verificar la normalidad de los datos de las variables independientes se hace uso de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba se utiliza para determinar el grado de ajuste de unos datos a una distribución normal. También se puede emplear para probar el grado de ajuste a una distribución uniforme o de Poisson. Se basa en la diferencias de porcentajes entre la distribución acumulada observada y estos mismos porcentajes para la función de distribución acumulada teórica.

La hipótesis nula (H_0) se plantea en términos de que la muestra procede de una población en la que la variable sigue o se ajusta a una distribución normal, en tanto que la hipótesis alternativa, que no es así, es decir, que los datos empíricos u observados no se ajustan a los datos teóricos de la distribución normal. Se introduce el archivo 5.2.3.2.2 al cual previamente se le extrajeron los 30 casos que conforman la muestra de validación, de manera que el archivo analizado consta de 68 casos y se selecciona del menú principal Analyze/Nonparametric Tests/ 1 Sample K-S. La tabla de resultados que se obtiene es la siguiente:

Cuadro 5.5.1.1.- Resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov a la muestra de analisis de 68 elementos
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		CINT	CDEUDA	APAL	ACTIV	CREC	TAM	RENT	LIQ	APAL2	ACTIV2	RENT2	LIQ2
N		68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Normal Parameters(a,b)	Mean	6.830	3.516	1.734	0.722	0.047	11,749,110	0.242	0.074	0.635	0.735	0.015	0.322
	Std. Deviation	6.218	4.165	1.049	0.624	0.158	20,800,904	0.153	0.064	0.461	0.390	0.139	0.232
Most Extreme Differences	Absolute	0.147	0.150	0.081	0.245	0.134	0.294	0.147	0.188	0.159	0.156	0.129	0.157
	Positive	0.147	0.150	0.050	0.245	0.134	0.294	0.147	0.188	0.159	0.156	0.104	0.157
	Negative	-0.146	-0.137	-0.081	-0.203	-0.111	-0.289	-0.082	-0.165	-0.108	-0.070	-0.129	-0.109
Kolmogorov-Smirnov Z		1.216	1.239	0.670	2.020	1.106	2.427	1.210	1.547	1.308	1.283	1.063	1.295
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.104	0.093	0.761	0.001	0.173	0.000	0.107	0.017	0.065	0.074	0.208	0.070
Exact Sig. (2-tailed)		0.094	0.083	0.730	0.000	0.158	0.000	0.097	0.014	0.058	0.067	0.191	0.062
Point Probability		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A Test distribution is Normal.

B Calculated from data.

Llama la atención en la tabla anterior que el número de variables creció a 12 variables. Las nuevas variables de la muestra son:

APAL2 = PASIVO A CORTO PLAZO / CAPITAL CONTABLE

LIQ2 = (ACTIVO CIRCULANTE – PASIVO CIRCULANTE) / ACTIVO TOTAL

ACTIV2 = VENTAS / ACTIVO TOTAL

RENT2 = UTILIDAD NETA / CAPITAL CONTABLE

La razón de incluir estas variables adicionales es proporcionar al programa de análisis discriminante múltiple más opciones de selección para optimizar la función discriminante. Para ello se tomó en cuenta que en el modelo original de Altman se utilizaron 22 variables independientes.

Analizando la tabla se puede aceptar con un riesgo $\alpha = 5\%$ (probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es cierta) de que en el caso de las variables ACTIV, TAM y LIQ (las marcadas de rojo) los datos no se ajustan a una distribución normal. Los valores Z se calculan a partir de la diferencia máxima, en valores absolutos, entre la distribución observada y la teórica y con carácter general se puede afirmar que cuanto mayor sea este estadístico Z y menor por tanto su grado de significación más probable es que sea verdad la H_1 de que los datos no se ajustan a una distribución normal. En la tabla se puede observar que sólo para ACTIV, TAM y LIQ el grado de significación es menor a 5%.

Con el objeto de tratar de normalizar las variables que no pasaron la prueba se transformaron estas variables, utilizando la raíz cuadrada de sus valores. Adicionalmente se eliminaron en esta nueva muestra a los valores atípicos de las variables (Outliers), con lo cual el tamaño de la muestra se redujo a 58 casos. En este grupo se incluyó también a la variable CINT. Para identificar a las variables transformadas se les agregaron las siglas RC (raíz cuadrada). Se aplicó la prueba de normalidad a la muestra de análisis transformada y se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

Tabla 5.5.1.2.- Resultado de la prueba de Kolmogorov-Smirnov a la muestra de análisis de 68 elementos con algunas variables independientes transformadas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		CINT RC	CDEUDA	APAL	ACTIV RC	CREC	TAM RC	RENT	LIQ RC	APAL 2	LIQ 2	ACTIV 2	RENT 2
N		68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Normal Parameters(a,b)	Mean	2.374	3.516	1.734	0.798	0.047	2,623.94	0.242	0.251	0.635	0.322	0.735	0.015
	Std. Deviation	1.100	4.165	1.049	0.294	0.158	2,221.86	0.153	0.105	0.461	0.232	0.390	0.139
Most Extreme Differences	Absolute	0.107	0.150	0.081	0.207	0.134	0.162	0.147	0.150	0.159	0.157	0.156	0.129
	Positive	0.107	0.150	0.050	0.207	0.134	0.162	0.147	0.150	0.159	0.157	0.156	0.104
	Negative	-0.050	-0.137	-0.081	-0.120	-0.111	-0.157	0.082	-0.092	-0.108	0.109	-0.070	-0.129
Kolmogorov-Smirnov Z		0.885	1.239	0.670	1.710	1.106	1.338	1.210	1.235	1.308	1.295	1.283	1.063
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.414	0.093	0.761	0.006	0.173	0.056	0.107	0.094	0.065	0.070	0.074	0.208
Exact Sig. (2-tailed)		0.387	0.083	0.730	0.005	0.158	0.049	0.097	0.085	0.058	0.062	0.067	0.191
Point Probability		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Como la tabla anterior arroja, se mejoró la respuesta a la prueba de normalidad de la variable CINTRC y se normalizó la variable LIQRC. TAMRC se volvió casi normal pero ACTIV RC mejoró muy poco. En esta muestra sólo dos variables no son normales.

Como transformación adicional se eliminaron en la muestra de análisis a los valores atípicos de las variables (Outliers), lo cual redujo el tamaño de la muestra a 58 casos. Se aplicó la prueba de normalidad y se obtuvieron los resultados que se consignan en la tabla que se muestra a continuación.

En esta tabla se puede observar que con las transformaciones realizadas se logra que de las ocho variables originales 7 son normales. La única no normal es la que de plano no se puede normalizar: ACTIVRC. La muestra tiene sin embargo dos variables del grupo de las agregadas a posteriori que no son normales. A pesar de ello se incluye a esta muestra para efectos de análisis en el presente trabajo debido a que, como se verá más adelante, genera funciones discriminantes que ofrecen ciertas ventajas respecto a la función discriminante calculada con la muestra de análisis de 68 casos.

5.5.1.3.- Resultado de la prueba de Kolmogorov-Smirnov a la muestra de análisis de 58 elementos con algunas variables independientes transformadas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		CINT RC	CDEUDA	APAL	ACTIV RC	CREC	TAM RC	RENT	LIQ RC	APAL2	LIQ2	ACTIV2	RENT2
N		58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Normal Parameters(a,b)	Mean	2.523	3.823	1.751	0.792	0.060	2648.1	0.251	0.243	0.670	0.321	0.746	0.017
	Std. Deviation	1.294	3.993	0.971	0.276	0.149	2181.8	0.161	0.103	0.520	0.238	0.451	0.144

5.5.1.3.- Resultado de la prueba de Kolmogorov-Smirnov a la muestra de análisis de 58 elementos con algunas variables independientes transformadas (continuación de la tabla de la página anterior)

		CINT RC	CDEUDA	APAL	ACTIV RC	CREC	TAM RC	RENT	LIQ RC	APAL2	LIQ2	ACTIV2	RENT2
Most Extreme Differences	Absolute	0.111	0.175	0.087	0.194	0.152	0.158	0.149	0.150	0.178	0.195	0.199	0.120
	Positive	0.111	0.175	0.087	0.194	0.152	0.158	0.149	0.150	0.178	0.195	0.199	0.100
	Negative	-0.085	-0.149	0.087	-0.109	0.093	-0.150	0.085	0.060	-0.122	0.116	-0.080	-0.120
Kolmogorov-Smirnov Z		0.843	1.336	0.662	1.474	1.157	1.202	1.133	1.141	1.352	1.485	1.518	0.910
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.476	0.056	0.773	0.026	0.137	0.111	0.153	0.148	0.052	0.024	0.020	0.379

A Test distribution is Normal.

B Calculated from data.

5.5.2.- Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Levene)

La prueba de Levene es una prueba que contrasta hasta que punto los distintos niveles del factor tienen una varianza homogénea en la variable dependiente. Cuanto más próximos a "1" sea el estadístico de Levene y por tanto mayor su nivel de significación, más probable es que sea verdad la hipótesis nula de que las varianzas de los diferentes niveles de la variable dependiente no difieran significativamente, es decir sean significativamente iguales. En el caso del análisis discriminante la prueba se enfoca a verificar la dispersión de las variables independientes a lo largo de los grupos formados por la variable dependiente no métrica.

El cuadro 5.5.2.1 muestra los resultados de la prueba de Levene para la muestra de análisis de 68 empresas y 12 razones financieras. As variables TAMRC, RENT, APAL2 y RENT2 muestran heterocedasticidades significativas, mientras que las siete las variables independientes restantes muestran homocedasticidad.

Cuadro 5.5.2.1.- Resultados de la prueba de Leven para la muestra de 68 casos y 12 razones

		Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for equality of means						95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
CINTRC	Equal variances assumed	0.802	0.374	-2.748	66.000	0.008	-0.768	0.279	-1.326	-0.210	
	Equal variances not assumed			-3.070	46.380	0.004	-0.768	0.250	-1.271	-0.265	
CDEUDA	Equal variances assumed	4.402	0.040	5.247	66.000	0.000	4.922	0.938	3.049	6.796	
	Equal variances not assumed			6.345	56.270	0.000	4.922	0.776	3.369	6.476	
APAL	Equal variances assumed	14.750	0.000	0.240	66.000	0.811	0.068	0.281	-0.494	0.629	
	Equal variances not assumed			0.193	24.264	0.849	0.068	0.350	-0.654	0.789	
ACTIVRC	Equal variances assumed	3.144	0.081	0.345	66.000	0.732	0.027	0.079	-0.130	0.185	
	Equal variances not assumed			0.413	54.989	0.682	0.027	0.066	-0.105	0.159	
CREC	Equal variances assumed	0.139	0.710	4.373	66.000	0.000	0.163	0.037	0.089	0.238	
	Equal variances not assumed			4.333	34.929	0.000	0.163	0.038	0.087	0.240	
TAMRC	Equal variances assumed	8.606	0.005	3.156	66.000	0.002	1,753	555	644	2,861	
	Equal variances not assumed			4.434	64.642	0.000	1,753	395	963	2,542	
RENT	Equal variances assumed	7.980	0.006	3.844	66.000	0.000	0.142	0.037	0.068	0.216	
	Equal variances not assumed			5.080	65.284	0.000	0.142	0.028	0.086	0.198	
LIQRC	Equal variances assumed	1.494	0.226	2.813	66.000	0.006	0.075	0.027	0.022	0.129	
	Equal variances not assumed			2.823	35.899	0.008	0.075	0.027	0.021	0.129	

Cuadro 5.5.2.1.- Resultados de la prueba de Leven para la muestra de 68 casos y 12 razones

		Levene's Test for		t-test for equality of means						
		Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.						Lower	Upper
APAL2	Equal variances assumed	6.450	0.013	-2.212	66.000	0.030	-0.264	0.119	-0.502	-0.026
	Equal variances not assumed			-1.781	24.317	0.087	-0.264	0.148	-0.570	0.042
LIQ2	Equal variances assumed	0.111	0.740	1.163	66.000	0.249	0.072	0.062	-0.051	0.195
	Equal variances not assumed			1.127	33.316	0.268	0.072	0.064	-0.058	0.201
ACTIV2	Equal variances assumed	0.974	0.327	0.482	66.000	0.632	0.050	0.104	-0.158	0.259
	Equal variances not assumed			0.477	34.855	0.637	0.050	0.106	-0.164	0.265
RENT2	Equal variances assumed	5.180	0.026	1.715	66.000	0.091	0.063	0.036	-0.010	0.135
	Equal variances not assumed			1.452	26.165	0.158	0.063	0.043	-0.026	0.151

Se repitió la prueba de igualdad de homocedasticidad en la muestra de análisis de 58 empresas y los resultados obtenidos se anotaron en el cuadro 5.5.2.2 Esta tabla muestra que al reducir el tamaño de la muestra de análisis también se reduce el número de variables independientes cuyas varianzas en los dos grupos de la variable dependiente son iguales. Cabe hacer notar que las variables que tienen varianzas iguales son las que mayores probabilidades tienen de ser tomadas en cuenta para formar parte de la ecuación de la función discriminante.

Cuadro 5.5.2.2.- Resultado de la prueba de Levene en la muestra de 58 empresas y 12 razones financieras

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
CINT RC	Equal variances assumed	0.007	0.932	-3.359	56.000	0.001	-1.154	0.344	-1.842	-0.466
	Equal variances not assumed			-3.276	28.406	0.003	-1.154	0.352	-1.875	-0.433
CDEUDA	Equal variances assumed	7.058	0.010	4.181	56.000	0.000	4.242	1.015	2.210	6.274
	Equal variances not assumed			5.758	55.890	0.000	4.242	0.737	2.766	5.718
APAL	Equal variances assumed	7.824	0.007	-0.327	56.000	0.745	-0.092	0.282	-0.658	0.473
	Equal variances not assumed			-0.276	21.949	0.785	-0.092	0.335	-0.786	0.602
ACTIV RC	Equal variances assumed	1.488	0.228	-0.020	56.000	0.984	-0.002	0.080	-0.163	0.159
	Equal variances not assumed			-0.023	41.177	0.981	-0.002	0.070	-0.144	0.140
CREC	Equal variances assumed	0.410	0.525	3.790	56.000	0.000	0.147	0.039	0.069	0.224
	Equal variances not assumed			4.399	42.838	0.000	0.147	0.033	0.079	0.214
TAM RC	Equal variances assumed	7.571	0.008	3.340	56.000	0.001	1.937	579.83	775.05	3,098.15
	Equal variances not assumed			4.745	54.313	0.000	1,937	408.17	1,118.37	2,754.83
RENT	Equal variances assumed	9.119	0.004	3.419	56.000	0.001	0.146	0.043	0.060	0.232
	Equal variances not assumed			4.672	55.992	0.000	0.146	0.031	0.083	0.209
LIQ RC	Equal variances assumed	7.821	0.007	3.768	56.000	0.000	0.101	0.027	0.047	0.155
	Equal variances not assumed			4.841	53.337	0.000	0.101	0.021	0.059	0.143

Cuadro 5.5.2.2.- Resultado de la prueba de Levene en la muestra de 58 empresas y 12 razones financieras

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means							
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
APAL2	Equal variances assumed	12.203	0.001	-3.739	56.000	0.000	-0.506	0.135	-0.778	-0.235
	Equal variances not assumed			-2.831	18.973	0.011	-0.506	0.179	-0.881	-0.132
LIQ2	Equal variances assumed	0.322	0.573	0.657	56.000	0.514	0.045	0.069	-0.093	0.184
	Equal variances not assumed			0.630	27.439	0.534	0.045	0.072	-0.102	0.193
ACTIV2	Equal variances assumed	3.617	0.062	-0.213	56.000	0.832	-0.028	0.131	-0.291	0.235
	Equal variances not assumed			-0.185	23.036	0.855	-0.028	0.151	-0.340	0.284
RENT2	Equal variances assumed	5.473	0.023	2.180	56.000	0.033	0.088	0.040	0.007	0.168
	Equal variances not assumed			1.825	21.675	0.082	0.088	0.048	-0.012	0.187

Se hizo la prueba de Levene a las dos muestras de análisis (de 68 y 58 empresas) ya que más adelante se calculará la función discriminante para las dos muestras de análisis.

5.6.- Estimación de la función discriminante

Comenzamos el estudio del análisis discriminante de dos grupos examinando e cuadro 5.6.1 en donde se muestran las medias de los grupos de cada una de las variables independientes, construida a partir de de las 68 observaciones que forman la muestra de análisis. En esta tabla se pueden identificar las variables con las mayores diferencias en las medias de los grupos (CDEUDA, CREC, RENT TAMRC).

Cuadro 5.6.1.- Estadísticos descriptivos de los grupos y contrastes de igualdad para el análisis discriminante de dos grupos

Medias de los grupos para las variables independientes												
Variable dependiente	CINTRC	CDEUDA	APAL	ACTIVRC	CREC	TAMRC	RENT	LIQRC	APAL2	LIQ2	ACTIV2	ROI
1: Alto riesgo de crédito	2.148	4.964	1.754	0.806	0.095	3139.43	0.284	0.273	0.558	0.343	0.749	0.034
2: Bajo riesgo de crédito	2.916	0.042	1.686	0.779	-0.068	1386.76	0.142	0.198	0.822	0.271	0.699	-0.029
Total	2.374	3.516	1.734	0.798	0.047	2623.94	0.242	0.251	0.635	0.322	0.735	0.015
Desviaciones estándar para las variables independientes												
Variable dependiente	CINTRC	CDEUDA	APAL	ACTIVRC	CREC	TAMRC	RENT	LIQRC	APAL2	LIQ2	ACTIV2	ROI
1: Alto riesgo de crédito	1.120	3.890	0.833	0.326	0.139	2415.34	0.158	0.101	0.355	0.226	0.390	0.117
2: Bajo riesgo de crédito	0.8534	2.39393	1.47	0.20626	0.143	833.441	0.07	0.1	0.622	0.24	0.399	0.177
Total	1.1001	4.1648	1.05	0.29433	0.158	2221.86	0.15	0.105	0.461	0.23	0.39	0.139
Contrastes de igualdad de las medias de grupo												
Variable dependiente	CINTRC	CDEUDA	APAL	ACTIVRC	CREC	TAMRC	RENT	LIQRC	APAL2	LIQ2	ACTIV2	ROI
Lambda de Wilks	0.897	0.706	0.999	0.998	0.775	0.869	0.817	0.893	0.931	0.980	0.996	0.957
Razón F univariante	7.550	27.531	0.058	0.119	19.12	9.959	14.78	7.913	4.895	1.352	0.232	2.941
Nivel de significación	0.008	0.000	0.811	0.732	0.000	0.002	0.000	0.006	0.030	0.249	0.632	0.091

La tabla también muestra la Lambda de Wilks y el ANOVA univariante utilizados para valorar la significación entre las medias de las variables independientes para los dos grupos.

Como sabemos la λ de Wilks, también llamada "U Statistics" es el cociente entre la Suma de Cuadrados Intragrupos y la Suma de Cuadrados Total en un análisis de variancia simple. Una λ

= 1 significa que la S.C. Intragrupos es igual a la S.C. Total, o sea que la S.C. Entregrupos es igual a cero y que por lo tanto no existe diferencia alguna entre las medias de los grupos en la variable considerada. Valores de λ próximos a cero significan por lo contrario que una parte de la variabilidad total es atribuible a la diferencia entre las medias de los distintos grupos. La **F** es el cociente entre la Media Cuadrática Entregrupos y la Media Cuadrática Intragrupos.

La tabla muestra que APAL, ACTVRC, LIQ2, ACTIV2 y RENT2 no son significativamente distintas.

La finalidad del análisis discriminante es definir el conjunto de variables que mejor discriminan entre grupos. Para ello se debe estimar la función discriminante. Por otra parte y dado que el objetivo de este análisis es determinar qué variables son las más eficientes para discriminar entre empresas de alto y bajo riesgo de crédito, se utilizó un procedimiento por etapas. Si el objetivo hubiera sido determinar las capacidades discriminantes del conjunto completo de razones discriminantes, sin considerar la influencia de ninguno individualmente, todas las variables deberían de haberse incluido en el modelo simultáneamente. Se hará uso de la medida D^2 de Mahalanobis en el procedimiento por etapas para determinar la variable con mayor capacidad discriminatoria.

Aquí cabe hacer la aclaración que para derivar una función discriminante se pueden utilizar dos métodos de cálculo: el método simultáneo (directo) y el método por etapas. La estimación simultánea implica el cálculo de la función discriminante donde todas las variables independientes son consideradas simultáneamente. Por ello, la función discriminante se calcula basándose en el conjunto completo de variables independientes, sin considerar la capacidad discriminante de cada variable independiente. El método simultáneo es apropiado cuando no es necesario observar resultados intermedios basados solamente en las variables que discriminan mejor. La estimación por etapas es una alternativa al enfoque simultáneo. Incluye las variables independientes dentro de la función discriminante de una en una, según su capacidad discriminatoria. El enfoque por etapas comienza eligiendo la variable que mejor discrimina. La variable inicial se empareja con cada una de las variables independientes (de una en una), y se elige la variable que más consigue incrementar la capacidad discriminante de la función en combinación con la primera variable. La tercera y posteriores variables se seleccionan de una manera similar. Mientras se incluyen variables adicionales, algunas variables seleccionadas previamente pueden ser eliminadas si la información que contienen sobre las diferencias del grupo está contenida en alguna combinación de otras variables incluidas en posteriores etapas. Al final, o bien todas las variables habrán sido incluidas en la función, o se habrá considerado que las variables excluidas no contribuyen significativamente a una mejor discriminación.

El procedimiento por etapas empieza con todas las variables excluidas del modelo para seleccionar posteriormente aquella variable que maximiza la distancia de Mahalanobis entre los grupos. En este análisis, se requiere un valor de significación mínimo de 0.05 para ser incorporada y se utiliza la D^2 de Mahalanobis para seleccionar realmente las variables.

Iniciamos el proceso de estimación de la función discriminante introduciendo la muestra de análisis compuesta por 68 caso y 12 razones con raíz cuadrada de cuatro de ellas, después elegimos los comandos Analyze/Classify/ Discriminant, introducimos las variables dependientes e independientes y obtenemos una serie de tablas de datos las cuales iremos comentando a continuación.

Para realizar el procedimiento por etapas del análisis discriminante existen varios métodos:

Wilks' λ

La V de Rao

La distancia de Mahalanobis

El estadístico F

Variación no explicada

Como se menciona anteriormente el procedimiento que se seguirá para calcular la función discriminante es el de Mahalanobis. Sin embargo se decidió también incluir en el análisis los datos que proporciona el procedimiento de la Lambda de Wilks, el cual utiliza la minimización de la Lambda de Wilks para calcular la función discriminante. El cuadro 5.6.2 muestra por lo tanto los datos que proporcionan los dos procedimientos:

Cuadro 5.6.2.- Resultados del primer paso del modelo de análisis discriminante de dos grupos por pasos

		Variables Not in the Analysis						
Step		Tolerance	Min. Tolerance	F to Enter > 3.84	Sig. of F to Enter < 0.05	Min. D Squared	Between Groups	Wilks' Lambda
0	CINTRC	1.000	1.000	7.550	0.008	0.535	1 and 2	0.897
	CDEUDA	1.000	1.000	27.531	0.000	1.950	1 and 2	0.706
	APAL	1.000	1.000	0.058	0.811	0.004	1 and 2	0.999
	ACTIVRC	1.000	1.000	0.119	0.732	0.008	1 and 2	0.998
	CREC	1.000	1.000	19.122	0.000	1.354	1 and 2	0.775
	TAMRC	1.000	1.000	9.959	0.002	0.705	1 and 2	0.869
	RENT	1.000	1.000	14.777	0.000	1.047	1 and 2	0.817
	LIQRC	1.000	1.000	7.913	0.006	0.560	1 and 2	0.893
	APAL2	1.000	1.000	4.895	0.030	0.347	1 and 2	0.931
	LIQ2	1.000	1.000	1.352	0.249	0.096	1 and 2	0.980
	ACTIV2	1.000	1.000	0.232	0.632	0.016	1 and 2	0.996
	ROI	1.000	1.000	2.941	0.091	0.208	1 and 2	0.957

En el paso cero el programa escoge como primera componente de la función discriminante a la variable independiente que tiene la D^2 máxima, que en este primer paso resulta ser la variable CDEUDA (1,950), y la registra en la tabla 5.6.3.

Cuadro 5.6.3.- Variables que van entrando al análisis en cada paso

		Variables Entered/Removed(a,b,c,d)					
Step	Entered	Statistic	Between Groups	Min. D Squared			
				Exact F			
				Statistic	df1	df2	Sig.
1	CDEUDA	1.950	1 and 2	27.531	1	66.000	0.00000
2	CREC	3.053	1 and 2	21.222	2	65.000	0.00000
3	RENT	4.079	1 and 2	18.612	3	64.000	0.00000
4	TAMRC	5.094	1 and 2	17.160	4	63.000	0.00000

At each step, the variable that maximizes the Mahalanobis distance between the two closest groups is entered.

- a Maximum number of steps is 24.
- b Minimum partial F to enter is 3.84.
- c Maximum partial F to remove is 2.71.
- d F level, tolerance, or VIN insufficient for further computation.

A continuación el programa calcula nuevamente los valores de F y D^2 para todas aquellas variables independientes que todavía no forman parte de la ecuación discriminante y los registra en el cuadro 5.6.4, después revisa estos valores y escoge a la variable que tenga el mayor valor para D^2 , que resulta ser la variable CREC (3,053) y la registra en la 5.6.3 como segunda variable de la función discriminante

Cuadro 5.6.4.- Resultados del paso 2 del modelo de análisis discriminante de dos grupos por pasos

Variables Not in the Analysis								
Step	Var. indep.	Tolerance	Min. Tolerance	F to Enter > 3.84	Sig. of F to Enter < 0.05	Min. D Squared	Between Groups	Wilks' Lambda
1	CINTRC	0.807	0.807	0.170	0.681	1.967	1 and 2	0.704
	APAL	0.983	0.983	0.134	0.716	1.964	1 and 2	0.704
	ACTIVRC	0.976	0.976	0.954	0.332	2.047	1 and 2	0.695
	CREC	0.993	0.993	10.818	0.002	3.053	1 and 2	0.605
	TAMRC	0.989	0.989	9.649	0.003	2.934	1 and 2	0.614
	RENT	0.986	0.986	7.308	0.009	2.695	1 and 2	0.634
	LIQRC	0.983	0.983	3.223	0.077	2.279	1 and 2	0.672
	APAL2	1.000	1.000	3.479	0.067	2.305	1 and 2	0.670
	LIQ2	0.996	0.996	1.583	0.213	2.111	1 and 2	0.689
	ACTIV2	0.999	0.999	0.269	0.606	1.978	1 and 2	0.703
	ROI	1.000	1.000	2.221	0.141	2.176	1 and 2	0.682

Acto seguido calcula conjuntamente los nuevos valores de F y D^2 para las dos variables que ya están dentro de la función discriminante, registra los valores obtenidos en la tabla 5.6.5 y verifica que los nuevos valores calculados para F sean mayores a 2.71. En caso de que no se cumpliera este requisito se tendría que eliminar de la función discriminante a la variable involucrada. Por otra parte revisa el índice de tolerancia para detectar si hay variables e el mismo que sean una combinación de lineal de otras. Este índice es igual a $1 - R$, siendo R el coeficiente de correlación múltiple entre una variable y todas las demás. Cuanto más próximo a cero sea este coeficiente, mayor probabilidad de que la variable pueda ser una combinación lineal de otras variables independientes. En el paso cero y puesto que todavía ninguna variable ha entrado en el modelo, estos niveles de tolerancia son 1 para todas a variables. Al revisar los valores que aparecen en la tabla observamos que los correspondientes al índice de tolerancia están más cerca de 1 que de cero y los valores de F para Remove son en ambos casos mayores a 2.71. Por lo tanto se conservan las dos variables en la función discriminante y se concluye que no presentan colinealidad.

Cuadro 5.6.5.-

Variables in the Analysis

Step		Tolerance	F to Remove	Min. D Squared	Between Groups
1	CDEUDA	1.000	27.531		
2	CDEUDA	0.993	18.308	1.354	1 and 2
	CREC	0.993	10.818	1.950	1 and 2
3	CDEUDA	0.976	11.614	2.734	1 and 2
	CREC	0.975	12.017	2.695	1 and 2
	RENT	0.968	8.497	3.053	1 and 2
4	CDEUDA	0.966	12.107	3.519	1 and 2
	CREC	0.938	6.516	4.178	1 and 2
	RENT	0.928	10.814	3.662	1 and 2
	TAMRC	0.903	7.304	4.079	1 and 2

Repitiendo el procedimiento anterior se realizan los pasos 2 y 3 para determinar la tercera y cuarta variable independiente de la función discriminante que resultan ser: RENT y TAMRC

Cuadro 5.6.6.- Resultados de los pasos 2 y 3 del modelo de análisis discriminante de dos grupos por pasos

Variables Not in the Analysis								
Step	Tolerance	Min. Tolerance	F to Enter > 3.84	Sig. of F to Enter < 0.05	Min. D Squared	Between Groups	Wilks' Lambda	
2	CINTRC	0.794	0.793	0.592	0.444	3.124	1 and 2	0.599
	APAL	0.970	0.970	0.000	0.990	3.053	1 and 2	0.605
	ACTIVRC	0.965	0.965	0.340	0.562	3.094	1 and 2	0.602
	TAMRC	0.942	0.942	5.050	0.028	3.662	1 and 2	0.561
	RENT	0.968	0.968	8.497	0.005	4.079	1 and 2	0.534
	LIQRC	0.973	0.973	3.860	0.054	3.519	1 and 2	0.571
	APAL2	0.999	0.992	2.670	0.107	3.375	1 and 2	0.581
	LIQ2	0.995	0.989	1.448	0.233	3.228	1 and 2	0.592
	ACTIV2	0.996	0.990	0.425	0.517	3.104	1 and 2	0.601
	ROI	0.988	0.982	2.894	0.094	3.402	1 and 2	0.579
3	CINTRC	0.790	0.776	0.843	0.362	4.196	1 and 2	0.527
	APAL	0.964	0.955	0.054	0.818	4.086	1 and 2	0.534
	ACTIVRC	0.908	0.908	1.543	0.219	4.293	1 and 2	0.521
	TAMRC	0.903	0.903	7.304	0.009	5.094	1 and 2	0.479
	LIQRC	0.967	0.955	4.209	0.044	4.664	1 and 2	0.501
	APAL2	0.996	0.965	1.894	0.174	4.342	1 and 2	0.518
	LIQ2	0.995	0.968	1.146	0.288	4.238	1 and 2	0.525
	ACTIV2	0.969	0.942	1.139	0.290	4.237	1 and 2	0.525
	ROI	0.986	0.965	2.073	0.155	4.367	1 and 2	0.517

En el cuarto paso el programa verifica los valores de significación de las variables independientes fuera de la función y constata que ninguna de ellas cumple con el requisito de tener un grado de significación menor a 0.05 o con el requisito de que la F para poder entrar a la función debe ser por lo menos igual a 3.84. Por lo tanto, el proceso de discriminación finaliza con cuatro variables (CDEUDA, CREC, RENT Y TAMRC).

Tabla 5.6.7.- Resultados del pasos 4 del modelo de análisis discriminante de dos grupos por pasos

Variables Not in the Analysis								
Step	Tolerance	Min. Tolerance	F to Enter > 3.84	Sig. of F to Enter < 0.05	Min. D Squared	Between Groups	Wilks' Lambda	
4	CINTRC	0.748	0.746	0.082	0.776	5.106	1 and 2	0.478
	APAL	0.947	0.887	0.014	0.907	5.096	1 and 2	0.478
	ACTIVRC	0.843	0.838	3.666	0.060	5.671	1 and 2	0.452
	LIQRC	0.943	0.880	2.375	0.128	5.468	1 and 2	0.461
	APAL2	0.995	0.901	1.410	0.240	5.316	1 and 2	0.468
	LIQ2	0.991	0.899	1.383	0.244	5.312	1 and 2	0.468
	ACTIV2	0.966	0.900	1.341	0.251	5.305	1 and 2	0.468
	ROI	0.965	0.884	0.986	0.325	5.249	1 and 2	0.471

La tabla 5.5.8 refleja los resultados globales del análisis discriminante por etapas después de que todos los discriminantes significativos se han incluido en la estimación de la función discriminante. Esta tabla resumen describe cuatro variables (CDEUDA, CREC, RENT Y TAMRC) que son discriminadores significativos basados en su lambda de Wilks y los valores mínimos de D^2 de Mahalanobis.

Tabla 5.6.8.- Resumen del análisis discriminante de dos grupos

Etapas	Entró	salió	Lambda de Wilks		Mínima D ²		Entre los Grupos		
			Valor	Significación	Valor	Significación			
0	CDEUDA		0.706	0.000	1,950	0.000			1 y 2
1	CREC		0.605	0.000	3,053	0.000			1 y 2
2	RENT		0.534	0.000	4,079	0.000			1 y 2
3	TAMRC		0.479	0.000	5,094	0.000			1 y 2
FUNCIONES DISCRIMINANTES CANÓNICAS									
Función	Autovalor	% de Varianza		Correlación Canónica	Tras la Función	Lambda de Wilks	χ^2	df	Significación
		Función	Acumulado						
1 ^a	1.090	100	100	0.722	0	0.479	47.165	4	0.000

Los aspectos multivariantes del modelo están reflejados bajo el título “Funciones Discriminantes Canónicas”. Nótese que la función discriminante es altamente significativa (0,000) y presenta una correlación canónica de 0.722. La correlación canónica es una medida de asociación entre las puntuaciones discriminantes y los grupos y es equivalente a la “Eta” que también se puede utilizar en el ANOVA. La η (Eta) es la raíz cuadrada del cociente entre la S.C. Entregrupos y la S.C. Total y equivale a la proporción de varianza atribuible a la diferencia entre grupos. En el caso de dos grupos este valor no es otro sino la correlación de Pearson entre las puntuaciones discriminantes y la variable categórica.

Esta correlación se interpreta elevándola al cuadrado $(0.722)^2 = 0.521$, y concluyendo que el 52.1% de la varianza de la variable dependiente (F) puede ser explicado por este modelo, el cual incluye cuatro variables independientes.

Por otra parte la λ de Wilks es el cociente entre la S.C. Intragrupos y la S.C.Total y representa la proporción de la varianza total de las puntuaciones discriminantes (variable dependiente) no explicada por las diferencias entre grupos, es decir no explicada por el modelo. Por lo tanto $\lambda + \eta^2 = 1$ ($0.479 + 0.722^2 = 1$)

La λ es transformada en una variable que sigue aproximadamente una distribución χ^2 , en el presente caso = 47.165, con 4 grados de libertad y una significación de 0.000. Cuanto mayor sea el valor de χ^2 y por tanto menor su grado de significación más probable es que sea verdad la hipótesis alternativa de que los grupos (en este caso de alto y bajo riesgo de crédito) proceden de una población en la que los dos tipos de empresa reflejan de diferente modo los diversos aspectos relacionados con el riesgo de crédito.

En el cuadro 5.6.8 se puede observar como el análisis discriminante empieza en el paso cero con una λ de Wilks de 0.706 y en cada paso subsecuente va mejorando paulatinamente este parámetro hasta llegar a un valor en el paso 3 de 0.479. Es decir el análisis discriminante va minimizando paso a paso la proporción de la varianza total de la variable dependiente que no es explicada por el modelo. Con ello va maximizando en paralelo la proporción de la varianza de la variable dependiente (la η^2) que si es explicada por el modelo.

El resumen de resultados del análisis discriminante incluye también lo siguiente:

Cuadro 5.6.9.- COEFICIENTES DE LAS FUNCIONES DISCRIMINANTES CANÓNICAS

VARIABLES INDEPENDIENTES	ESTANDARIZADA	NO ESTANDARIZADA
CDEUDA	0.566	0.160
CREC	0.438	3.119
RENT	0.470	3.960
TAMRC	0.550	0.00022513
CONSTANTE		-2.260

El cuadro anterior presenta los coeficientes de la función discriminantes tanto en valores estandarizados como no estandarizados. Los coeficientes discriminantes estandarizados son los que se utilizan para calcular las puntuaciones Z discriminantes que pueden usarse en la clasificación. La ecuación discriminante en puntuaciones no estandarizadas será:

$$Z = -2.260 + 0.160 \times CDEUDA + 3.119 \times CREC + 3.960 \times RENT + 0.00022513 \times TAMRC \quad (5.6.1)$$

Multiplicando cada uno de estos coeficientes por los valores de cada caso en las variables independientes obtendremos las puntuaciones discriminantes para cada uno de ellos. Tomando como ejemplo el caso número 1 de la muestra de análisis (COCA COLA FEMSA) se obtiene el valor discriminante 2.4013 cuyo cálculo se desglosa en la tabla 5.6.10:

Cuadro 5.6.10.- Cálculo de la puntuación discriminante para Coca Cola Femsa

VARIABLES 1)	VALORES 2)	COEFICIENTES 3)	PUNTAJÓN DISCRIMINANTE 2) x 3)
CDEUDA	8.676	0.16047720	1.3923
CREC	0.073	3.11865415	0.2277
RENT	0.584	3.95954238	2.3124
TAMRC	3,238.728	0.00022513	0.7291
CONSTANTE	1	-2.26013694	-2.2601
Puntuación discriminante total :			2.4013

La siguiente información que aparece en el resumen del análisis discriminante de dos grupos es la tabla de cargas discriminantes. Las cargas discriminantes reflejan la varianza que las variables independientes comparten con la función discriminante, y pueden ser interpretadas como indicadores de la capacidad discriminante de cada variable independiente. Todas las variables que muestren una carga de +/- 30% o mayor se consideran relevantes. Las cargas de las cuatro variables que entraron en la función discriminante son las mayores y las cuatro exceden el +/- 30%.

Tabla 5.6.11.- Matriz de estructura

VARIABLES INDEPENDIENTES	CARGAS DE LA FUNCIÓN (FUNCIÓN 1)
CDEUDA	0.619
CREC	0.516
RENT	0.453
TAMRC	0.372
CINTRC	-0.281
ACTIVRC	-0.269

Tabla 5.6.11.- Matriz de estructura (continuación de la pág. Anterior)

Variables independientes	Cargas de la Función (Función 1)
ACTIV2	-0.143
LIQ2	-0.069
LIQRC	0.069
APAL2	-0.053
APAL	0.048
ROI	0.031

Los coeficientes de la función de clasificación que aparecen en la tabla 5.6.12, también conocida como función discriminante lineal de Fisher, se utilizan para calcular la puntuación discriminante para cada grupo. En este método de clasificación, los valores de la observación para las variables independientes se incluyen en las funciones de clasificación y se calcula la puntuación de clasificación para cada grupo. La observación se clasifica entonces en el grupo con la mayor puntuación de clasificación. La ventaja que ofrece la función discriminante Z es que simplifica el proceso de clasificación, ya que sólo requiere un solo cálculo.

Tabla 5.6.12.- Coeficientes de la función de clasificación

	F	
	1	2
CDEUDA	0.37	0.008
CREC	3.023	-4.016
RENT	17.559	8.623
TAMRC	0.001	0.001
CONSTANTE	-5.848	-1.796

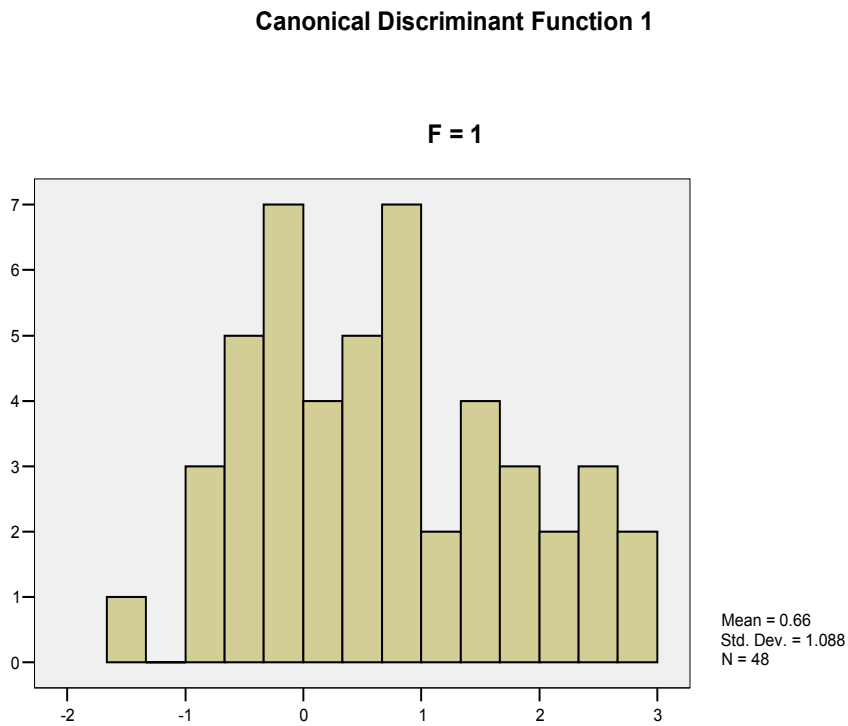
La tabla 5.5.13 consigna los centroides de los grupos, que representan las puntuaciones de la media de las puntuaciones de las funciones discriminantes individuales de cada grupo. Los centroides de los grupos se emplean para interpretar los resultados de la función discriminante, desde una perspectiva general. La tabla 5.5.13 revela que el centroide (media de las calificaciones discriminantes) del grupo 1 (empresas de riesgo de crédito bajo) es 0.664, mientras que el centroide del grupo 2 (empresas de riesgo de crédito alto) es de -1.593. Las figuras 5.5.m y 5.5.n son una representación de los centroides que muestra la desviación de cada grupo respecto de la media global de los dos grupos. Para mostrar que la media total es cero, hay que multiplicar el número de empresas en cada grupo por su centroide y sumar el resultado ($0.663799 \times 48 + (-1.5931099 \times 20) = 0.000$).

Los histogramas de las figuras 5.5.m y 5.5.n representan las puntuaciones discriminantes de cada uno de los grupos por separado. En el eje de las abscisas tenemos los valores correspondientes a las puntuaciones discriminantes calculadas para cada caso (empresa). Estas puntuaciones aparecen en la base de datos como variable dis1_1. En las ordenadas se registran las frecuencias de estas puntuaciones discriminantes. Las medias respectivas de cada grupo o centroides son las que indica la tabla 5.5.l, en tanto que las desviaciones estándar tienen valores de 1.088 y -0.739.

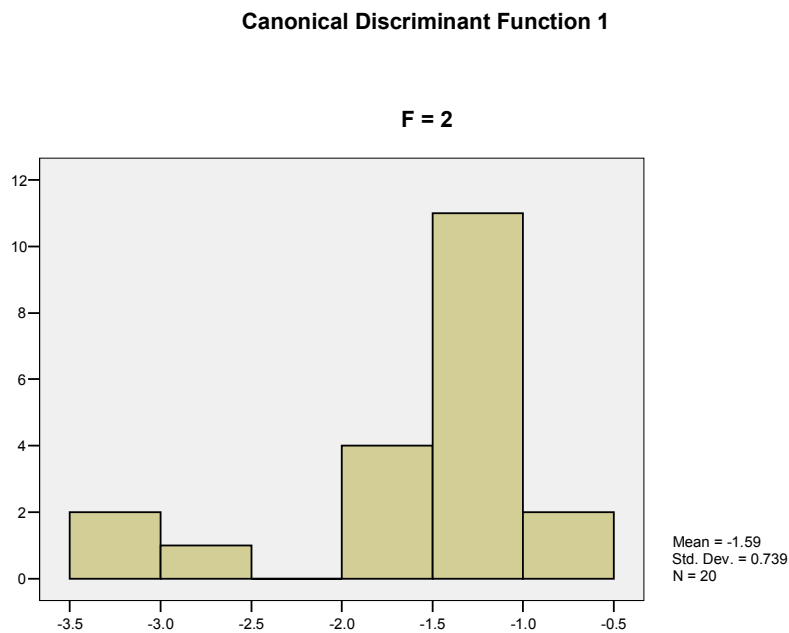
Tabla 5.5.13.- Medias de los grupos (centroides) de las funciones discriminantes canónicas

F	Función
	1
1	0.663799581
2	-1.5931099

Figura 5.6.14.- Histograma de la función discriminante



Media = 0.664
Desv. Estand. = 1.088
N = 48



Media = -1.59
Desv. Estand. = 0.739
N = 20

5.7.- Valoración del Ajuste Global

Para determinar la exactitud predictiva de la función discriminante el programa calcula la matriz de clasificación:

Cuadro 5.7.1.- Matriz de clasificación

Classification Results(a)			Predicted Group Membership		Total
			1	2	
Original	Count	1	41	7	48
		2	0	20	20
	%	1	85.4	14.6	100
		2	0	100	100

89.7% of original grouped cases correctly classified.

a

La matriz de clasificación nos indica cuantas empresas de cada grupo fueron clasificadas correctamente. En este caso la función discriminante clasificó correctamente 41 empresas del grupo 1 (de bajo riesgo de crédito) y 20 empresas del grupo 2 (de alto riesgo de crédito). estos aciertos representan el 85.4% para el grupo 1 y 100% para el grupo 2.

Sin embargo estos datos deben ser corregidos, debido a que el programa SPSS utiliza una puntuación de corte (valor Z crítico) calculado sobre la base de que los subgrupos 1 y 2 de la muestra de análisis tienen la misma cantidad de empresas, lo cual no es nuestro caso. Como la misma matriz de clasificación lo indica el subgrupo 1 tiene 48 empresas y el subgrupo 2 sólo 20 empresas. Por ello es necesario calcular el valor Z crítico aplicando la fórmula: $Z_c = (N_1 Z_2 + N_2 Z_1) / (Z_1 + Z_2)$, donde:

Z_c = valor de la puntuación de corte crítica para tamaños de grupo distintos

N_{c1} = número de empresas del grupo 1

N_2 = número de empresas del grupo 2

Z_1 = centroide del grupo 1

Z_2 = centroide del grupo 2

La Z crítica resulta por lo tanto ser:

$$Z_c = (0.663799581 \times 20 + (-1.5931099 \times 48)) / (20 + 48) = -0.92931299 \quad (5.7.1)$$

Como se mencionó anteriormente la puntuación de corte es el criterio frente al cual cada puntuación discriminante individual es comparada para determinar dentro de qué grupo debe ser clasificada cada objeto. Por lo tanto, todas las empresas que tengan una función discriminante mayor a Z_c son de bajo riesgo de crédito mientras que en caso contrario son de alto riesgo de crédito.

En la tabla 5.7.2 se muestran la puntuación discriminante que le asigna automáticamente el programa a cada empresa, el cual como lo mencionamos anteriormente está calculado sobre la premisa de grupos 1 y 2 de igual tamaño, así mismo se indica en la columna "Grupo Real" el grupo al cual pertenece cada empresa y en la columna "Grupo predicho I" el grupo en el cual la función discriminante predice que pertenece cada empresa y en la columna "Grupo predicho II" el grupo al cual de acuerdo, a la Z de corte recalculada sobre la base de grupos desiguales, cada empresa debe de pertenecer.

Cuadro 5.7.2.- Cálculo de la puntuación discriminante de la muestra de análisis

Caso	Grupo real	Puntuación discriminante Z	Grupo predicho I	Grupo predicho II SI(Z>-0.9293,1,0)	Caso	Grupo real	Puntuación discriminante Z	Grupo predicho I	Grupo predicho II SI(Z>-0.9293,1,0)
MUESTRA DE ANÁLISIS									
1	1	2.404	1	1	35	1	-1.434	2	2
2	1	2.160	1	1	36	1	-0.573	2	1
3	1	2.610	1	1	37	1	-0.149	1	1
4	1	2.735	1	1	38	1	-0.499	2	1
5	1	1.294	1	1	39	1	-0.665	2	1
6	1	1.370	1	1	40	1	0.737	1	1
7	1	2.861	1	1	41	1	-0.283	1	1
8	1	2.490	1	1	42	1	-0.193	1	1
9	1	0.991	1	1	43	1	-0.847	2	1
10	1	2.027	1	1	44	1	-0.869	2	1
11	1	1.913	1	1	45	1	-0.386	1	1
12	1	0.957	1	1	46	1	1.338	1	1
13	1	1.908	1	1	47	1	-0.087	1	1
14	1	1.067	1	1	48	1	-0.879	2	1
15	1	1.703	1	1	49	2	-1.420	2	2
16	1	1.594	1	1	50	2	-3.388	2	2
17	1	0.322	1	1	51	2	-1.345	2	2
18	1	0.494	1	1	52	2	-1.359	2	2
19	1	0.650	1	1	53	2	-1.323	2	2
20	1	1.439	1	1	54	2	-1.252	2	2
21	1	0.362	1	1	55	2	-1.097	2	2
22	1	0.809	1	1	56	2	-0.869	2	1
23	1	0.981	1	1	57	2	-0.870	2	1
24	1	0.701	1	1	58	2	-1.366	2	2
25	1	0.388	1	1	59	2	-1.194	2	2
26	1	0.174	1	1	60	2	-1.055	2	2
27	1	0.106	1	1	61	2	-1.519	2	2
28	1	0.669	1	1	62	2	-1.181	2	2
29	1	-0.294	1	1	63	2	-1.890	2	2
30	1	-0.411	1	1	64	2	-1.688	2	2
31	1	0.470	1	1	65	2	-1.171	2	2
32	1	-0.168	1	1	66	2	-1.754	2	2
33	1	-0.184	1	1	67	2	-2.712	2	2
34	1	0.059	1	1	68	2	-3.410	2	2

En base a los datos del cuadro 5.7.2 la matriz de clasificación (cuadro 5.7.1) se modifica como sigue:

Tabla 5.7.3.- Matriz de clasificación ajustada

Classification Results(a)		F	Predicted Group Membership		Total
			1	2	
Original	Count	1	47	1	48
		2	2	18	20
	%	1	97.91	2.09	100
		2	10	90.00	100

a 95.58% of original grouped cases correctly classified.

Por lo tanto la exactitud predictiva de la función discriminante global es de 95.58%, mientras que la exactitud predictiva para el subgrupo de empresas de bajo riesgo de crédito es de 97.91% y para las empresas de alto riesgo de crédito es de 90%. Tomar en cuenta que estos resultados se obtienen con los datos de la misma muestra de análisis.

5.8.- Validación de los resultados

El método de validación es por medio del uso de la ampliación de la muestra (muestra de validación) y la valoración de su precisión predictiva. Para ello aplicamos la función discriminante predecimos para cada caso el grupo al cual pertenece la empresa y comparamos los resultados contra los grupos reales.

Cuadro 5.8.1.- Validación de resultados

CASO	EMPRESA	Variables Independientes				Grupo Real	Puntuación discriminante Z	Grupo Predicho
		CDEUDA	CREC	TAM RC	RENT			
2	GRUPO MODELO	92,628.95	0.053	5,037	0.35	1	14,865.26	1
5	SORIANA	2,519.60	0.133	2,717	0.308	1	404.32	1
6	CONTINENTAL GRUPO	137.48	-0.013	2,367	0.605	1	22.69	1
7	GRUPO. EMBOTELLADORES UNIDOS	27.70	0.14	900	0.732	1	5.72	1
9	NADRO	102.67	0.042	2,535	0.264	1	15.96	1
11	CORP. MOCTEZUMA	703.59	0.108	1,720	0.251	1	112.37	1
12	LIVERPOOL	12.33	0.103	3,730	0.384	1	2.40	1
25	NUTRISA	-1.66	0.161	331	1.235	1	2.94	1
26	MASECA	40.53	0.05	1,878	0.204	1	5.63	1
30	CNCI UNIVERSIDAD	6.04	-0.094	714	0.294	1	-0.26	1
35	SANBORNS	4.39	0.054	3,131	0.38	1	0.82	1
38	UNEFON	1.82	0.232	2,009	0.346	1	0.58	1
39	MAQ. DIESEL S.A.	2.92	0.115	1,227	0.353	1	0.24	1
40	LAMOSAS	4.89	0.075	1,652	0.26	1	0.16	1
42	INTER DE CERAMIC	2.87	0.079	1,270	0.369	1	0.19	1
43	BRET	2.05	0.032	767	0.596	1	0.70	1
44	SARE	4.03	0.253	1,811	0.219	1	0.45	1
49	JUGO DEL VALLE	1.09	0.073	1,411	0.545	1	0.62	1
53	INDUSTRIAS CH	4.20	0.682	2,096	0.134	1	1.54	1
58	GRUPO MEXICO	1.96	0.007	5,642	0.09	1	-0.30	1
70	SIDEK	-0.45	-0.178	3,626	0.096	2	-1.69	2
75	ECE S.A.	-1.73	-0.077	655	0.33	2	-1.32	2
76	DIXON TICONDEROGA	2.97	0.049	575	0.266	2	-0.45	1
79	IUSACELL GRUPO	-0.49	-0.056	2,136	0.232	2	-1.11	2
81	PLANEACIÓN Y PROYECTOS	2.14	-0.177	441	0.226	2	-1.48	2
88	DINA GRUPO	0.10	-0.456	2,019	0.171	2	-2.53	2
90	IND. AUTOMOTRIZ	0.03	-0.191	251	0.02	2	-2.71	2
93	GRUPO AZUCARERO MEXICO	-2.15	0.13	1,809	0.005	2	-1.77	2
97	GOMO GRUPO	0.19	-0.19	1,029	0.2	2	-1.80	2
98	DESARROLLO METROPOLITANO	0.34	-0.223	2,106	0.05	2	-2.23	2

Del análisis de los datos de la tabla 5.8.1 resulta la matriz de clasificación que muestra el cuadro 5.8.2

Cuadro 5.8.2.- Matriz de clasificación con la muestra de validación

Classification Results(a)			Predicted Group Membership		Total
			1	2	
Original	Count	1	20	0	20
		2	1	9	10
	%	1	100.00	0.0	100
		2	10	90.00	100

a **96.66% of original grouped cases correctly classified.**

La capacidad predictiva resultó ser mejor en la muestra de validación que en la muestra de análisis, como se puede observar en la matriz de clasificación 5.8.2.

5.9.- Prueba e hipótesis

Una vez conocida la matriz de clasificación de la muestra de análisis y de la muestra de validación estamos en condiciones de calcular el valor del estadístico de prueba Q de Press, para verificar si la hipótesis nula de que función discriminante calculada es estadísticamente significativa o no.

$$Q \text{ de Press} = \frac{[N - (nK)]^2}{N(K - 1)}$$

Cálculo del valor de Q, en base a la matriz de clasificación ajustada (cuadro 5.7.3) de la muestra de análisis

$$Q_1 = \frac{[68 - (65 \times 2)]^2}{68 \times (2 - 1)}$$

$$Q_1 = 56.53$$

Ya que Q_1 (56.53) es mayor que el valor crítico del estadístico de prueba 6.63), entonces se acepta la hipótesis nula, en el sentido de que la función discriminante:

$$Z = -2.260 + 0.160 \times \text{CDEUDA} + 3.119 \times \text{CREC} + 3.960 \times \text{RENT} + 0.00022513 \times \text{TAMRC} \quad (5.6.1)$$

es estadísticamente significativa. Repitiendo la prueba de hipótesis con la matriz de clasificación de la muestra de validación (cuadro 5.8.2) se llega al mismo resultado:

$$Q_2 = \frac{[30 - (29 \times 2)]^2}{30 \times (2 - 1)}, \quad Q_2 = 26.13, \quad Q_2 > 6.63$$

Por lo tanto, también aplicando la matriz de clasificación de la muestra de validación, se confirma que la función discriminante (5.6.1) es estadísticamente significativa.

5.10.- Medición de la capacidad predictiva mediante la aleatoriedad.

La capacidad predictiva de la función discriminante se mide con la razón de aciertos, la cual se obtiene de la matriz de clasificación. En el caso que nos ocupa la razón de aciertos de la función discriminante es 96.66%. Sin embargo y a pesar de que a simple vista la capacidad predictiva de 96.6% es bastante alta, uno se podría preguntar que un nivel de capacidad predictiva se considera aceptable para una función discriminante. Es el 60% un nivel aceptable o debería esperarse un nivel de 80 o 90 por ciento? Existen dos criterios para responder esta pregunta: el criterio de máxima aleatoriedad y el criterio de aleatoriedad proporcional. El criterio de máxima aleatoriedad se determina calculando el porcentaje de la muestra completa representado por el más grande de los dos grupos. Si el porcentaje del más grande de los dos grupos es: 66.6% (20/30%), como es el caso de la muestra de validación, entonces el criterio de máxima aleatoriedad es 66.6% de clasificaciones correctas. Por lo tanto si la proporción de

aciertos de la función discriminante es de 96.6% entonces la capacidad predictiva de la función discriminante es más que aceptable. El criterio de aleatoriedad proporcional utiliza la fórmula: $C_{PRO} = p^2 + (1-p)^2$, donde

C = el criterio de aleatoriedad proporcional
 p = proporción de las empresas del grupo 1
 1-p = proporción de las empresas del grupo 2

El valor de la aleatoriedad proporcional para la muestra de validación es 0.547 ($0.666^2 + (1-0.666)^2$)

La precisión clasificatoria del 96.6% es sustancialmente más alta que el 54.7% del criterio de aleatoriedad proporcional y que el 66.6% del criterio de máxima aleatoriedad. Por lo tanto se concluye que la capacidad predictiva de la función discriminante es más que aceptable, como ya se había mencionado anteriormente.

5.11.- Cálculo de la función discriminante con la muestra de 58 empresas

Como se menciona en el inciso 5.4 se formó una segunda muestra de análisis como resultado de eliminar de la muestra de análisis original de 68 casos, a todos los casos atípicos (outliers). El resultado de esta transformación fue una muestra de análisis de 58 casos. Se calculó la función discriminante de esta segunda muestra de análisis utilizando dos opciones:

- a) con 12 variables independientes
- b) con 8 variables independientes

Los resultados que se obtuvieron se muestran en el siguiente cuadro 5.10.1

Tabla 5.10.1.- Coeficientes de las tres funciones discriminantes calculadas

FUNCIÓN DISCRIMINANTE Z ₁	CDEUDA	CREC	TAM RC	RENT			C
	0.1605	3.1187	0.0002	3.9595			-2.2601
FUNCIÓN DISCRIMINANTE Z ₂	CDEUDA	CREC		RENT	LIQRC	APAL2	C
	0.11	3.841		3.352	4.5180	-0.7346	-2.1078
FUNCIÓN DISCRIMINANTE Z ₃	CDEUDA	CREC		RENT	LIQRC		C
	0.13	4.132		3.548	5.5308		-2.9669

La tabla 5.10.1 consigna tres funciones discriminantes. La primera Z₁ es la función discriminante que se calculó con la muestra de análisis de 68 elementos y 12 variables independientes. La Z₂ corresponde a la calculada con muestra de análisis 58 casos y 12 variables independientes y la Z₃ es la que se calculó con muestra de análisis de 58 casos y 8 variables independientes.

En el primer renglón de cada función se indican los nombres de las variables independientes y en el segundo los coeficientes respectivos y el valor de la constante de la función.

Utilizando la muestra de validación de 30 casos que se muestra en el cuadro 5.10.2 se calcularon las puntuaciones discriminantes y la capacidad predictiva de cada función discriminante.

Tabla 5.10.2.- Muestra de validación

CASO	EMPRESA	CDEUDA	CREC	TAM RC	RENT	LIQRC	APAL2
2	GRUPO MODELO	92,628.95	0.053	5,037	0.350	0.419	0.489
5	SORIANA	2,519.60	0.133	2,717	0.308	0.338	0.131
6	CONTINENTAL GRUPO	137.48	-0.013	2,367	0.605	0.517	0.336
7	GRUPO. EMBOTELLADORES UNIDOS	27.70	0.14	900	0.732	0.215	0.426
9	NADRO	102.67	0.042	2,535	0.264	0.259	0.104
11	CORP. MOCTEZUMA	703.59	0.108	1,720	0.251	0.553	1.193
12	LIVERPOOL	12.33	0.103	3,730	0.384	0.074	0.355
25	NUTRISA	-1.66	0.161	331	1.235	0.37	0.242
26	MASECA	40.53	0.05	1,878	0.204	0.138	0.394
30	CNCI UNIVERSIDAD	6.04	-0.094	714	0.294	0.236	1.31
35	SANBORNS	4.39	0.054	3,131	0.380	0.167	0.402
38	UNEFON	1.82	0.232	2,009	0.346	0.126	1.221
39	MAQ. DIESEL S.A.	2.92	0.115	1,227	0.353	0.218	0.33
40	LAMOSA	4.89	0.075	1,652	0.260	0.169	0.214
42	INTER DE CERAMIC	2.87	0.079	1,270	0.369	0.175	0.487
43	BRET	2.05	0.032	767	0.596	0.152	0.382
44	SARE	4.03	0.253	1,811	0.219	0.309	0.426
49	JUGO DEL VALLE	1.09	0.073	1,411	0.545	0.168	0.323
53	INDUSTRIAS CH	4.20	0.682	2,096	0.134	0.194	0.263
58	GRUPO MEXICO	1.96	0.007	5,642	0.090	0.257	0.253
70	SIDEK	-0.45	-0.178	3,626	0.096	0.207	-0.264
75	ECE S.A.	-1.73	-0.077	655	0.330	0.268	0.974
76	DIXON TICONDEROGA	2.97	0.049	575	0.266	0.094	2.317
79	IUSACELL GRUPO	-0.49	-0.056	2,136	0.232	0.06	1.741
81	PLANEACIÓN Y PROYECTOS	2.14	-0.177	441	0.226	0.131	0.273
88	DINA GRUPO	0.10	-0.456	2,019	0.171	0.135	0.55
90	IND. AUTOMOTRIZ	0.03	-0.191	251	0.020	0.035	0.14
93	GRUPO AZUCARERO MEXICO	-2.15	0.13	1,809	0.005	0.038	0.257
97	GOMO GRUPO	0.19	-0.19	1,029	0.200	0.117	0.885
98	DESARROLLO METROPOLITANO	0.34	-0.223	2,106	0.050	0.051	0.287

Como se puede observar analizando los estadísticos más importante de cada una de la funciones discriminantes, la Z es la que tiene la capacidad predictiva más alta al tener la λ de Wilks (0.45543) más baja y la D^2 (5.571971) y η^2 (0.5143). Como ya sabemos entre más baja sea la λ de Wilks y más alta sea la distancia mínima al cuadrado de Mahalanobis D^2 , mayor será la capacidad discriminatoria de la función discriminante. Por otra parte la η^2 equivale a R^2 de la regresión lineal. La η^2 representa la proporción de la varianza total de las puntuaciones discriminantes explicada por el modelo (función discriminante).

Tabla 5.10.3.- Comparación de la exactitud predictiva

$\lambda = 0.4786$ $\chi^2 = 47.1645$ Sig = 0.000 $D^2 = 5.0936$ F= 17.160 Corr. C = 0.722 $\eta^2 = 0.5213$ $Z_c = -0.9293$	$\lambda = 0.45543$ $\chi = 42.078$ Sig = 0.00000 $D^2 = 5.571971$ F= 12.435 Corr. C = 0.7379 $\eta^2 = 0.545$ $Z_c = -0.9767$	$\lambda = 0.48557$ $\chi = 39.010$ Sig = 0.00000 $D^2 = 4.93677$ F= 14.03704 Corr. C = 0.7172 $\eta^2 = 0.5143$ $Z_c = -0.9194$
---	---	---

Grupo Real	Puntuación discriminante Z_1	Grupo Predicho	Puntuación discriminante Z_2	Grupo Predicho	Puntuación discriminante Z_3	Grupo Predicho
1	14,865.26	1	10,458.43	1	11,758.42	1
1	404.32	1	285.32	1	320.36	1
1	22.69	1	17.48	1	19.44	1
1	5.72	1	4.67	1	4.91	1
1	15.96	1	11.62	1	12.61	1
1	112.37	1	80.20	1	90.74	1
1	2.40	1	1.04	1	0.80	1
1	2.94	1	3.96	1	3.92	1
1	5.63	1	3.68	1	3.87	1
1	-0.26	1	-0.70	1	-0.24	1
1	0.82	1	0.33	1	0.09	1
1	0.58	1	-0.18	1	0.15	1
1	0.24	1	0.59	1	0.34	1
1	0.16	1	0.21	1	-0.18	1
1	0.19	1	0.19	1	0.00	1
1	0.70	1	0.65	1	0.38	1
1	0.45	1	1.14	1	1.08	1
1	0.62	1	0.64	1	0.34	1
1	1.54	1	2.12	1	1.93	1
1	-0.30	1	-0.58	1	-0.95	2
2	-1.69	2	-1.39	2	-2.27	2
2	-1.32	2	-1.00	2	-0.85	1
2	-0.45	1	-1.97	2	-0.92	2
2	-1.11	2	-2.61	2	-2.11	2
2	-1.48	2	-1.40	2	-1.90	2
2	-2.53	2	-3.07	2	-3.49	2
2	-2.71	2	-2.72	2	-3.49	2
2	-1.77	2	-1.85	2	-2.47	2
2	-1.80	2	-2.27	2	-2.37	2
2	-2.23	2	-2.74	2	-3.39	2

Las exactitudes predictivas de cada función discriminante, en base a los resultados obtenidos al utilizar la muestra de validación, son las siguientes:

$$Z_1 = 1-1/30 = 96.66\%$$

$$Z_2 = 1-0/30 = 100\%$$

$$Z_3 = 1-2/30 = 90\%$$

Una de las explicaciones por la cual la función discriminante Z_2 muestra una mejor capacidad predictiva es el hecho de que Z_2 utiliza 5 variables independientes y Z_1 y Z_3 usan únicamente 4.

En base a estos últimos análisis la función discriminante que mejor discrimina el riesgo de crédito (alto o bajo) de las empresas de la muestra de análisis es la Z_2 :

	(Constant)	CDEUDA	CREC	RENT	LIQ RC	APAL2	CAMEL 2 GRUPOS	CAMEL PUNT.	FITCH CALIF.	CAMEL 7 GRUPOS	CAMEL 4 GRUPOS	PUNT. Z2		
	-2.107815	0.112898	3.840713	3.351820	4.518013	0.734570	F	Y2	FITCH 1	Y3	FITCH 2	Y4	X	
1	EMPRESA	CDEUDA	CREC	RENT	LIQ RC	APAL2	F	Y2	FITCH 1	Y3	FITCH 2	Y4	X	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
62	COLLADO S.A.	2.24	0.173	0.224	0.121	0.810	1	0.390		6	B	3	B	-0.4884
63	HYLSA	0.63	0.107	0.066	0.179	1.116	1	0.386		6	B	3	B	-1.4173
64	CONVERTIDORA IND.	2.63	0.077	0.148	0.295	0.065	1	0.372		6	B	3	B	0.2639
65	GRUPO PH	5.24	0.103	0.062	0.196	1.107	1	0.369		6	B	3	B	-0.8419
66	HOMEX	1.80	0.661	0.238	0.269	0.174	1	0.366		6	B	3	B	2.5194
67	DIANA EDITORIAL	2.65	0.013	0.408	0.189	0.207	1	0.354		6	B	3	B	0.3097
68	PROM. Y OP. DE INFRA.	0.10	0.143	0.033	0.324	0.468	1	0.341		6	B	3	B	-0.3163
69	IEM	3.47	-0.159	0.160	0.208	0.459	2	0.319		7	CCC	4	CCC	-1.1901
70	SIDEK	-0.45	-0.178	0.096	0.207	-0.264	2	0.312		7	CCC	4	CCC	-1.3898
71	SYNKRO INDUSTRIAS	-4.47	-0.406	0.177	0.564	0.673	2	0.306		7	CCC	4	CCC	-1.5252
72	TMM	0.53	-0.004	0.030	0.169	1.936	2	0.306	CCC	7	CCC	4	CCC	-2.6211
73	MINSA	-0.05	-0.002	0.176	0.143	0.606	2	0.294		7	CCC	4	CCC	-1.3300
74	EDOARDOS	-1.73	-0.077	0.330	0.268	0.419	2	0.293		7	CCC	4	CCC	-0.5887
75	ECE S.A.	-1.73	-0.077	0.330	0.268	0.974	2	0.293		7	CCC	4	CCC	-0.9963
76	DIXON TICONDEROGA	2.97	0.049	0.266	0.094	2.317	2	0.292		7	CCC	4	CCC	-1.9696
77	GRUPO MACMA	0.04	-0.037	0.260	0.154	1.236	2	0.289		7	CCC	4	CCC	-1.5864
78	GRUPO MEX. DE DESAR.	0.81	0.092	0.104	0.120	0.203	2	0.289		7	CCC	4	CCC	-0.9199
79	IUSACELL GRUPO	-0.49	-0.056	0.232	0.060	1.741	2	0.289	CC	7	CCC	4	CCC	-2.6067
80	GRUPO ACCIÓN	1.08	0.193	0.100	0.205	0.467	2	0.287		7	CCC	4	CCC	-0.3248
81	PLANEACIÓN Y PROY.	2.14	-0.177	0.226	0.131	0.273	2	0.273		7	CCC	4	CCC	-1.4002
82	CORFUERTE	1.52	0.085	0.160	0.133	0.614	2	0.259		7	CCC	4	CCC	-0.9276
83	DERMET	0.36	-0.042	0.187	0.166	2.625	2	0.258		7	CCC	4	CCC	-2.7747
84	GRUPO POSADAS	1.72	0.014	0.101	0.152	0.342	2	0.255		7	CCC	4	CCC	-1.0859
85	SAN LUIS CORP.	1.11	0.005	0.151	0.149	0.482	2	0.253		7	CCC	4	CCC	-1.1380
86	HOGAR CONSORCIO	0.87	-0.140	0.196	0.326	0.146	2	0.248		7	CCC	4	CCC	-0.5244
87	HILASAL	4.01	-0.098	0.159	0.108	1.365	2	0.248		7	CCC	4	CCC	-2.0162
88	DINA GRUPO	0.10	-0.456	0.171	0.135	0.550	2	0.245		7	CCC	4	CCC	-3.0678
89	CORP. DURANGO	0.44	-0.154	0.069	0.202	0.286	2	0.231	C	7	CCC	4	CCC	-1.7160
90	IND. AUTOMOTRIZ	0.03	-0.191	0.020	0.035	0.140	2	0.215		7	CCC	4	CCC	-2.7158
91	CYDSA S.A.	0.05	-0.146	0.137	0.169	1.274	2	0.214		7	CCC	4	CCC	-2.3756
92	COVARRA GRUPO	0.05	0.019	0.141	0.172	0.753	2	0.210		7	CCC	4	CCC	-1.3348
93	GPO AZUC. MEXICO	-2.15	0.130	0.005	0.038	0.257	2	0.193		7	CCC	4	CCC	-1.8497
94	PARRAS CIA. IND.	0.16	-0.041	0.087	0.215	1.094	2	0.172		7	CCC	4	CCC	-1.7884
95	Q.B. INDUSTRIAS	-2.78	-0.090	0.030	0.192	0.933	2	0.170		7	CCC	4	CCC	-2.4831
96	SAVIA	-6.35	-0.378	0.081	0.149	0.522	2	0.158		7	CCC	4	CCC	-3.7141
97	GOMO GRUPO	0.19	-0.190	0.200	0.117	0.885	2	0.136		7	CCC	4	CCC	-2.2660
98	DESAR. METROP.	0.34	-0.223	0.050	0.051	0.287	2	0.129		7	CCC	4	CCC	-2.7416

Habiendo ordenado las 98 empresas de la muestra en cuatro grupos (columna 13) ahora las ordenamos tomando como criterio la puntuación discriminante de cada empresa y los resultados los anotamos en la tabla 5.11.2. Como se observa en esta tabla la clasificación que se había anotado en la columna 14, en la cual se tenía la siguiente correspondencia de colores:

Color	Categoría
Verde	BBB
Amarillo	BB
Azul claro	B
Morado	CCC

Ahora queda mezclada. En el primer tramo tenemos celdas verdes, amarillas y azul claro. Lo cual me indica que la clasificación inicial que se había hecho de acuerdo al método CAMEL ahora la función discriminante la corrige. En el segundo tramo observamos celdas amarillas y azules mezcladas entre si. En el tercer tramo se mezclan las celdas amarillas con algunas azules y moradas. Y finalmente en el cuarto tramo se mezclan celdas moradas y azules.

Tabla 5.11.2.- Ordenamiento descendente de la muestra principal según la puntuación discriminante de las empresas

	CAMEL	CAMEL	CAMEL	FITCH	CAMEL	CAMEL	Z					
	7 GRUPOS	2 GRUPOS	PUNTUAC.	CALIF.	7 GRUPOS	4 GRUPOS	4 GRUPOS				Mediana	% Incump
						14	14 a	14 b	15		16	17
	EMPRESA	F	Y2	FITCH 1	Y3	FITCH 2	1	1	CAT	Z2	X	Y
2	GRUPO MODELO	1	0.876		1	AAA	BBB	BBB	1	10,458.43	2.1657567	0.0017
5	SORIANA	1	0.792		1	AAA	BBB	BBB	1	285.3253		
11	CORP. MOCTEZUMA	1	0.728		1	AAA	BBB	BBB	1	80.2035		
6	CONTINENTAL GRUPO	1	0.789	AAA	1	AAA	BBB	BBB	1	17.4795		
9	NADRO	1	0.737		1	AAA	BBB	BBB	1	11.6233		
7	GRUPO. EMBOTELLADORES UNIDOS	1	0.764		1	AAA	BBB	BBB	1	4.6643		
25	NUTRISA	1	0.564		2	AA	BB	BBB	1	3.9561		
26	MASECA	1	0.559		2	AA	BB	BBB	1	3.6768		
3	FRAGUA COROPORATIVO	1	0.860		1	AAA	BBB	BBB	1	3.0604		
4	ARCA	1	0.800	AAA	1	AAA	BBB	BBB	1	2.5322		
1	COCA COLA FEMSA	1	0.899	AAA	1	AAA	BBB	BBB	1	2.5257		
66	HOMEX	1	0.366		6	B	B	BBB	1	2.5194		
14	AMERICA TELECOM	1	0.693		1	AAA	BBB	BBB	1	2.2075		
20	ARA	1	0.661		2	AA	BB	BBB	1	2.1240		
53	INDUSTRIAS CH	1	0.419		4	BBB	B	BBB	1	2.1150		
8	BIMBO	1	0.761	AAA	1	AAA	BBB	BBB	1	2.0941		
16	ELEKTRA	1	0.689		2	AA	BB	BBB	1	1.7852		
18	APASCO	1	0.679		2	AA	BB	BBB	1	1.7801		
33	URBI	1	0.547	A+	3	A	BB	BBB	1	1.5899		
15	AMERICA MOVIL	1	0.691		1	AAA	BBB	BBB	1	1.4180		
10	GRUPO MARTI	1	0.735		1	AAA	BBB	BBB	1	1.3896		
23	ALFA S.A.	1	0.602		2	AA	BB	BBB	1	1.1711		
44	SARE	1	0.468	A-	3	A	BB	BBB	1	1.1358		
13	KIMBERLY CLARK	1	0.712	AAA	1	AAA	BBB	BBB	1	1.1006		
34	TELEVISIA	1	0.547	AA+	3	A	BB	BBB	1	1.0472		
12	LIVERPOOL	1	0.727		1	AAA	BBB	BBB	1	1.0420		
24	CEMENTOS CHUHUAHUA	1	0.581	AA	2	AA	BB	BB	2	1.0372	0.588352	0.009
17	TELMEX	1	0.687		2	AA	BB	BB	2	1.0011		
21	GRUPO MODERNA	1	0.654		2	AA	BB	BB	2	0.9292		
41	GEO	1	0.499	A	3	A	BB	BB	2	0.9060	0.588352	0.009

	CAMEL	CAMEL	CAMEL	FITCH	CAMEL	CAMEL	Z					
	7 GRUPOS	2 GRUPOS	PUNTUAC.	CALIF.	7 GRUPOS	4 GRUPOS	4 GRUPOS			Mediana	% Incump	
						14	14 a	14 b	15	16	17	
	EMPRESA	F	Y2	FITCH 1	Y3	FITCH 2	1	1	CAT	Z2	X	Y
69	IEM	2	0.319		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.1901		
73	MINSA	2	0.294		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.3300		
92	COVARRA GRUPO	2	0.210		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.3348		
70	SIDEK	2	0.312		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.3898		
81	PLANEACIÓN Y PROYECTOS	2	0.273		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.4002		
63	HYLSA	1	0.386		6	B	B	CCC	4	-1.4173		
71	SYNKRO INDUSTRIAS	2	0.306		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.5252		
77	GRUPO MACMA	2	0.289		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.5864		
89	CORP. DURANGO	2	0.231	C	7	CCC	CCC	CCC	4	-1.7160		
94	PARRAS CIA. IND.	2	0.172		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.7884		
93	GRUPO AZUCARERO MEXICO	2	0.193		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.8497		
76	DIXON TICONDEROGA	2	0.292		7	CCC	CCC	CCC	4	-1.9696		
87	HILASAL	2	0.248		7	CCC	CCC	CCC	4	-2.0162		
97	GOMO GRUPO	2	0.136		7	CCC	CCC	CCC	4	-2.2660		
91	CYDSA S.A.	2	0.214		7	CCC	CCC	CCC	4	-2.3756		
95	Q.B. INDUSTRIAS	2	0.170		7	CCC	CCC	CCC	4	-2.4831		
79	IUSACELL GRUPO	2	0.289	CC	7	CCC	CCC	CCC	4	-2.6067		
72	TMM	2	0.306	CCC	7	CCC	CCC	CCC	4	-2.6211		
90	IND. AUTOMOTRIZ	2	0.215		7	CCC	CCC	CCC	4	-2.7158		
98	DESARROLLO METROPOLITANO	2	0.129		7	CCC	CCC	CCC	4	-2.7416		
83	DERMET	2	0.258		7	CCC	CCC	CCC	4	-2.7747		
88	DINA GRUPO	2	0.245		7	CCC	CCC	CCC	4	-3.0678		
96	SAVIA	2	0.158		7	CCC	CCC	CCC	4	-3.7141		

En cada tramo se puede observar que siempre predomina alguno de los cuatro colores con mayor o menor frecuencia:

Cuadro 5.11.3

Tramo	Color predominante	Frecuencia
1	Verde	57.69%
2	Amarillo	84.21%
3	Azul claro	65.22%
4	Morado	90.00%

A efecto de formar grupos asignamos a cada grupo la categoría correspondiente al color predominante en cada caso. El resultado de esta reasignación lo anotamos en las columnas 14a y 14b.

A continuación aplicamos el One Way Anova Test a la muestra para verificar si los cuatro grupos formados son estadísticamente homogéneos y para calcular la mediana de la puntuación discriminante de cada grupo. Los resultados que obtenemos son los siguientes:

Tabla 5.11.4 .- Prueba de homogeneidad de los grupos del cuadro 5.11.2 de la columna 14a

CAT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
4	30	-1.832906			
3	23		-.327884		
2	19			.574990	
1	21				2.139759
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

La prueba de homogeneidad de Scheffé nos confirma que los cuatro grupos analizados son estadísticamente homogéneos diferentes entre si con los valores promedio indicados.

5.12.- Estimación de la función exponencial “Z-Pr”

Para el cálculo de la ecuación exponencial Puntuación Discriminante-Probabilidad de Incumplimiento utilizamos “Z-Pr” los valores promedio del cuadro 5.1.1.4. Los datos usados son entonces:

Cuadro 5.11.5.- Coordenadas de la ecuación exponencial Z / Pr

PUNTO	Z	Pr
C1	C2	C3
1	2.139759	0.0017
2	0.574990	0.0098
3	-0.327884	0.0492
4	-1.832906	0.1929

En esta tabla los valores de la columna C2 representan las abscisas y los de la columna C3 las ordenadas de la ecuación exponencial que liga a la puntuación discriminante con la probabilidad de incumplimiento de la empresa. Los valores anotados en la columna C3 son las probabilidades de incumplimiento acumuladas a un año consignadas por S&P para las categorías BBB, BB, B, CCC.

La regresión exponencial de estos datos arroja los siguientes resultados:

Cuadro 5.1.1.6.- **Model Summary**

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.994	.987	.981	.285

The independent variable is Z.

De acuerdo a la prueba ANOVA del cuadro 5.1.1.7, la función exponencial (5.1.1.6) que calcula la probabilidad de incumplimiento (Pr) como función de la puntuación discriminante (Z) es estadísticamente significativa, ya que la estadística de prueba $F = 152.609$ es mayor a la F crítica $(1,2,0.05) = 18.51$, por lo cual la hipótesis nula de la prueba de que no existe un efecto significativo de regresión en la función estimada, se rechaza.

Cuadro 5.1.1.7.- **ANOVA**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	12.370	1	12.370	152.609	.006
Residual	.162	2	.081		
Total	12.533	3			

The independent variable is Z.

Este resultado queda también confirmado por el nivel de significancia $Sig = 0.006$, que es menor que 0.05, Leonard J. Kazmier (2000).

El siguiente cuadro 5.1.1.8 muestra que ambos coeficientes de la ecuación exponencial son significativos, ya que sus respectivos niveles de significación son inferiores a 0.05.

Cuadro 5.1.1.8.- **Coefficients**

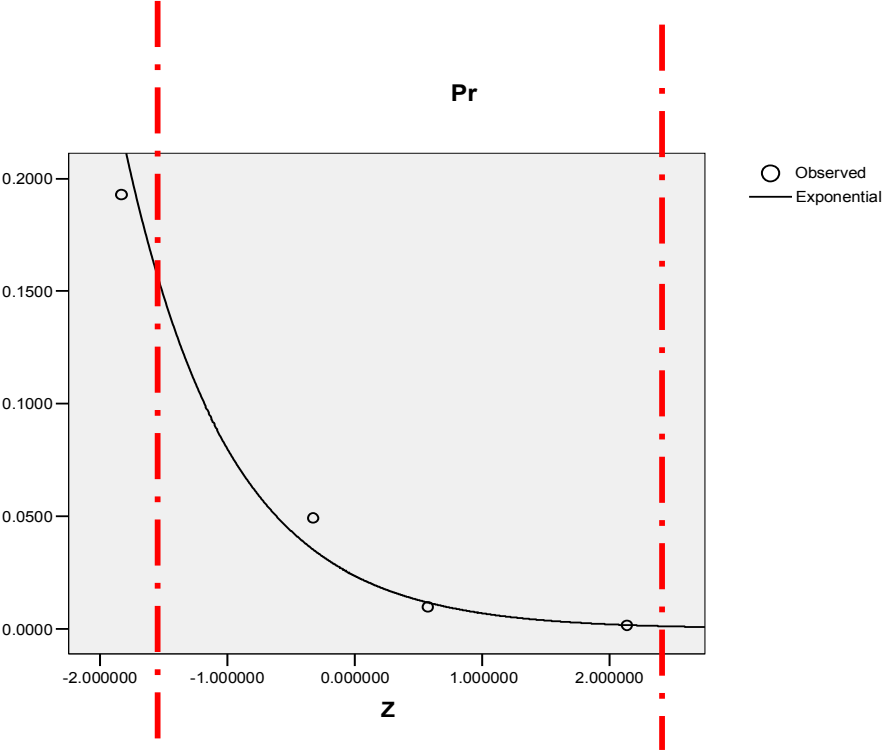
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Z	-1.220863	.099	-.994	-12.353	.006
(Constant)	.023614	.003		6.992	.020

The dependent variable is $\ln(\text{Pr})$.

La curva exponencial que representa la liga entre la puntuación discriminante y la probabilidad de incumplimiento es la siguiente:

$$Pr = 0.023614 e^{-1.220863 Z} \tag{5.1.1.6}$$

Figura 5.11.1.- Curva exponencial de la probabilidad de incumplimiento como función de la puntuación discriminante



El Rango en el cual puede variar el valor de la probabilidad de incumplimiento calculado con la curva exponencial.

Con esta ecuación ya se puede calcular la probabilidad de incumplimiento acumulada a un año a partir de la puntuación discriminante que la función discriminante nos arroje con los datos de entrada de cada empresa. El resultado que se obtiene al aplicar esta ecuación es un buen valor aproximado de la probabilidad de incumplimiento de la empresa bajo análisis. Estos valores deberán irse afinando subsecuentemente en base a las observaciones que cada entidad de análisis debe ir acumulando en el tiempo. Los límites máximo y mínimo para aplicar la ecuación exponencial se consignan en el cuadro 5.1.1.9

Cuadro 5.1.1.9.- Rango para la aplicación de la ecuación exponencial (5.1.1.6)

	Puntuación discriminante Z_2	Probabilidad de incumplimiento Pr
Límite máximo	+ 2.139759	0.17 %
Límite mínimo	- 1.832906	19.29 %

Es decir que cuando la puntuación discriminante es mayor a +2.139759, el valor de la probabilidad de incumplimiento será de todas maneras no menor a 0.17 % y de manera similar el valor de la probabilidad de incumplimiento no podrá ser mayor a 19.29 %, aún en el caso de que la puntuación discriminante sea menor a -1.832906. La razón de estos límites, es que la

probabilidad de incumplimiento no puede crecer ni disminuir indefinidamente, sino sólo dentro de los límites que le impone los estudios estadísticos empíricos.

El cuadro 6.5, que se muestra más adelante, Para aplicar parte de lo tratado en este y en capítulos anteriores se calcula a continuación, a manera de ejemplo, el impacto que tiene la probabilidad de incumplimiento en el valor de la pérdida esperada, de la pérdida, de la pérdida máxima probable y del capital económico en cuatro líneas de crédito de 100 millones de pesos que un banco otorga a cuatro empresas con diferente calidad crediticia, mismas que se muestran en el siguiente cuadro 6.3:

Cuadro 5.1.2.0.- Empresas de reciben la línea de crédito

1.- Coca Cola FEMSA	BBB
2.- Electra	BB
3.- Jugos del Valle	B
4.- Savia	CCC

La probabilidad de incumplimiento se calculó en base al puntaje discriminatorio de cada empresa y aplicando la ecuación exponencial "Puntuación discriminante-Probabilidad de incumplimiento":

$$P_r = 0.023614 e^{-1.220863 Z}$$

Cuadro 5.1.1.2.1.- Probabilidad de incumplimiento de las empresas del ejemplo

Empresas	Puntuación discriminante	Probabilidad de incumplimiento
	Z_2	P_r (%)
Coca Cola Femsa	2.5257	0.170000
Elektra	1.7852	0.267073
Jugo del Valle	0.6418	1.078644
Savia	-3.7141	19.290000

5.13.- Estimación del riesgo de una línea de crédito otorgada a cuatro empresas diferentes

Una vez obtenidas la probabilidades de incumplimiento a un año, de las empresas del ejemplo, se estimar en el siguiente cuadro 6.5, como crece la pérdida esperada (EL), la pérdida no esperada (UL) y el capital económico (EC) de la líneas de crédito otorgadas a cada una de estas empresas, a medida que la calidad crediticia de las mismas disminuye. El monto de cada línea de crédito asciende a 100 millones de pesos

Cuadro 5.1.1.2.2.- Cálculo de la pérdida esperada, la no esperada, y del capital económico de cuatro líneas de crédito

	Origen de los datos	Coca-Cola Femsa BBB	Elektra BB	Jugos del Valle B	Savia CCC
Línea de crédito en millones (L)	dato de entrada	100	100	100	100
Probabilidad de incumplimiento (P)	del cuadro 5.1.1.2.1	0.0017	0.002671	0.010787	0.1929
uso promedio de la línea de crédito (L _M)	del cuadro 2.2.1	20.0%	46.8%	63.7%	75.0%
Uso promedio del remanente (e _d)	del cuadro 2.2.1	0.65	0.52	0.48	0.44
Exposición promedio (E _M)	= L (L _M + (1 - L _M) e _d)	72.00	74.46	81.12	86.00
Desv. est. de la exposición (σ _E)	= [(e _d - e _d ²) ^{1/2} / 2] (1 - L _M) L	19.08	13.29	9.07	6.20
Recuperación promedio (R _M)	del cuadro 2.3.1	45%	44%	45%	42%
Severidad promedio (S _M)	S _M = 1 - R _M	55%	56%	55%	58%
Desv. Est. de la severidad σ _(S)	del cuadro 2.3.1	21%	22%	21%	24%
Correlación promedio de incumplim. (ρ)	dato de entrada	3%	3%	3%	3%
Multiplicador de capital (M)	dato de entrada	6	6	6	6
Pérdidas esperadas (miles) (EL)	EL = P x S _M x E _M	67	111	481	9,622
Pérdidas no esperadas (miles) (UL)	fórmula 2.3.11	1,807	2,349	4,968	21,736
Contribución al incumplimiento (ULC)	UL x ρ ^{1/2}	313	407	860	3,765
Capital Económico (EC)	ULC x M	1,878	2,441	5,163	22,589
Pérdida máxima probable (PML)	EC + EL	1,945	2,553	5,644	32,211

$$UL = [(P - P^2) \times S_M^2 \times E_M^2 + P \times (\sigma_S^2 \times E_M^2 + \sigma_E^2 \times S_M^2 + \sigma_S \times \sigma_E)]^{1/2} \quad (2.3.11)$$

En el renglón 3 de este cuadro se puede observar que, el porcentaje de uso promedio de una línea de crédito aumenta a medida que la calidad crediticia del acreditado disminuye. Esto se explica por el hecho de que al disminuir el rendimiento de las empresas débiles su tendencia a utilizar recursos externos aumenta. En los renglones 12 y 15 se puede ver como aumenta el monto de la pérdida esperada y del capital económico requerido a medida que disminuye la calidad crediticia del acreditado. La pérdida esperada pasa de ser un monto manejable, en el caso del Puerto de Liverpool, a ser un monto que representa el 11 % de la línea de crédito en el caso de Savia. Lo mismo le ocurre al capital económico.

CONCLUSIONES, SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

En el capítulo anterior se estimó la función discriminante que nos permite detectar en base a cinco razones financieras si una empresa se puede catalogar como de alto o de bajo riesgo de crédito. Por otra parte establecimos una escala de calificación crediticia de cuatro categorías, de acuerdo a la cual podemos asignarle a cada empresa una calificación crediticia, en base a la puntuación que obtenga en la función discriminante. Finalmente se estimó una ecuación exponencial, con la cual podemos estimar, en forma aproximada, la probabilidad de incumplimiento asociado a la empresa bajo análisis, en base a la puntuación que obtenga de la función discriminatoria. Se hicieron pruebas de validación a la función discriminante y resultaron positivas.

Podemos concluir que la presente tesis alcanzó el objetivo que se planteó. Esta tesis probó la hipótesis de que con la información financiera disponible, se puede estimar una función discriminante que permite diferenciar, en forma estadísticamente significativa, entre empresas con alto riesgo de crédito y empresas con bajo riesgo de crédito. Por otra parte se desarrolló, utilizando métodos empíricos, una escala de clasificación de calidad crediticia, con la cual se puede asignar en forma práctica una calificación crediticia y se puede también estimar su probabilidad de incumplimiento.

Debemos tomar sin embargo en cuenta que la hipótesis de esta tesis se probó utilizando información financiera sólo de empresas que cotizan en bolsa. Esto debido a que éstas empresas son las únicas que ponen al alcance del público toda su información financiera.

Sería conveniente poder contar también con información de empresas que no cotizan en bolsa para probar y validar a la función discriminante en ese ambiente. El reto es entonces crear bases de datos con este tipo de información, para optimizar y ajustar a la función discriminante estimada en esta tesis. Esta es una línea de investigación que debería seguirse en el futuro.

Es muy importante tener en cuenta que una función discriminante es sólo una herramienta del conjunto de herramientas que un analista de crédito debe utilizar, para hacerse de una buena idea acerca de la calidad crediticia de sus clientes potenciales. Los resultados que arroje la función discriminante deben ser comparados con los resultados que se obtengan con otros métodos, y en caso necesario hacerle ajuste a la función discriminante.

Por otra parte también es necesario tomar en cuenta que la función discriminante se debe actualizar periódicamente, ya que el ambiente financiero de los negocios y el perfil de la empresa son dinámicos, es decir cambian constantemente y los medios y herramientas de análisis financiero deben hacer eco a esa circunstancia. En páginas previas de esta tesis se ha ilustrado en forma pormenorizada el procedimiento mediante el que se puede llevar a cabo la actualización recomendada.

El concepto de administración de riesgos o seguridad de las empresas, se esbozó por primera vez, como se consigna en el capítulo uno de la tesis, en el año de 1916, y correspondió el mérito de esta acción al industrial francés Henry Fayol.

Después de ese esbozo la administración de riesgos entró en un largo letargo que duró aproximadamente 40 años; pues no fue sino hasta el año de 1956 que se volvió a mencionar el término en un artículo publicado en la revista Harvard Review. El rápido y enorme crecimiento de los mercados financiero en lo general y, en lo particular, el que se ha observado en los mercados de instrumentos derivados, ha impulsado en forma decisiva el desarrollo acelerado de la administración de riesgos.

En los últimos años los directores generales y los administradores de empresas en general, se han familiarizado cada vez más con la idea de que su responsabilidad no consiste únicamente en aumentar las ganancias de la empresas, sino que también deben asegurar la sobre vivencia de la misma, lo cual implica garantizar la integridad de sus activos, tanto físicos como financieros.

Al proteger a los activos financieros se protege e incrementa el capital económico de las empresas. La administración del riesgo de crédito juega un papel importante en la protección de los activos financieros y en el incremento del capital económico, tal y como se muestra, en forma idealizada, en la siguiente expresión:

$$EC_1 = (1 + r_A) (1 - \lambda) A_0 - (1 + r_D) D_0$$

Esta expresión nos indica que el valor del capital económico al final del año depende de la rentabilidad de los activos (r_A) de la tasa de incumplimiento de los clientes (λ), del costo de los pasivos (r_D) y de los montos del activo (A_0) y pasivo (D_0) a principio del año. Es decir que entre mayor sea la rentabilidad de los activos y menor la tasa de incumplimiento de los deudores y menor el costo de los pasivos, mayor será el incremento del capital económico de las empresa.

La utilidad de la función discriminante es que nos permite conocer, aún sea en forma aproximada, la probabilidad de incumplimiento y la salud financiera de los clientes en forma anticipada. Por otra parte la función discriminante también nos indica cuales son los aspectos de las empresas en los cuales los analistas financieros y de crédito deben enfocar su atención, para determinar su fortaleza financiera.

En el caso de esta tesis la función discriminante nos está señalando que para efectos de análisis, las razones que mejor predicen la fortaleza financiera de las empresas mexicanas son:

Variables independientes de la ecuación discriminante

Variables	Coficiente	Abreviación	Razón Financiera
$X_2 =$ Cobertura de deuda	0.112898	CDEUDA	$\frac{(\text{Utilidad Bruta})}{(\text{Gasto Total en Intereses})}$
$X_5 =$ Crecimiento	3.840713	CREC	$\frac{(\text{Ventas del Ejercicio Actual})}{(\text{Ventas del Ejercicio Anterior})} - 1$
$X_7 =$ Rendimiento	3.351820	REND	$\frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Activo Total}}$
$X_8 =$ Liquidez ^{1/2}	4.518013	LIQRC	$\frac{\text{Efectivo e Inversiones a CP}}{\text{Activo Total}}$
$X_9 =$ Apalancamiento	-0.734570	APAL 2	$\frac{\text{Pasivo a Corto Plazo}}{\text{Capital Contable}}$

Estas son las cinco variables independientes que se escogieron mediante pruebas estadísticas del conjunto de las doce variables analizadas, para formar la ecuación discriminante:

$$Z_2 = - 2.107815 + 0.112898 \text{ CDEUDA} + 3.840713 \text{ CREC} + 3.351820 \text{ RENT} + 4.518013 \text{ LIQRC} - 0.734570 \text{ APAL2}$$

En la segunda columna del cuadro anterior se puede ver que la variable independiente que mayor ponderación recibe en la ecuación discriminante es LIQRC o sea la raíz cuadrada de la liquidez. Y a la que menor ponderación se le da, es a CDEUDA o sea a la cobertura de deuda. Por otra parte resulta lógico que el coeficiente de APAL2 sea negativo, ya que la fortaleza financiera de las empresas es inversamente proporcional a su nivel de apalancamiento.

Este conjunto de variables representa una especie de kit de herramientas de análisis financiero que los directores de empresa deben tener muy presente y utilizar con frecuencia, para evaluar

el desempeño de sus propias empresas además de la calidad crediticia de sus clientes potenciales.

Las medianas de las razones financieras de las empresas con bajo y alto riesgo de crédito y según su clasificación crediticia son las siguientes:

Medianas de las razones financieras

	RIESGO DE CREDITO		CALIFICACIÓN CREDITICIA			
	BAJO	ALTO	BBB	BB	B	CCC
CDEUDA	4.16000	0.26300	3.49500	3.27500	2.12400	0.26300
CREC	0.07300	-0.06500	0.11600	0.07300	0.01100	-0.06500
RENT	0.28200	0.15500	0.28400	0.30700	0.22400	0.15500
LIQRC	0.26900	0.15100	0.31000	0.27500	0.21100	0.15100
LIQ	0.07236	0.02280	0.09610	0.07563	0.04452	0.02280
APAL2	0.41700	0.64400	0.37000	0.35400	0.56400	0.64400
Z ₂	0.64600	-1.65120	2.1657	0.5883	-0.3248	-1.6512

Los valores que aparecen en rojo son los valores reales de la liquidez, ya que la variable LIQRC es la raíz cuadrada de la liquidez real de las empresas.

Es conveniente para cualquier empresario verificar periódicamente, si el desempeño de sus empresas está tendiendo a parecerse al desempeño que tienen empresas de primer nivel como Coca Cola FEMSA, el Grupo Modelo, Bimbo o Liverpool, para dar unos pocos ejemplos, o si la actuación financiera de la empresa amenaza con parecerse más al desempeño que tienen empresas de muy mala calidad, como Corporativo Durango, Corporativo San Luís, Savia, Grupo Gomo o Desarrollo Metropolitano. Este monitoreo se puede lograr calculando índice discriminante de las empresa y compararlo con los índices discriminante de las empresas de primer y/o último nivel.

RECOMENDACIONES

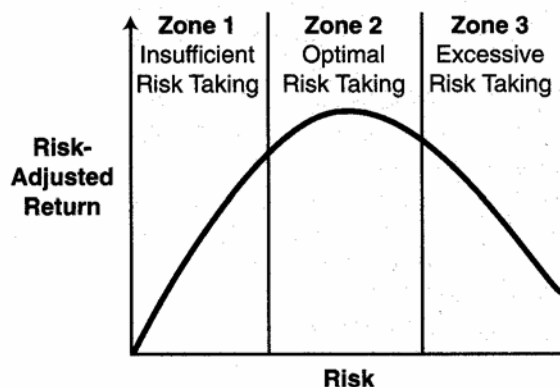
La implementación de un sistema de administración de riesgos en una empresa es una tarea compleja de largo plazo, que requiere la participación de todos sus miembros. Se necesita, desde luego, elaborar un plan de acción por pasos y la participación de asesores especialistas en la materia. Parte importante de ese plan de acción debe ser el entrenamiento del personal con la ayuda de expertos.

La puesta en práctica de un plan de administración de riesgos se topa desde su inicio con diversos obstáculos. Uno de ellos es el hecho de que no sólo implica un gasto, sino también la posibilidad de tener que encarecer los productos y servicios que comercializa la empresa, así como la necesidad de tener que prescindir de nuevos negocios o transacciones, que en primera instancia aparentan ser lucrativos pero que en el fondo no lo son. La previsión de riesgos implica, entre otras cosas la formación de provisiones y reservas, que necesariamente se reflejan en el nivel de precios de los insumos producidos por la empresa y disminuyen teóricamente su competitividad.

Es un hecho que los consumidores se han vuelto, con el paso del tiempo, más sensibles al factor precio y menos sensibles al factor calidad y riesgo. Ante esa disyuntiva no es raro que los productores opten por la opción de productos de bajo precio, sacrificando muchas veces la calidad y corriendo mayores riesgos. Los márgenes de utilidad bruta tan reducidos que se manejan actualmente, por la alta competencia, no dejan mucho espacio para incluir las provisiones y reservas que implican las coberturas de riesgos. Por otra parte la misma competencia obliga a los empresarios a invertir sus recursos en activos de mayor rendimiento, pero que, paradójicamente, implican mayores riesgos.

El rendimiento de un activo y su riesgo son caras de la misma moneda. A mayor rendimiento corresponde, normalmente, un mayor riesgo; y viceversa. El riesgo es inherente a los negocios. No se puede eliminar el riesgo en los negocios, y en general en ninguna actividad humana. Sólo se puede administrar, es decir, reducir a niveles manejables. Lo positivo de este hecho y el ambiente de alta competencia que impera en los negocios, es que ambos factores promueven la creatividad de los empresarios y de los emprendedores, a efecto de encontrar el justo medio, que no es otro, que el de obtener un rendimiento razonable y adecuado, proporcional al nivel de riesgos que se corren y que la empresa está en condiciones de respaldar. El justo medio del cual hablamos se puede ver con mayor claridad en la siguiente figura:

Rendimiento ajustado por riesgo como función del riesgo



Fuente: Enterprise Risk Management, From Incentives to Controls, James Lam, Edit. Wiley-Finance, 2003

Esta figura muestra como el rendimiento ajustado por riesgo aumenta a medida que el riesgo crece. El crecimiento del riesgo puede ser infinito, pero el crecimiento del rendimiento ajustado por riesgo, por lo contrario, no lo es. Como la figura lo muestra, el rendimiento crece hasta cierto límite, a partir del cual deja de crecer y empieza a decrecer, sin importar cuanto crezca el riesgo. Por lo tanto la tarea de los administradores de riesgo es encontrar ese punto de equilibrio en el cual rendimiento alcanza su máximo nivel, sin rebasar los límites de absorción de riesgo de la empresa.

El espacio que abarca la figura anterior se ha dividido en tres zonas. Las empresas que se encuentran en la zona 1, no están tomando suficiente riesgo y están subutilizando su capital. Estas empresas podrían aumentar el nivel de riesgos que toman, optando por una estrategia de crecimiento o de adquisiciones o de fusiones, o de reducción de capital vía aumento de dividendos. Las empresas que se encuentran en la zona 3, están, por lo contrario, corriendo demasiados riesgos. Los niveles de riesgo que están corriendo estas empresas, están rebasando su capacidad de absorción de riesgos en términos de su capital de riesgo y de la capacidad de sus sistemas y su personal a cargo de la administración de riesgos. En pocas palabras, estas empresas están operando encima de sus posibilidades.

Las empresas ubicadas en la zona 2, son las que encontraron su justo medio: rendimiento máximo asociado a niveles de riesgo que se encuentran dentro de los límites de absorción de la empresa.

En los siguientes renglones vamos a presentar una serie de ideas y reflexiones, que pueden ser útiles para ayudar a las empresas a ubicarse en la zona 2 de la figura anterior.

1.- Conoce la esencia del negocio

a) identifica la fortaleza financiera

- de tu empresa

- de tus clientes
- de tus proveedores

aplicando la función discriminante.

- califica y clasifica a clientes y proveedores según su nivel de riesgo
- identifica a clientes y proveedores cuya situación financiera es propensa a la posibilidad de quiebra o de incumplimiento de crédito y en caso de ser posible prescinde de ellos.
- Procura hacer negocios con clientes y proveedores con niveles de riesgo iguales o menores al de tu empresa
- familiarízate con los aspectos vitales del negocio: procesos operativos, clientes de alto nivel, riesgos y exposiciones claves, factores clave para la generación de ingresos y para la reducción de costos,
- identifica la beta del sector industrial del cual tu empresa forma parte

$$\beta_{\text{SECTOR INDUSTRIAL}} = \frac{\text{COV}(R_{\text{SECTOR IND}}, R_M)}{\sigma_M^2}$$

$\beta_{\text{SECTOR INDUSTRIAL}}$ = coeficiente que mide la volatilidad de los rendimientos de las acciones de un determinado sector industrial en relación al rendimiento del mercado de valores.

R_{SECTOR} = Rendimiento de las acciones de un determinado sector industrial

R_M = Rendimiento del mercado de valores

$\text{COV}(R_{\text{SECTOR IND}}, R_M)$ = Covarianza entre el rendimiento de las acciones de determinado sector industrial y el rendimiento del mercado de valores

σ_M^2 = Varianza del rendimiento del mercado de valores

- identifica la solvencia de la empresa en términos de capital de riesgo. Es decir determina su capital de riesgo disponible.

2.- Procedimientos, candados y controles

- la delegación de autoridad para actos de administración (firma ofertas y contratos) se otorgarán en forma mancomunada y estableciendo límites, a efecto de que todas las propuestas y cotizaciones de la empresa sean firmadas invariablemente por un responsable técnico y un responsable financiero. A partir de cierto límite las propuestas y cotizaciones deberán ser autorizadas por la dirección general.
- Todas las propuestas y cotizaciones a partir de cierto límite deberán ser pre-autorizadas invariablemente por un responsable técnico, un responsable financiero y un responsable de administración de riesgos, los cuales deben ser independientes entre si. El responsable de administración de riesgos deberá depender directamente de la Dirección General de la empresa.
- para todas las propuestas y cotizaciones a partir de cierto límite se deberá calcular el capital de riesgo (RK) requerido, el rendimiento ajustado por riesgo (RAROC) esperado y el desempeño ajustado por riesgo (RAPM) esperado, correspondientes:

$$\text{Capital de riesgo (RC)} = \text{VaR} = \sigma_{r_A} \times Z_{99} \times A \times (12)^{1/2}$$

$$\text{RAROC} = \frac{\text{Rendimiento} - (\text{VaR} \times k)}{\text{VaR}}$$

$$\text{RAPM} = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{VaR}}$$

donde:

σ_{r_A} = Volatilidad mensual del rendimiento del activo

Z_{99} = Factor del nivel de confianza

A = valor del activo

k = costo promedio del capital

3.- Metas y límites

- a) Define la tasa de rendimiento mínima aceptable por cliente, línea de negocio, transacción y por producto, en base por ej. al CAPM

$$r_i = r_{rf} + \beta(r_M - r_{rf})$$

- b) Establece límites de capital de riesgo (RK) por cliente, línea de negocio, transacción y producto
- c) dale preferencia a negocios con alto nivel desempeño ajustado por riesgo y trata de prescindir de aquellos que no cumplen este requisito

4.- Riesgos financieros

- a) el departamento de crédito de una empresa debe actuar como un banco. Antes de otorgar un crédito a un cliente debe calificarlo y determinar su probabilidad de incumplimiento, estimar provisiones de pérdidas, para efectos de análisis y control interno. Por otro lado debe calcular el capital de riesgo asociado y cotejarlo con los límites por cliente y por línea de negocio.
- b) el departamento de crédito debe vigilar periódicamente la calificación crediticia de sus acreditados y dar aviso oportuno en caso de cambios.
- c) el departamento de administración de riesgos (AdeR) debe emitir informes periódicos acerca del nivel de riesgos de mercado, crédito y operativos de la empresa, así como los niveles observados de capital de riesgo y de tasas de rendimiento ajustado por riesgo, clasificados por cliente, línea de negocios, productos y transacciones relevantes.
- d) el departamento de AdeR debe identificar las exposiciones que constituyen el 95% de los riesgos financieros de la empresa y explicar detalladamente las medidas tomadas para cubrirlas

5.- Aspectos Generales

- a) reduce la volatilidad de la tasa de rendimiento de los activos de la empresa
- b) diversifica la cartera de clientes y proveedores en cuanto a su calificación de crédito, fortaleza financiera y ubicación geográfica
- c) procura hacer negocios en la misma moneda de la fuente principal de tus ingresos, en caso contrario contrata coberturas.
- d) procura contratar líneas de crédito a tasa fija. En caso contrario contrata coberturas.

- d) mejora la rentabilidad de los activos actuales
- f) reduce el monto de los activos actuales mediante outsourcing, leasing, Just in Time, etc. para reducir el monto del capital de riesgo requerido y elevar la tasa de rendimiento
- g) implementa un programa de administración integral de riesgos y entrena al personal en su uso

6.- Posibles implicaciones del Acuerdo de Basilea II

De acuerdo con los reportes publicados por la calificadoras de riesgos de crédito que presentes en México, como Moody's, S&P y Fitch, sólo una pequeña parte de las empresas actualmente activas, cuenta con una calificación externa de su riesgo de crédito. Esto se debe básicamente a dos causas. La primera: una calificación externa de crédito es un servicio relativamente caro y segunda: los bancos actualmente no lo requieren necesariamente para otorgar créditos.

Con la implementación del acuerdo Basilea II, previsto para el año en curso, no sólo las empresas que cotizan en bolsa o emiten instrumentos financieros deberán contar con una calificación externa de riesgo de crédito, sino también todas aquellas que soliciten un préstamo bancario. En ausencia de tal calificación externa, los bancos deberán utilizar un sistema interno de calificación y deducir para cada cliente su categoría específica de riesgo. El acuerdo Basilea II, presiona tanto a las empresas que requieren financiamiento como a los bancos que los otorgan, desde dos frentes.

Primero, los bancos deberán considerar en el cálculo de la tasa una prima por riesgo de crédito directamente proporcional a la probabilidad de incumplimiento del solicitante del préstamo. De acuerdo a un estudio de impacto del acuerdo de Basilea II en una muestra de empresas pequeñas de USA, Demoran, A., (2002), la prima de riesgo de crédito para una empresa con una probabilidad de incumplimiento a un año de 0.11% sería de 2%. Una lista completa de los resultados de este estudio se muestra en el siguiente cuadro. Los datos de este cuadro, tienen carácter primordialmente ilustrativo, y cambian desde luego si el tipo de empresa o el país donde se ubica el banco cambian, como sería el presente caso. Lo importante es observar que en lo futuro, entre mayor sea la probabilidad de incumplimiento del solicitante de crédito, mayor será la prima de riesgo de crédito, que el banco estará obligado a aplicar. Es decir ya no será discrecional la decisión del banco acerca del otorgamiento de los créditos.

Calificaciones de riesgo de crédito y primas de riesgos correspondientes

Clase	% Incumplimiento (1 año)	Prima de riesgo (%)
AAA	0.01	0.75
AA	0.02 – 0.04	1.00
A+	0.05	1.50
A	0.08	1.80
A-	0.11	2.00
BBB	0.15 – 0.40	2.25
BB	0.65 – 1.95	3.50
B+	3.20	4.75
B	7.00	6.50
B-	13.00	8.00
CCC	> 13	10.00
CC		11.50
C		12.70
D		14.0

Fuente: Demodaran, 2002, Investment Valuation, second ed., John Wiley & Sons, New Cork, NY.

Segundo, antes del acuerdo de Basilea II para los bancos el costo, en términos de capital regulatorio, de un crédito otorgado a una empresa "AAA" era exactamente el mismo que el

costo del mismo crédito otorgado a una empresa “CCC”, con la ventaja para los bancos, de que el crédito a la empresa “CCC” era más rentable. A partir de que entre en vigor el acuerdo Basilea II, esto ya no será posible, es decir ya los bancos no podrán ejercer el arbitraje regulatorio, debido a que el monto del capital regulatorio que los bancos deberán considerar ya no será fijo, sino variable y dependerá en forma determinante de la calificación crediticia del acreditado. Lo aquí expresado se puede ver con mayor claridad en el siguiente cuadro:

Estimación de los requerimientos de capital regulatorio como función de la calificación de crédito y de la probabilidad de incumplimiento, de un crédito de 5 millones de Euros y plazo de 2.5 años

Clase	% Incumplimiento (1 año)	Requerimientos de capital (%) Basilea I	Requerimientos de capital (%) Basilea II
AAA	0.01	8.00	0.63
AA	0.02 – 0.04	8.00	0.93 – 1.40
A+	0.05	8.00	1.60
A	0.08	8.00	2.12
A-	0.11	8.00	2.55
BBB	0.15 – 0.40	8.00	3.05 – 5.17
BB	0.65 – 1.95	8.00	6.50 – 9.97
B+	3.20	8.00	11.90
B	7.00	8.00	16.70
B-	13.00	8.00	22.89
CCC	> 13	8.00	>22.89
CC		8.00	
C		8.00	
D		8.00	

Fuente: Demodaran, 2002, Investment Valuation, second ed., John Wiley & Sons, New York, NY.

Por lo anteriormente expuesto es muy importante que las empresas tomen consciencia de esta nueva regulación, que tarde o temprano les afectará en sus costos financieros. Para aquellas empresas que no cuentan con una calificación crediticia externa, que como se menciona anteriormente, son la mayoría, la función discriminante desarrollada en esta tesis les puede ser de gran utilidad, para estimar por si mismas la clase de empresas que son, cómo y en que aspectos deben mejorar, así como también para poder negociar con argumentos las calificaciones de crédito que los bancos pretendan asignarles unilateralmente, y de las cuales dependerán en forma determinante el costo del financiamiento que reciban.

7.- Adecuación de los modelos

La administración de riesgos financieros no es una ciencia exacta sino una mezcla de ciencia exacta, intuición, sentido común, experiencia, arte y muchos datos. Por ello cualquier modelo de análisis de riesgo financiero debe ser aplicado con las reservas del caso y debe ser sometido a pruebas y ajustes en forma permanente y periódica. Lo ideal es recolectar periódicamente datos reales y probar el modelo con ellos.

En el desarrollo de la función discriminante, objeto de esta tesis, fue necesario hacerle algunas adecuaciones a los coeficientes de las razones financieras recomendadas por Moody's para México, para obtener resultados coherentes. La potencia predictiva de los modelos de análisis de riesgos financieros depende en buena parte del tiempo que se invierta en su proceso de ajuste y calibración con datos reales. Por ello a las personas que usen la función discriminante desarrollada en esta tesis, se les recomienda no olvidarse de probarla y calibrarla con los datos reales de que dispongan, y en caso necesario modificarla, siguiendo el procedimiento descrito en el cuerpo de la tesis. Una de los objetivos que persigue esta tesis, es el de proporcionar, a toda aquella persona interesada en ello, un procedimiento con el cual pueda crear su propias bases de datos y desarrollar funciones discriminantes adecuadas para sus aplicaciones específicas.

8.- Fortalecimiento del estudio de la Administración de Riesgos como materia de licenciatura

Como se menciona líneas arriba, el rendimiento de un activo y su riesgo son caras de la misma moneda, las dos de igual importancia. Los planes de estudio de la licenciatura de administración de empresas de la FCA de la UNAM, sin embargo, todavía no toman en cuenta plenamente este hecho, ya que estos concentran la mayor parte de su atención al tema de rendimiento y otorgan muy poca al tema de riesgos. En toda la carrera, que son aproximadamente 3,672 horas de clase, solamente se destina aproximadamente el 0.27% de este tiempo (10 horas) al estudio de una materia relacionada con la administración de riesgos, que se denomina "Riesgo y Teoría de la Cartera". Los alumnos tienen la posibilidad de elevar este porcentaje al 5.6%, si integran a su plan de estudios las siguientes materias optativas:

- 1) Administración del riesgo
- 2) Futuros y coberturas cambiarias
- 3) Panorama financiero y riesgo país

Cuando nos enfrentamos al mundo real, nos damos cuenta de dos cosas. La primera es que descubrimos que en el mundo de los negocios impera la incertidumbre y la escasez de información, es decir que impera el riesgo. Y la segunda es que pocos profesionistas cuentan con la preparación académica adecuada, para desempeñarse con seguridad y éxito en este ambiente incierto y de escasa información.

Por otra parte, una de las habilidades que el alumno egresado de la carrera de administración de empresas está obligado a adquirir, es la de estar en condiciones de poder asesorar en el diseño e implantación de sistemas y modelos administrativos para la toma de decisiones.

Por lo anterior, y ya que la toma de cualquier decisión empresarial se debe realizar no sólo a la luz del rendimiento que esta aporta sino también del riesgo que implica, sería recomendable, por lo tanto, fortalecer el plan de estudios de la carrera, cambiando de optativo a obligatorio el estatus de las tres materias relativas a la administración de riesgos ante citadas, e implementando una nueva materia obligatoria, que se enfocaría al estudio del Valor en Riesgo. Estas mejoras se pueden realizar sin necesidad de aumentar la duración de la carrera. Únicamente se requeriría disminuir el número de materias optativas de actualmente 12 a 8.

Con ello se elevaría a 7.4%, la participación de materias relacionadas con la administración de riesgos en la preparación de los alumnos, los cuales ahora si estarían mejor equipados para tomar decisiones de negocios en condiciones de incertidumbre.

Bibliografía.

- Jorion Philippe, (2000), Valor en Riesgo, El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados, Limusa Noriega Editores
- Jorion Philippe, (2003), Financial Risk Manager Handbook, Edit. Wiley Finance
- Morales Castro Arturo (2002), Respuestas rápidas para los financieros, Prentice Hall
- Bernstein L. Peter, (1996, 1998), Against the Gods, The Remarkable Story of Risk, Edit. John Wiley&Sons, Inc.
- Vaughn J. Emmet, Therese Vaughan (2003) Fundamentals of Risk and Insurance, Edit. John Wiley&Sons, Inc
- Zvie Bodie (1998), Financial Engineering News
- Jack Marshall (1998), Financial Engineering News
- Crouhy Michel, Dan Galai, Robert Mark (2006), The Essentials of Risk Management, Edit. McGraw Hill
- Caouette B. John, Edgard I. Altman, y Paul Narayanan (1998), Managing Credit Risk, The Next Great financial Challenge, Edit. Wiley Frontiers in Finance
- Moody's Investors Service (2001), Moody's RiskCalc for Private Companies Mexico, Rating Methodology
- Visauta Vinacua Bienvenido (2001), Análisis Estadístico con SPSS para Windows Volumen II Estadística Multivariante, pp 142, Edit. Mc Graw Hill
- Visauta Vinacua Bienvenido (2001), Análisis Estadístico con SPSS para Windows Volumen I Estadística Básica, Edit. Mc Graw Hill
- Crouhy Michel, Dan Galai, Robert Mark (2000), Risk Management, pp 45, Edit. Mc Graw Hill
- Murray R. Spiegel (1991), Estadística, pp 375, Edit. McGraw Hill, Serie Shaum
- Walpole E. Ronald, Myers H. Raymond, 1992, Probabilidad y Estadística, Edit. McGraw Hill
- Moody's Investors Service, (2004), Default & Recovery Rates of Corporate Bond Issuers, January 2004
- Hair, Anderson, Tatham and Black, (2004), Análisis Multivariante, Edit.: Pearson-Prentice Hall, pp 270
- Bassle Committee on Banking Supervision, (1999), Credit Risk Modelling: Current Practices and Applications
- Byström Hans NE, (2005), Credit Risk Lectura I, Lund University, Lund, Sweden
- Carrillo Menéndez Santiago, (2000), El Riesgo de Mercado en la Práctica, RiskLab-Madrid
- Stephen Kealhofer, Jeffrey R. Bohn, (2001), KMV, Portafolio Management of Default Risk
- Federal Reserve System Task force in Internal Credit Risk Models, (1998), Credit Risk Models at Major U.S. Banking Institutions: Current State of the Art and Implications for Assessments of Capital Adequacy
- Kazmier J. Leonard, Estadística Aplicada a la Administración y a la Economía, Serie Shaum, Edit. Mc. Graw Hill- Serie Shaum, pp 276
- Bluhm Christian, Overbeck Ludger, Wagner Christoph, (2002), An Introduction to Credit Risk Modeling, Edit. Chapman & Hall/CRC
- Marrison Chris, (2002), The Fundamentals of Risk Measurement, Edit. McGraw Hill
- Mansell Carstens Catherine, (2001), Las Nuevas Finanzas e México, Edit Milenio
- Hossack I.B., Pollard J. H., ehnwirth B, (2001), Introducción a la Estadística con Aplicaciones s loas Seguros, Edit. MAPFRE
- Salvatore Dominick (2002), Statistics and Econometrics, Edit. McGraw Hill
- Caouette John B., Edgard I. Altman, y Paul Narayanan (1998), Managing Credit Risk, The Next Great financial Challenge, Edit. Wiley Frontiers in Finance, pp 202
- IMEF, Deloitte&Touche, 2003, Administración Integral de Riesgos de Negocios. Edit. Edit. Ruiz Urquiza y Cía, S.C.
- Tinoco Díaz Jaime, Hernández Trillo Fausto, (2003), Futuros y Opciones Financieras, Limusa-Noriega Editores
- Cruz J. Sergio, Villarreal Julio, Rosillo Jorge, (2004), Finanzas Corporativas, Valoración, Política de Financiamiento y Riesgo, Edit. Thomson.
- Ross Stephen A., Westerfield Randolph W, Jaffe Jeffrey F., (2000), Finanzas Corporativas, Edit. McGraw Hill
- Gujarati Damodar N., (2003), Econometría, 4ª. Edición, Edit. McGraw Hill.