



Munich Personal RePEc Archive

A new approach to the analysis and rating Ecuadorian Cooperative System

Freire González, Paulo Alejandro; Vivar Aguilar, Mayra Isabel and Maldonado, Diego
Banco Central del Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Pontifica Universidad Católica del Ecuador

16. February 2010

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/21463/>
MPRA Paper No. 21463, posted 17. March 2010 / 20:44

Un Nuevo Enfoque para el Análisis y Calificación del Sistema Cooperativo Ecuatoriano¹

Ec. Alejandro Freire², Ec. Mayra Vivar³, Msc. Diego Maldonado⁴

Version: 15 de marzo de 2010

El presente documento expone un Sistema de Alertas Tempranas que se fundamenta en dos modelos, el primero corresponde a un modelo completamente econométrico como es el Logístico y el segundo es un modelo financiero, fundamentándose en la teoría de valoración de opciones y corresponde al modelo KMV. Ambos modelos se basan en indicadores financieros de la metodología de evaluación CAMEL para el Sistema Cooperativo del Ecuador, de tal manera que se conviertan en herramientas de fácil utilización e interpretación por parte de las entidades que conforman este sistema como también del ente regulador y supervisor, dando lugar a que permitan fácilmente identificar fenómenos de crisis financieras. Los modelos expuestos son modelos considerados dentro de la Teoría Moderna de Portafolios donde a CAMEL se lo considera dentro de valuación financiera tradicional y a los modelos KMV y Logístico dentro de las nuevas herramientas de un Sistema de Alertas Tempranas.

Así, los tres modelos CAMEL, KMV, y Logístico, son aplicados a la realidad cooperativa ecuatoriana para establecer una calificación a cada COAC y analizar la posición financiera actual que estas poseen e identificar posible vulnerabilidad del sistema.

¹Las opiniones, errores y omisiones son de responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la posición del Banco Central del Ecuador ni de sus autoridades. Para cualquier comentario o sugerencia favor comunicarse con dmaldonado@bce.ec, pafreire@bce.com, mivivar@bgr.com.ec

²Funcionario de la Dirección de Investigaciones Económicas del Banco Central del Ecuador.

³Analista de Tesorería del Banco General Rumiñahui.

⁴Funcionario de la Dirección de Investigaciones Económicas del Banco Central del Ecuador.

This document exposes a EWS that is based on two models, the first corresponds to a full econometric model such as the Logistics and the second is a financial model based on OVT for the KMV model. Both models are based on financial indicators CAMEL evaluation methodology for the Cooperative System of Ecuador, so that they become an easy tool for interpretation by the entities that comprise this system as well as the regulator and supervisor, giving rise to easily identify financial crisis phenomena. The models exposed are considered inside the MPT where CAMEL is a traditional finance valuation model and Logit & KMV are new tools like a EWS.

Hence, the three models CAMEL, KMV and Logit, are placed to the Ecuadorian cooperative reality in order to establish a rating of each entity that labors in the Cooperative System headed for analyze its current financial situation and identify possible vulnerability of the system.

Key Words: Modelo de Evaluación CAMEL, Sistema de Alertas Tempranas, Modelo Logit Dicotómico, Matriz de Transición, Modelo Merton, Cadenas de Markow, Valoración de Opciones, Enfoque de Señales.

1. INTRODUCCIÓN

El fenómeno de crisis financieras constituye un tema ampliamente debatido y estudiado, sobre todo desde inicios de la década pasada debido a la irrupción de varios episodios mundiales de crisis. El tema de la crisis financiera ha cobrado gran importancia durante la presente década.

La experiencia de crisis financieras en América Latina difiere considerablemente de aquellas en países industrializados. Generalmente se argumenta que las crisis en la región tienen sus orígenes en la incertidumbre y la volatilidad que caracteriza los mercados financieros en América Latina, como resultado a su vez de fluctuaciones considerables en la dirección de las políticas económicas y las debilidades estructurales tales como un marco legal insuficiente y estándares contables deficientes. A diferencia de las crisis financieras durante los años ochenta (Argentina (1980-1982), Chile (1981-1983), Colombia (1982-1985)) ocurridas en un marco de excesiva regulación financiera que generó un proceso de desintermediación financiera y por tanto la disminución de la confianza de los ahorristas, los episodios de crisis financiera durante los años 90 (Argentina (1995), México (1994-1995), Venezuela (1994), Ecuador (1999 - 2000)) se han producido en contextos de mayor liberalización y desregulación financiera. Luego de experiencias de crisis financieras en otros países, se observa que los sistemas financieros han puesto énfasis en la función de regulación y supervisión bancaria a fin de prevenir las crisis y evitar así el enorme costo económico y social de solucionarlas.

El primer Sistema de Alertas Tempranas es elaborado en el ámbito académico adoptando el enfoque econométrico. Eichengreen, Rose y Wyplosz, en una serie de documentos que presentan en 1995 y 1996, elaboran un modelo siguiendo la metodología econométrica Probit. Sin embargo, los resultados de sus primeras investigaciones no resultaron ser muy contundentes, lo que potenció la búsqueda de sistemas más sencillos que adoptaban la filosofía del enfoque de señales. El trabajo pionero que utiliza esta metodología es el elaborado por Kaminsky y Reinhart (1996) para el Fondo Monetario Internacional, posteriormente mejorado en Kaminsky, Lizondo y Reinhart (1997).

El enfoque tradicional para evaluar vulnerabilidades financieras en bancos⁵ individuales se relaciona estrechamente con el trabajo de supervisores del sistema bancario y agencias que evalúan el rating⁶ de cada institución. En este enfoque, los indicadores de fortaleza del banco son resumidos por variables originalmente evaluadas durante exámenes en el sitio por las agencias supervisoras. Los sistemas de valuación más conocidos son CAMEL⁷ el acrónimo para los criterios: *suficiencia de capital, calidad de activos, gestión, ganancias y liquidez*.

Dentro de un Sistema de Alertas Tempranas, además de realizar un Enfoque de Señales, se elabora un Modelo Econométrico que aporta en mayor cantidad las posibilidad de cuantificar una sola medida de riesgo. El Modelo Econométrico utilizado es conocido como LOGIT⁸.

En la actualidad ambos enfoques, el de señales y el econométrico, se utilizan en el diseño de los Sistemas de Alertas Tempranas. El enfoque de señales resulta de mayor

⁵ A pesar que se habla de bancos, nos referimos al Sistema Cooperativo del país.

⁶ Los Ratings los podemos definir como las calificaciones que obtienen los emisores y emisiones de renta fija. Por ejemplo, el número de estrellas de un hotel nos sirve para identificar la categoría del mismo, de igual manera sucede con el número de tenedores de un restaurante. Por lo tanto el Rating de una determinada emisión de renta fija nos informa sobre el nivel de riesgo que asume el inversor cuando invierte en dicha emisión.

⁷ En el Ecuador el Sistema CAMEL es utilizado para evaluar a todos las entidades financieras, Bancos, Cooperativas, Sociedades Financieras, Mutualistas.

⁸ Fue desarrollado por MacFadden (1973), posteriormente James Ohlson (1980) lo aplicó a quiebras bancarias.

sencillez y facilidad de interpretación al permitir evaluar el poder predictivo de cada indicador de manera individual. Sin embargo, su aplicación exige transformar dichos indicadores en variables dicotómicas en función de la definición de un umbral lo que supone una pérdida de información. Adicionalmente, en varios países de Latino América entre estos Argentina, Colombia, Chile y Bolivia se han desarrollado Indicadores de Alertas Tempranas.

Un análisis más riguroso que considera el riesgo crediticio es el conocido *Modelo KMV*, el cual parte de la teoría de valuación de opciones y el modelo de Merton. Se ha considerado importante el análisis sobre el riesgo, ya que los nuevos pilares de Basilea II⁹ presentan directrices sobre una nueva planificación, supervisión e inspección de éste como consideraciones para la ejecución del negocio bancario en el ámbito ecuatoriano. El modelo KMV hace referencia al riesgo crediticio por medio de los valores contables y de mercado de los activos y pasivos de las Cooperativas de Ahorro y Crédito (desde ahora COAC's) ecuatorianas. El modelo KMV es presentado por la empresa Moodys¹⁰, que permite el análisis de una entidad financiera o empresa, tomando en cuenta su valoración de los acciones mediante opciones. Este estudio plantea recopilar la información de los estados financieros de las COAC's reguladas por la Superintendencia de Bancos y Seguros para enfocar el análisis en el cálculo de la "Frecuencia de incumplimiento esperado – (EDF)" y "Distancia a la insolvencia – (DD)" (los dos principales términos del modelo KMV que permiten describirlo), para saber cuán distante se encuentra una COAC de "quebrar". Se debe recalcar que el modelo KMV es una aplicación del modelo original de Merton, donde se puede valorar la deuda riesgosa y los bonos cero cupón para establecer el verdadero valor de la entidad.

La presente investigación esta conformada de tres secciones, en la primera parte se detalla los fundamentos teóricos sobre los nuevos enfoques de evaluar las Cooperativas, Enfoque de Señales, Modelo Logit, Matrices de Transición y Modelo KMV de esta manera teniendo claro de cómo se desarrollan estos modelos, en la segunda parte se procede a la aplicación a las Cooperativas de Ahorro y Crédito del Ecuador, el análisis se realizó para un periodo que va desde agosto 2003 hasta julio 2009. Finalmente en la tercera sección se realiza algunas conclusiones obtenidas durante la investigación.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS

Luego de experiencias de crisis financieras en otros países, se observa que los sistemas financieros han puesto énfasis en la función de regulación y supervisión bancaria a fin de prevenir las crisis y evitar así el enorme costo económico y social de solucionarlas. El objetivo de un Sistema de Alertas Tempranas es la obtención de un conjunto de indicadores que puedan anticipar un posible estado de crisis. Existen tres formas de construir un Sistema de Alertas Tempranas, por un lado están los indicadores microeconómicos (indicadores financieros de la entidad), por otro lado están los indicadores macroeconómicos (por ejemplo el PIB, inflación, el M1, entre otros) y, finalmente sistema mixto, es decir micro y macroeconómico; cabe mencionar que en esta investigación se construyó un Sistema de Alertas Tempranas con indicadores micro y macroeconómicos.

Para el Sistema de Alertas Tempranas existen dos enfoques, el primer enfoque es el de **señales** que utiliza indicadores financieros (CAMEL por ejemplo), estos indicadores tradicionales utilizan información de mercado y son empleados eficientemente en países desarrollados, sin embargo existen algunas críticas sobre los indicadores tradicionales puesto que no son tan efectivos para aquellos países en donde no existe una información sobre el mercado. Por otro lado, las experiencias también demuestran que las crisis

⁹C.f.r. COMITÉ DE SUPERVISIÓN BANCARIA DE BASILEA, BANCO DE PAGOS INTERNACIONALES, Aplicación de Basilea II: Aspectos Prácticos, Suiza, 2004.

¹⁰MOODYS, <http://www.moodyskmv.com>, Acceso Domingo 12 abril 2009, 20H09.

financieras son muy distintas en países desarrollados y en vías de desarrollo como los menciona Frederick Mishkin (1990)¹¹. Es por eso que a estos indicadores se los modifica para que puedan ser aplicables a la realidad del país.

El segundo enfoque que se utiliza para la construcción de un Sistema de Alertas Tempranas es el **econométrico**, el sistema utilizado en este enfoque es la realización de un **Modelo Logit Dicotómico** el mismo que nos permite observar la probabilidad de quiebra de una entidad utilizando indicadores micro y macro, la implementación de un modelo econométrico permite aportar en mayor cantidad la posibilidad de cuantificar una sola medida de riesgo.

2.1. Enfoque de Señales

Antes de abordar este tema vamos a tener en cuenta y bien claro que es una crisis bancaria o financiera, una vez entendido este tema será más fácil determinar una definición y una importancia de un enfoque de señales.

En los últimos años varios países han sufrido una crisis financiera como por ejemplo Argentina (2000 – 2001), Chile, Ecuador (1999 – 2000), Paraguay, Venezuela (1993 – 1994), pero no solo a los países en vías de desarrollo afecta las crisis así tenemos el caso de Japón y Estados Unidos, este último tuvo una nueva crisis financiera que afectó a nivel mundial que aún quedan secuelas de dicha crisis.

Una crisis está definida como una situación en la cual una entidad o conjunto de entidades bancarias entra en un proceso de dificultades financieras como consecuencia de la baja del valor de sus activos por debajo del valor de sus pasivos, es decir son técnicamente insolvente (Bell y Pain 2000). Se pueden evidenciar dos tipos de crisis bancarias, por un lado están las crisis individuales las cuales solo afectan a una solo entidad y, las crisis sistemáticas estas en cambio tienen un efecto contagio que llevan a varias entidades a enfrentar dificultades.

Hay muchas causas para que suceda una crisis bancaria, pueden estar directa o indirectamente relacionadas indicadores macroeconómicos como por ejemplo un aumento desproporcionada en la calidad de cartera, es decir cuando existe un Boom económico en el que suele ir consecuentemente a un aumento en la cartera de créditos de una entidad, también puede influir un alto nivel de cartera vencida después de haber un Boom económico, evidentemente una inestabilidad económica que según García (2000), “un crecimiento económico relativamente inestable o de ciclos muy pronunciados en períodos de tiempo relativamente cortos” es una de las principales causas de una crisis financiera, entre otras más razones.

El costo de una crisis financiera está estrechamente relacionado con la importancia relativa del sector bancario en el funcionamiento de una economía. Los bancos dejan de funcionar como canalizadores de fondos y transformadores de plazos, dificultando la puesta en marcha de proyectos y la viabilidad de los ya existentes. Tal y como lo indica Mishkin (1996), en una crisis financiera los mercados financieros pierden la capacidad de canalizar eficientemente fondos hacia aquellas oportunidades de inversión que sean más productivas.

El enfoque de señales consiste en el análisis de la evolución de un número de indicadores económicos cuyo comportamiento se extraen señales que anticipan la ocurrencia de una crisis. Así comparando su comportamiento en una base histórica, estableciendo un periodo de crisis y un periodo de calma, y se establecen umbrales o límites, las cuales si los indicadores analizados sobrepasan los límites son interpretadas como una señal.

¹¹ Analiza las causas y efectos de las crisis financieras en economías emergentes, diferenciándolas de las crisis ocurridas en economías desarrolladas, desde la perspectiva de la teoría de la información asimétrica.

Esta metodología es basada por la propuesta de Diebold y Rudebusch (1989) y Stock y Watson (1989), Kaminsky y Reinhart (1999).

Una reciente definición establecida por de la Confederación Alemana de Cooperativas DGRV, es utilizado como un semáforo y la interpretación de sus colores distintivos (amarillo, rojo, verde), asociando estos a los resultados (deficiente, alerta, buena) respecto de cada indicador. Es útil como método sistemático, objetivo y consistente para predecir episodios de crisis cambiarias, sin embargo, los resultados obtenidos por los mismos son mixtos en términos de la exactitud de la predicción.

Es por ello, que la elaboración de todo Sistema de Alertas Tempranas debe ir acompañado de la medición de su poder predictivo para cuantificar en qué grado los resultados obtenidos se ajustan a la realidad. En este sentido, la medición del poder predictivo de estos modelos es diferente según el enfoque utilizado en su elaboración (enfoque de señales o metodología econométrica).

2.1.1. Metodología

Todo Sistema de Alertas Tempranas, independientemente del enfoque utilizado en su elaboración, exige la definición de unos elementos mínimos que permiten su puesta en marcha: en primer lugar es necesario definir aquello que se va a predecir, es decir, lo que se entiende por crisis; en segundo lugar se deben identificar las variables explicativas del fenómeno a analizar, de cuya evolución será posible extraer conclusiones extrapolables al futuro; en tercer lugar, hay que definir la técnica o metodología que se empleará para ordenar todos los elementos del sistema de la manera que resulte útil para extraer conclusiones; por último, será necesario disponer de una medida sobre la bondad del ajuste que permita comparar entre modelos y conocer el grado de fiabilidad de que dispone la predicción.

Este método, Enfoque de Señales, es útil como un modelo sistemático, objetivo y consistente para predecir episodios de crisis, para estos se debe generar variables dicotómicas, que dichas variables y la naturaleza de la información a ser utilizada (varias unidades a través del tiempo) apuntan a una utilización de panel de datos logit . Para realizar este análisis se establece un orden lógico para llegar a nuestro objetivo que es la prevención de una crisis.

En la Metodología de Enfoque de Señales se debe establecer dos periodos: el primero que es el Periodo de Crisis, segundo establecer un Periodo de Calma. En el periodo de crisis se estableció desde agosto del 2002 hasta diciembre del 2004, este periodo de crisis es subjetivo, ya que para muchos analistas tanto económicos como financieros pueden establecer un periodo diferente y, el periodo de calma se estableció entre enero del 2005 hasta diciembre del 2007, de igual manera este periodo es subjetivo, ya que para algunos bajo sus criterios podrían definir que aun estamos en crisis (Figura 1).

Además de estos dos periodos o parámetros es necesario establecer un horizonte de señalización, que es el periodo en el cual los indicadores son evaluados, es decir es el tiempo en el que un indicador empieza a tener una señal de crisis y así poder tomar decisiones acertadas frente a dicho indicador en nuestro análisis, el horizonte de señalización se estableció desde agosto 2002 hasta julio 2003.

Se dice que un indicador emite una señal cuando se aleja de su nivel de umbral. El umbral óptimo es aquel que determina la zona de rechazo de un test de hipótesis donde la nula es que la entidad se encuentra en un estado estable y la alternativa es que sufrirá una crisis en los siguientes meses.

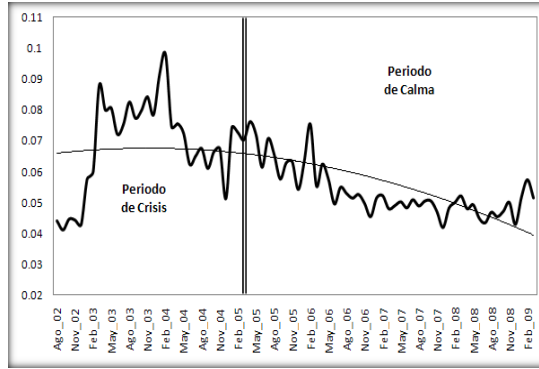


Figura 1 Establecimiento de los Períodos de Calma, Crisis. Índice de Calidad de Cartera

Un indicador empieza a emitir una señal cuando se encuentra por encima o debajo de límites establecidos. El indicador emitirá una señal en base a un evento binario (valor 0 ó 1), es decir al pasar el umbral establecido para cada indicador, se emitirá la señal de 1 y al establecerse dentro los umbrales se colocará una señal de 0. No hay un método específico para calcular dicho umbral, sin embargo en la mayoría de la literatura se establece como:

$$Y = X \pm f(\sigma)$$

Donde:

X = Promedio de la suma del período de calma

f = fractil

σ = desviación estándar

El fractil no es más que un número obtenido de forma aleatoria con la finalidad de disminuir el Error Tipo I y el Error Tipo II¹². El propósito de este análisis es evaluar a los indicadores individualmente con el objetivo de saber si es útil para pronosticar una posible crisis en un período de 12 meses de anticipación (horizonte de señalización), para poder determinar el alcance de predicción individual de cada indicador se construye la probabilidad condicional de ocurrencia de una crisis basada en la señal de cada indicador, para lo cual se construye una tabla de posible señales.

	Ocurre una Crisis	No Ocurre una Crisis
Se emite una Señal	A	B
No se emite una Señal	C	D

Cuadro 1

Matriz de Posibles Señales de Ocurrencia de Crisis. José Berrospide, Fragilidad Bancaria y Prevención de Crisis Financiera en Perú 1997 – 1999

En donde los valores de A y D corresponden a aciertos (observaciones en las que se emite una buena señal, cuando ocurre una crisis y cuando no ocurre, respectivamente), mientras que los valores de B y C corresponden a errores, (observaciones cuando emite una mala señal en el periodo de calma y, cuando no emite una señal cuando si hay una

¹²Error Tipo I rechazar algo que es cierto y Error Tipo II aceptar algo que es falso.

crisis, respectivamente). Lo óptimo sería que $A > 0$, $D > 0$, $B = C = 0$ sin embargo en la realidad esto no sucede ya que posee un mínimo de error de confianza.

Indicadores Empleados para el Enfoque de señales

Los indicadores empleados (cuadro2) para la construcción del Enfoque de Señales son los indicadores que conforman el Índice CAMEL

Indicadores	Definición
C1	Índice de Capitalización Neta
C2	Cobertura Patrimonial de Activos Improductivos
A1	Porcentaje de Activos Improductivos
A2	Intermediación Crediticia
A3	Calidad de Cartera
A4	Cobertura Crediticia
M1	Grado de Absorción margen Financiero
M2	Eficiencia Operativa
M3	Desequilibrio estructural entre Activos y Pasivos con Costo
E1	ROA
E2	ROA Operativo
E3	ROE
E4	Eficiencia del Negocio
E5	Margen Spread
E6	Margen Brecha
L1	Índice de Liquidez
L2	Liquidez Ampliada
L3	Liquidez Ampliada (Prueba Ácida)

Cuadro 2
Indicadores utilizados para el análisis de Enfoque de Señales

2.2. Modelo Econométrico Logit

Actualmente los modelos Logit son utilizados en muchas áreas de las ciencias como la Economía, Medicina, Biología, Psicología, entre otros. La ecuación o función del modelo Logit se define como:

$$P(y) = \frac{\exp^y}{1+\exp^y}$$

Esta expresión habitualmente, \mathbf{P} denota una función de probabilidad, e \mathbf{y} indica una combinación lineal. Así la función logística cumple con la propiedad de ser una función monótona creciente, acotada en el intervalo $[0,1]$, su representación gráfica es de forma sinusoide en la que observamos que para valores pequeños de la variable Y la función experimente un crecimiento lento, que aumentara rápidamente a medida que aumenta la variable (en este tramo se asemeja a un crecimiento exponencial) y, finalmente se ralentiza para valores altos de Y , alcanzando su cuota máxima situada en el valor 1.

El significado de la ecuación depende de la definición de las variables. Por ejemplo en Biología es frecuente que P sea la función de probabilidad del suceso dicotómico supervivencia o muerte del organismo observado cuando es sometido a un estímulo continuo, expresado este en un modelo lineal (Y).

Dentro del desarrollo de un Sistema de Alertas Tempranas, además del enfoque de señales, se realiza un estudio econométrico que aporta en mayor cantidad, por su rigor estadístico, la posibilidad de cuantificar en una única medición de riesgo. Dentro de este estudio econométrico está el modelo Logit . Dentro de los modelos Logit se distinguen modelos de respuesta dicotómica y de respuesta múltiple, según la variable endógena a modelizar, bajo los parámetros establecidos en la extracción de señales utilizaremos el modelo de respuesta dicotómica.

Este modelo, además de obtener estimaciones de probabilidad de que ocurra un suceso, identifica los factores de riesgo que determinan dichos sucesos. El modelo Logit Dicotómico presenta las siguientes características:

- Variable endógena binaria: la cual identifica al individuo a una de las dos posibles categorías.
- Variables explicativas o exógenas: son las variables que permiten discriminarse entre grupos y que permiten la pertenencia de un elemento a un grupo u otro.
- Resultados de análisis: es un vector de parámetros con valores numéricos, que son los coeficientes para cada uno de las variables explicativas que hacen parte definitiva del modelo.

Para este estudio en donde la variable endógena suele codificar con 1 para presentar la no ocurrencia del evento estudiado y toma el valor de 0 para presentar la ocurrencia, es decir, sea $i = 1, 2, 3, \dots, N$ el indicador para las entidades (las cooperativas) y $t = 1, 2, 3, \dots, t$ el indicador para los periodos de tiempo.

$$y_{it} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{it} > t \\ 0 & \text{si } y_{it} < t \end{cases}$$

Donde y_{it} es la variable endógena y t es un corte de tiempo obtenido de forma endógena. Bajo esta especificación se tiene que y ($1 =$ no crisis, $0 =$ crisis) en función de X variables para un conjunto de entidades se tiene la siguiente ecuación:

$$Pr ob = (Y_i = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta_k X_k)}} = \frac{e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}}{1 + e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}} \quad (1)$$

Donde:

Y = representa la variable endógena;

X_i = representa a las variables explicativas y;

β_k = son los parámetros asociados a cada una de las variables explicativas

Para facilitar la exposición se puede expresar la ecuación anterior (1) como:

$$Pr ob = (Y_i = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(Z_i)}} \quad (2)$$

Donde:

$$Z_i = (\alpha + \beta_k X_k)$$

La ecuación 2 representa lo que se conoce como una función de distribución logística (acumulativa). Es fácil verificar que a medida que Z_i se encuentre dentro de un rango de $-\infty$ a $+\infty$, P_i se encuentra dentro de un rango de 0 a 1 y que P_i no se encuentra linealmente relacionado con Z_i (es decir con X_i).

Si P_i , la probabilidad de estar no estar en crisis, está dada por la ecuación 2 entonces $(1 - P_i)$, la probabilidad de que una entidad se encuentre en crisis.

$$1 - \text{Pr } ob = \frac{1}{1 + e^{Z_i}} \quad (3)$$

Por consiguiente se puede escribir:

$$\frac{\text{Pr } ob}{1 - \text{Pr } ob} = \frac{1 - e^{-Z_i}}{1 + e^{-Z_i}} = e^{Z_i} \quad (4)$$

Ahora $\text{Pr } ob/(1 - \text{Pr } ob)$, es sencillamente la razón de probabilidades (“**Odds Ratios**”) este es el cociente entre las probabilidad de que ocurra un hecho, o de que se elija la opción 1, frente a la probabilidad de que no suceda el suceso, o de que se elija la opción 0. Su interpretación es la ventaja o preferencia de la opción 1 frente a la 0, es decir, el número de veces que es más probable que ocurra el fenómeno frente a que no ocurra.

Los Odds Ratios, siempre serán mayor o igual que 0. El campo de variación va desde 0 hasta $+\infty$ y, su interpretación se realiza en función de que su valor sea igual, menor o mayor que la unidad:

- Si toma el valor de 1, significa que hay la misma probabilidad de que ocurra la alternativa 1 como de que ocurra la alternativa 0.
- Si toma el valor menor que 1 indica que la alternativa 1 tiene menos probabilidad que la ocurrencia de la alternativa 0. Es considerado menor que 1 cuando el valor de los Odds ratios es menor que 0.5.
- Si el valor es mayor que 1, significa que existe una mayor probabilidad de que ocurra la alternativa 1 que la alternativa 0.

Finalmente, si se toma el logaritmo de la ecuación (4) se obtiene un resultado muy interesante:

$$Li = \ln \left[\frac{P_i}{1 - P_i} \right] = Z_i = \beta_1 + \beta_2 X \quad (5)$$

Es decir, Li , el logaritmo de la razón de las probabilidades no es solamente lineal en X_i , sino también (desde el punto de vista de estimación) lineal en los parámetros, L es llamado **Logit** y, de aquí el nombre **Modelo Logit** para modelo como la ecuación 5. Si el Logit, es positivo, significa que cuando el valor de las regresoras se incrementa, aumenta las posibilidades de que la regresadas sean igual a 1. Caso contrario si el Logit es negativo, las posibilidades de que la regresada iguale a 1 disminuya conforme la X se incrementa.

Medida de Bondad de Ajuste del Modelo

A continuación se describen los contrastes más utilizados en la literatura econométrica para medir la bondad del ajuste en el Modelo Logit:

- **Una medida del error: el estadístico X^2 Pearson.**

Para medir la bondad del ajuste también se utilizan medidas de error que cuantifican la diferencia entre el valor estimado y el observado. En definitiva, para contrastar la hipótesis nula de que:

$$H_0 : Y_t = \widehat{M}_i ; \text{ lo que equivale a } H_0 : Y_t - \widehat{M}_i = e_i = 0$$

Se construye un estadístico que recoge los residuos estandarizados o de **PEARSON** del modelo Logit, que se define como la diferencia entre el valor observado de la variable de respuesta y el estimado, dividido por la estimación de la desviación típica, ya que la esperanza es nula. El ajuste de este modelo será mejor cuanto más cercano este el valor del estadístico a cero.

■ **Porcentaje de aciertos estimados del modelo**

Otra de las vías utilizadas para determinar la bondad del modelo Logit, es predecir con el modelo los valores de la variable endógena Y_t de tal manera que:

$$Y_t = 1 : \widehat{M}_i > c$$

$$Y_t = 0 : \widehat{M}_i < c$$

Generalmente, el valor considerado de c para determinar si el valor de la predicción es 1 o 0 es de 0.5, puesto que parece lógico que la predicción sea 1 cuando el modelo dice que es más probable obtenga un 1 que 0. Sin embargo, la elección de este umbral no siempre es adecuado ya que puede haber casos en que la muestra presente desequilibrios entre 1 y 0 por tal razón esto puede conducir a que no prediga ni unos ni ceros. Una vez seleccionado el nivel del umbral y, dados que los valores de Y_t son conocidos, basta con contabilizar el porcentaje de aciertos para predecir si la bondad de ajuste es elevada o no. A partir de esto se elabora una tabla de clasificación:

		Valor Real de Y_i	
		$Y_i = 0$	$Y_i = 1$
Predicción de \widehat{M}_i	\widehat{M}_i	P_{11}	P_{12}
	\widehat{M}_i	P_{21}	P_{22}

Cuadro 3
Tabla de Clasificación de Aciertos

Esta tabla de clasificación tiene la misma interpretación que el cuadro 1.

Prueba de Hosmer – Lemeshow

Otra medida global de exactitud predictiva, no basada en el valor de la función de verosimilitud sino en la predicción real de la variable dependiente, es el contraste diseñado por David W. Jr Hosmer y Stanley Lemeshow (1989). Dicho contraste consiste en realizar comparaciones entre el valor estimado y el observado por grupos, para ello las observaciones se dividen en j grupos aproximadamente iguales, dividiendo el recorrido de la probabilidad en deciles de riesgo (esto es probabilidad de ocurrencia del fenómeno $< 0,1, < 0,2$, así hasta llegar a 1). Hosmer Lemeshow demuestra que cuando el modelo es correcto el estadístico HL sigue una distribución chi-cuadrado con $J - 2$ grados de libertad, por lo que los valores menores al estadístico calculado respecto al teórico indicarán un buen ajuste del modelo. Tomando en cuenta lo anotado anteriormente se definirán los parámetros para la realización del modelo Logit, la muestra, la variable dependiente y las variables explicativas.

2.3. Matriz de Transición

Las Matrices de Transición comenzaron como herramienta para medir el riesgo del

crédito en 1997, con la aparición de la aplicación de CreditMetrics de JP Morgan. En si la Matriz de Transición según Elizondo Alan es “la principal herramienta para determinar la probabilidad de que un crédito con una calificación determinada cambie de calificación crediticia durante un periodo específico. A esta probabilidad se la conoce como *probabilidad de migración en la calidad de un crédito*. En otras palabras sirve para estimar la probabilidad de pasar de un estado (i) en la cual se encontraba la deuda del individuo en el tiempo (t), a un estado (j) en el período siguiente ($t + 1$).”

La matriz de transición tiene como objetivo reflejar en el corto, mediano y largo plazo el grado de estabilidad que presentan las categorías de riesgo, en esta sección se pretende estimar las probabilidades de migración entre estados, aquí se presentan los resultados de las estimaciones del sistema financiero de las Cooperativas de Ahorro y Crédito para un período de seis meses, los datos para tal estimación son las calificaciones obtenidas en los modelos CAMEL descrita anteriormente.

2.4. Modelo KMV

2.4.1. Introducción

En 1974 Robert Merton en su paper “On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates”, involucra la fórmula de Black & Scholes, para valorar el riesgo de crédito a través de la teoría de las opciones; demostrando que cuando un banco realiza una operación crediticia, su pago es isomórfico al incluir una opción Put en los activos del acreditado, y donde el acreditado puede llegar a ejercer la opción de no pagar su préstamo si el valor de la garantía es menor que el crédito.

A partir de la interpretación de Merton en 1974, surgen otras metodologías que buscan medir las probabilidades de impago de las compañías a través de la teoría de las opciones y, en 1977 no solo había desarrollado la aplicación de la teoría de las opciones al riesgo de crédito, sino que descubrió que podía utilizar dicha fórmula para establecer el valor de muchos otros contratos económicos y financieros, como las pólizas de seguros.

Con la derivación de la fórmula exacta para el precio de una opción call europea escrita sobre una acción por parte de Black y Scholes, Merton (1976) analizó la valoración de derivados suponiendo procesos estocásticos más complejos para el precio del activo subyacente, tales como discontinuidades.

El modelo de Merton (1974) es un modelo alternativo de determinación de riesgo de incumplimiento (default) que se basa en el precio de las acciones de una compañía¹³. Este modelo trata a *las acciones como semejantes a una opción call sobre los activos de la firma, con un precio de ejercicio determinado por el valor nominal de la deuda y cuyo vencimiento es equivalente al tiempo al vencimiento de la deuda analizada*.

En otras palabras, el modelo de Merton es una aplicación de la fórmula Black and Scholes, opciones y valores nominales y reales de mercado de las variables que toma en cuenta para su formulación. Los supuestos sobre los que se basa, además de los implícitos en la teoría de valuación de opciones, son:

- Una corporación tiene dos clases de obligaciones:

1. Un tipo de deuda simple y homogénea.
2. Los derechos residuales (sobre las acciones).

- Las especificaciones del bono emitido son las siguientes:

¹³En esta parte de la investigación se tomará en cuenta a una Cooperativa de Ahorro y Crédito como una compañía.

1. La firma promete pagar el total de K dólares a los tenedores de bonos en la fecha calendario T especificada.
2. Si en dicho momento el pago no es realizado, los tenedores de bonos pueden ejecutar inmediatamente a la compañía (y los tenedores de acciones no reciben nada, la empresa no posee valor de recupero).
3. La firma no podrá adquirir ninguna otra obligación que ofrezca mejores o similares condiciones a las anteriores, no podrá pagar dividendos ni recomprar acciones antes del vencimiento de la deuda adquirida.

Para entender este modelo se considera *una firma que posee un valor total V que ha emitido un bono cupón cero a un período, con un valor nominal K* . Si el valor de la firma (compuesto por dos tipos de obligaciones: acciones y bonos) excede la promesa de pago ($V > K$), se realizará el pago del bono en su totalidad y los accionistas recibirán el resto. Por otro lado, si ($V < K$), la firma se encontrará en default y los tenedores de los bonos sólo podrán recibir V . El valor de las acciones caerá a cero. Adicionalmente, se asume que no existen costos de transacción.

De ahí que, el modelo KMV es una aplicación directa del modelo de Merton.

El lanzamiento público de modelos de portafolio de crédito empezó a mediados de los años 90. La corporación KMV dio a conocer su modelo en 1993.

Al modelo KMV se lo considera dentro de la teoría moderna de portafolio (Modern Portfolio –MPT o PT Portfolio Theory). Misma que fue introducida en 1952 por Harry Markowitz con su paper “Portfolio Selection”, quien ocho años después compartió el premio Nobel con Merton Miller y William Sharpe por lo que se convirtió en la **“Teoría general para la selección de un portafolio”**.

En el modelo KMV, la teoría de valuación de opciones de Merton es usada explícitamente para el análisis de crédito individual. La probabilidad de default y la calificación de las probabilidades de migración¹⁴ de cada deudor dependen de la “distancia al incumplimiento (DD)” –la diferencia entre el valor de la empresa¹⁵ y el valor contable de los pasivos. Adicionalmente, se establece la existencia de un punto de incumplimiento (PT) que actúa como una barrera absorbente del valor de los activos de la empresa.

KMV se basa en la estimación de la volatilidad de activos, donde, el riesgo de default es modelado en términos del valor de los activos de la empresa relacionado con sus pasivos, la probabilidad de default es endógena o exógena, la pérdida dada en caso de default es exógena, y la correspondencia de incumplimiento supone su dependencia del estado de los factores definidos por el usuario tales como desempleo, precios de commodities, PIB, entre otros. En la realidad, el presente modelo ha sido más apreciado por su enfoque en el análisis de riesgo de crédito autónomo que como un modelo de portafolio¹⁶, así como también por la simplificación de supuestos que facilitan su implementación.

2.4.2. Generalidades

La metodología KMV, utiliza la frecuencia de incumplimiento esperado (Expected Default Frequency –EDF) de cada empresa, en lugar de utilizar la frecuencia de transi-

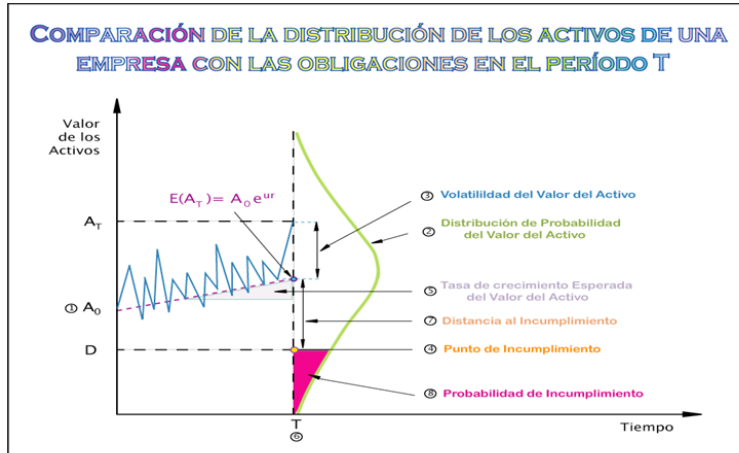
¹⁴N.B. Se entiende por migración al cambio de la calificación crediticia de una entidad, siendo esta, por ejemplo el cambio de la calificación AAA+ a una calificación AAA- de una entidad financiera, o, viceversa.

¹⁵N.B. El valor de la empresa es derivado a partir de la fórmula del valor de la opción aplicada al valor de mercado de las acciones.

¹⁶N.B. KMV no ha sido considerado como un modelo de portafolio, ya que la distribución de incumplimiento conjunta ha sido difícil de establecer. Esto se da porque no existe una forma explícita para el cálculo de la correlación entre los créditos de la empresa. Actualmente esta es ponderada por medio de análisis avanzados que se basan en modelos factoriales, variables financieras explicativas y otros factores establecidos por el autor.

ción histórica promedio¹⁷ de cada categoría de crédito que es generada por las agencias de calificación para estimar la distribución de pérdida del portafolio de crédito a través de la simulación de MonteCarlo¹⁸. P_i es la estimación de la probabilidad de incumplimiento de cada empresa y es obtenida a partir del modelo de Merton (1974), el cual determina la probabilidad de incumplimiento en función de las siguientes variables:

- La estructura de capital de la empresa¹⁹,
- La volatilidad de los activos de la empresa y,
- El valor actual de la empresa.



Fuente: CROSBIE Peter, BOHN Jeffrey, Modeling Default Risk, KMV, LLC, USA, 2002.
Elaboración: Mayra I. Vivar A.

Figura 2 Probabilidad de incumplimiento de una empresa

Asimismo, la medición de riesgo de crédito por medio de la aproximación KMV es obtenida a través del **sistema Martingale de valoración de títulos²⁰ (Martingale approach)** que deriva los precios como el valor esperado descontado de los flujos de caja futuros, como también a través de la dinámica del valor de los activos de la empresa, es decir dada la estructura de capital de la empresa y un proceso estocástico que representa al activo de la empresa, se puede obtener la probabilidad de incumplimiento para un horizonte de tiempo que puede ser un año, dos años, etc. En la Figura 2 se describe como la probabilidad de incumplimiento de una empresa se asocia con la distribución del retorno de los activos y con la estructura de capital.

Para el desarrollo del modelo KMV, se asume que la *empresa i* tiene una estructura de capital muy simple, donde la empresa es financiada por acciones E_t^i y un instrumento

¹⁷N.B. La estimación de distribución de pérdida del portafolio de crédito a través de la frecuencia de transición histórica promedio es referida como una de las mayores debilidades de modelos de riesgo tales como CreditMetrics/CreditVar I, y se dice que no es correctamente aplicada ya que las tasas de incumplimiento son continuas mientras que la calificación por parte de las agencias es ajustada en forma discreta.

¹⁸N.B. La simulación de MonteCarlo se aplica mediante la generación de números aleatorios para determinar el comportamiento futuro de una variable aleatoria.

¹⁹N.B. KMV asume que la estructura de capital, es decir el financiamiento de los activos, es a través de deudas de corto plazo (que se consideran equivalentes al valor de caja), deudas de largo plazo que supone son perpetuas, y bonos convertibles.

²⁰C.f.r. YAN Jia-an, Martingale Approach to Option Pricing –A Brief Review with Examples, Institute of Applied Mathematics Academia Sinica Beijing-P.R.China, 1999.

de deuda cero cupón, cuyo vencimiento es en el tiempo T y los valores de ejercicio y mercado son D_i y B_t respectivamente²¹. La hoja de balance de la *empresa i* puede ser representada de la siguiente manera:

$$A_t^i = B_t^i(D_i) + E_t^i \quad (6)$$

Donde:

A_t^i = Activo de la empresa i en el tiempo t

$B_t^i(D_i)$ = Deuda con el valor de ejercicio D_i

E_t^i = Acción de la empresa i en el tiempo t

En esta estructura, se supone que existen procesos estocásticos que describen el comportamiento del valor de los activos y de las acciones de la *empresa i*, es decir:

- A_t^i es el valor de los activos de la *empresa i* en el tiempo t , $t \in [0, T]$.
- E_t^i es el valor total de mercado de las acciones de la *empresa i* en el tiempo t .

El incumplimiento de la *empresa i* se presenta al vencimiento de las obligaciones de deuda cuando el valor de los activos es menor que la promesa a pagar D_i , algebraicamente se puede expresar de la siguiente forma:

$$X_i \begin{cases} 1 & \text{si } A_t^i < D_i \\ 0 & \text{si } A_t^i \geq D_i \end{cases}$$

La variable X_i sigue un experimento de Bernoulli y mide el incumplimiento de la *empresa i*, donde el valor de uno indica que la *empresa i* ha incumplido y *cero* que la empresa no ha incumplido.

Las acciones de la empresa pueden ser vistas como una opción *call* sobre los activos, cuyo precio de ejercicio es igual al valor en libros de la deuda de la empresa D_i . De lo anterior se puede definir una variable $Call_t^i$ que representa el valor de una opción *call* para la *empresa i* en un tiempo t con un precio de ejercicio D_i y con vencimiento en T , es decir:

$$\begin{aligned} Call_t^i &= \max\{A_t^i - D_i, 0\} \\ Call_t^i &= E_t^i \end{aligned}$$

Se puede interpretar que las acciones pueden valer cero cuando los activos de la empresa no avanzan a cubrir las deudas. Para obtener una forma analítica de $Call_t^i$, KMV utiliza la estructura de Merton y el método de valoración de opciones de Black & Scholes.

2.4.3. Probabilidades de Incumplimiento

La probabilidad de incumplimiento de una empresa es la probabilidad que el valor de los activos de la empresa sea menor o igual al valor de los pasivos de la empresa en algún horizonte de tiempo T . La derivación de esta probabilidad procede en tres etapas:

1. La estimación de valor del mercado²² y volatilidad de los activos de la empresa mediante el modelo de Merton.

²¹El subíndice t representa el tiempo en el que se encuentra la empresa i y que va desde 0 hasta T que es la fecha de vencimiento del bono cupón cero.

²²Se asume que el valor de mercado de los activos de la empresa tiene una distribución log-normal. i.e. el log-retorno activo sigue una distribución normal, y la volatilidad de los retornos se mantiene relativamente constantes en el tiempo.

2. El cálculo de la distancia al incumplimiento (DD), la cual es un índice de medida del riesgo de incumplimiento.
3. El ajuste de la distancia al incumplimiento a las probabilidades de incumplimiento en un horizonte de tiempo dado, utilizando una base de datos de insolvencia.

A la probabilidad de incumplimiento también se la conoce como probabilidad neutral al riesgo, explicada por la valuación del activo libre de riesgo (bono) seguido por la valuación del activo con riesgo (acción); es decir, la probabilidad de incumplimiento es igual a la probabilidad neutral al riesgo que también es conocida como una medida martingale (medida de riesgo-neutral).

Esta medida martingale es parte del sistema martingale, es decir, ya que se ha determinado que la teoría Martingale²³ y el análisis estocástico es un apropiado marco de investigación y razonamiento del mercado financiero, permite caracterizar mercados sin arbitraje y precios de contratos de opciones. Esto fue primeramente establecido por Harrison y Kreps (1979), y Harrison y Pliska (1981) en un contorno natural matemático para el análisis del mercado financiero.

Ahora, para explicar la neutralidad al riesgo dentro de KMV se considera a la economía Black & Scholes como la fórmula B&S compuesta por un activo riesgoso y un activo sin riesgo, y si se asume que la acción no paga dividendos con un proceso de precio (E_t^i) que satisface la ecuación diferencial estocástica de Ito²⁴;

$$dE_t^i = E_t^i(\mu^{E,i}dt + \sigma^{E,i}dW_t^i) \quad (7)$$

De ahí que, se puede establecer una **estrategia de intercambio (trading strategy)** entre las dos clases de activos, donde se la considera como un par (a, b) de procesos de movimientos brownianos adaptados, donde $a(t)$ denota el número de unidades del activo que el inversor tiene en el tiempo t y, $b(t)$ es el total de dinero invertido en la empresa en el tiempo t .

Consecuentemente, el valor de la empresa en el tiempo t del portafolio $\{a(t), b(t)\}$ está dado por:

$$A_t^i = a(t)E_t^i + b(t)B_t^i \quad (8)$$

o lo que es lo mismo decir:

$$A_t^i = a(t)E_t^i + b(t)B_t^i(D_i) \quad (9)$$

Una estrategia de cambio $\{a, b\}$ es calificada como autofinanciada (self-financing strategy), si el cambio de su valor solamente está dado por cambios en los precios de los activos, algebraicamente:

$$dA_t^i = a(t)dE_t^i + b(t)dB_t^i(D_i) \quad (10)$$

Y es considerada *admisible (admissible trading strategy)*, si el proceso del valor de la empresa es (A_t^i) no-negativo.

Consecuentemente, se puede establecer que en la economía Black & Sholes no existe arbitraje, justificado por la ausencia de una *estrategia admisible de autofinanciamiento* tal que su valor inicial sea cero y su valor final sea no-negativo con probabilidad P_i mayor

²³ Al sistema Martingale también se lo conoce como una forma de expresar un juego de suma cero en términos de señalización, es decir un juego dinámico con información incompleta.

²⁴ Se puede definir a tal proceso como un movimiento Browniano Geométrico o proceso log-normal del precio de la acción con tasa de retorno esperado (instantáneo) $\mu^{E,i}$ y volatilidad $\sigma^{E,i}$

a cero que el valor en T sea mayor a cero, es decir algebraicamente esta estrategia estaría representada por $P_i (A_T^i > 0) > 0$.

En términos de valor presente, la estrategia de $\{a, b\}$ intercambio es autofinanciada, si y solo si, el proceso descontado $\tilde{A}_t^i = e^{-rt} A_t^i$ del valor de la empresa satisface

$$d\tilde{A}_t^i = a(t)d\check{E}_t^i$$

De ahí que, existe una *probabilidad P_i^* equivalente a P_i tal que el proceso \tilde{A}_t^i es P_i^* - martingale*. De hecho, se puede reescribir al proceso como (E_t^i) como

$$d(\check{E}_t^i) = \check{E}_t^i [(\mu^{E,i} - r)dt + \sigma^{E,i}dW_t^i] \quad (11)$$

donde

P_i^* -movimiento Browniano es definido como

$$W_t^{i*} = W_t^i + \frac{\mu^{E,i} - r}{\sigma^{E,i}} \quad (12)$$

Por lo que $d(\check{E}_t^i) = \check{E}_t^i \sigma^{E,i} dW_t^{i*}$. Así (\check{E}_t^i) es P_i^* - *martingale* y esta probabilidad P_i^* es una *medida martingale para el mercado*.

Por lo tanto, la medida martingale de la economía B&S es única y está representada por

$$d(\check{E}_t^i) = \check{E}_t^i (r dt + \sigma dW_t^{i*}) \quad (13)$$

lo que significa que bajo la medida p^* la tasa de retorno esperado del activo con riesgo es igual a la tasa de interés del activo sin riesgo. Por esta razón la medida martingale p^* es conocida como la **medida de la probabilidad neutral al riesgo**, estableciendo que la probabilidad de incumplimiento es igual a la probabilidad neutral al riesgo ($P_i^* = P_i$).

De igual manera, bajo la misma línea de análisis (B&S), se puede explicar a la probabilidad de incumplimiento por medio del modelo de Merton (1974), ya que este es un modelo alternativo para la determinación de riesgo de incumplimiento que también se fundamenta en el precio de las acciones de una empresa.

Este modelo trata a las acciones como semejantes a una opción call Europea sobre los activos de la empresa, con un precio de ejercicio determinado por el valor nominal de la deuda y cuyo vencimiento es equivalente al vencimiento de la deuda analizada. Los supuestos sobre los que se basa, además de los implícitos en la teoría de valuación de opciones son:

- Una *empresa i* tiene dos clases de obligaciones: una deuda simple, como es el caso del bono cupón cero y acciones.
- Las especificaciones del bono emitido son las siguientes:
 1. La *empresa i* promete pagar el total de la deuda D_i a los tenedores de los bonos en la fecha de vencimiento T .
 2. Si en dicho momento el pago no es realizado, los tenedores de los bonos pueden apropiarse inmediatamente de la empresa, y los tenedores de las acciones no reciben nada.
 3. La empresa no podrá adquirir ninguna otra obligación que ofrezca mejores o similares condiciones a las anteriores, y no podrá pagar dividendos ni recomprar acciones antes del vencimiento de la deuda adquirida.

- Precio del activo sigue un movimiento browniano geométrico.

El modelo de Merton es una extensión al modelo de Black & Scholes, a diferencia que, en Merton las acciones reparten una tasa continua de dividendos durante la vida de la opción. Dado que el supuesto de dividendos continuos es irreal, Merton por tanto, solamente se lo puede utilizar en opciones Europeas.

Si se supone que la *empresa i* puede negociar en el mercado de manera continua y con el supuesto que el precio del activo sigue un movimiento browniano geométrico, entonces lo anterior se puede definir mediante la siguiente ecuación diferencial:

$$d(A_t^i) = A_t^i(\mu^{A,i}dt + \sigma^{A,i}dW_t^i) \quad (14)$$

dado que el bono cupón cero tiene una tasa de rentabilidad (constante) r , entonces se lo puede definir por medio de la siguiente ecuación:

$$d(B_t) = rB_tdt \quad (15)$$

donde:

$(W_t^i)_{t \in [0, T]}$ = Movimiento Browniano Estándar

$\mu^{A,i}$ = Media para el activo de la *empresa i*

$\sigma^{A,i}$ = Volatilidad para el activo de la *empresa i*

r = Tasa de interés continua

B_0 = Valor inicial de las deudas según libros contables

Las ecuaciones diferenciales (14) y (15) son válidas para cualquier $t \in [0, T]$. La ecuación (14) y (15) se la resuelve por medio de integración y por el cálculo de Ito respectivamente. Las soluciones a estas ecuaciones están dadas por las ecuaciones (16) y (17) respectivamente.

$$B_t = e^{rt} \quad (16)$$

$$A_t^i = A_0^i e^{\left(\mu^{A,i}t - \frac{(\sigma^{A,i})^2}{2}t + \sigma^{A,i}W_t^i\right)} \quad (17)$$

Bajo el supuesto de no arbitrariedad²⁵, se determina que el precio de la opción call para cualquier tiempo $t \in [0, T]$ está dado por la siguiente ecuación de Black & Scholes

$$Call_t^i = A_1^i \Phi(d_1^i) - D_i e^{(r-(T-t))} \Phi(d_2^i) \quad (18)$$

donde:

$$d_1^i = \frac{\log\left(\frac{A_i}{D_i}\right) + \left(r + \frac{(\sigma^{A,i})^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma^{A,i}\sqrt{T-t}} \quad (19)$$

$$d_2^i = d_1^i - \sigma^{A,i}\sqrt{T-t} \quad (20)$$

$$\Phi(d_2^i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{\left(-\frac{x^2}{2}\right)} dx \quad (21)$$

$\Phi(\cdot)$ es la función de **Distribución Normal Acumulada de la variable aleatoria X** y, debido a que las acciones pueden considerarse como una opción call sobre los activos

²⁵El supuesto de no arbitrariedad hace referencia a la no existencia de oportunidades de rentabilidad ni sin riesgo en el mercado. Cabe tener en cuenta que arbitrar significa obtener una ganancia sin realizar acción alguna.

de la *empresa i*, aplicando la ecuación (18) para valorar opciones, se puede definir las acciones de una empresa de la siguiente manera:

$$E_t^i = A_t^i \Phi(d_1^i) - D_i e^{(r-(T-t))} \Phi(d_2^i) \quad (22)$$

Hay que tomar en cuenta que bajo el supuesto de distribución normal de los retornos de los activos y si adicionalmente se considera que las deudas de una *empresa i* fueran comercializadas en el mercado todos los días, la ecuación (22) estaría completamente explicada. En la práctica *solo el precio de las acciones y algunos tipos de deuda son comercializados* por lo que es difícil encontrar una solución a la ecuación (22). Sin embargo, una solución alternativa es asumir que la estructura de capital de una *empresa i* está formada solamente por las acciones y las deudas de corto y largo plazo.

Aplicando el lema de Ito a la ecuación (22) se obtiene la siguiente relación entre volatilidades de activos y acciones de la *empresa i*:

$$\sigma^{E,i}(E_t^i) = \frac{A_t^i}{E_t^i} \sigma^{A,i} \Phi(d_1^i) \quad (23)$$

$$\sigma^{E,i}(E_t^i) = \sigma^{E,i}$$

la ecuación (23) indica que si se dispone de información de la volatilidad de las acciones con los precios de los activos y las acciones entonces se puede inferir en la volatilidad de los activos –aunque matemáticamente la volatilidad de las acciones está en función de la volatilidad de los activos, en la realidad el valor de los activos no es observable y por ende no se puede calcular esta volatilidad de forma directa pero se la puede calcular en función de la volatilidad de las acciones; además evita que la probabilidad de incumplimiento sea mal direccionada al incluir la verdadera influencia del mercado²⁶. Si se dispone de información histórica de los activos de la *empresa i*, entonces se podría resolver la ecuación 22, situación que en realidad es aceptable.

De lo anterior se puede inferir *la probabilidad de incumplimiento* de una *empresa i* de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} p_i &= P \left[A_T^i < D_i \right] \\ &= P \left[A_0^i e^{\left(\mu^{A,i} t - \frac{(\sigma^{A,i})^2}{2} t + \sigma^{A,i} W_t^i \right)} < D_i \right] \\ &= P \left[W_t^i < \frac{\log \left(\frac{D_i}{A_0^i} \right) + \left(\frac{(\sigma^{A,i})^2}{2} - \mu^{A,i} \right) T}{\sigma^{A,i}} \right] \\ p_i &= P \left[Z_i < \frac{\log \left(\frac{D_i}{A_0^i} \right) + \left[\frac{(\sigma^{A,i})^2}{2} - \mu^{A,i} \right] T}{\underbrace{\sigma^{A,i}}_{-DD_i}} \right] \end{aligned} \quad (24)$$

donde

$$Z_i \sim N(0, 1)$$

²⁶ La influencia del mercado se considera como un factor con muchos movimientos en el tiempo.

El cuantil $-DD_i$ es el límite de incumplimiento para la *empresa i*, KMV a este cuantil lo denomina **distancia al incumplimiento (Distance to default -DD)**, la cual es la distancia entre el valor esperado de los activos en un año y el punto de incumplimiento²⁷ (Default point -PT), siendo expresada en la desviación estándar de los retornos futuros de los activos. Formalmente, $-DD_i$ es el número de desviaciones estándar entre la media de la distribución del valor de los activos y un umbral crítico llamado punto de incumplimiento, el mismo que es igual a las deudas de corto plazo más la mitad de las deudas de largo plazo. Algebraicamente se puede expresar de la siguiente manera:

$$-DD_i = \frac{E(A_t^i) - DPT}{\sigma^{A,i}}$$

$$-DD_i = \frac{\ln\left(\frac{D_i}{A_0^i}\right) + \left(\frac{(\sigma^{A,i})^2}{2} - \mu^{A,i}\right)T}{\sigma^{A,i}\sqrt{T}} \quad (25)$$

donde:

$E(A_t^i)$ = Valor esperado del retorno de los activos por el Movimiento Browniano Geométrico

DPT = Obligación, de corto y mediano plazo

$\sigma^{A,i}$ = Volatilidad del retorno de los activos

$\mu^{A,i}$ = Retorno esperado de los activos

A_0^i = Valor de los activos en $t = 0$

D_i = Valor de los pasivos

Es decir, la ecuación 25 puede ser calculada directamente como la Distancia al Incumplimiento de la *empresa i* mediante la siguiente ecuación:

$$DD_i = \frac{\ln\left(\frac{A_0^i}{D_i}\right) + \left(\mu^{A,i} - \frac{(\sigma^{A,i})^2}{2}\right)T}{\sigma^{A,i}\sqrt{T}} \quad (26)$$

El “índice DD” fue incorporado por KMV para dar cabida a supuestos de Merton que no son aplicados en la práctica. Dentro de estos se tiene en cuenta que en la realidad no se puede asumir una distribución log-normal de los retornos de los activos ni una estructura tan simple para el capital, que el incumplimiento no va a ocurrir en el estado T , sino que puede ocurrir en cualquier tiempo $t < T$, y que el incumplimiento no va a ser un estado absorbente ni que conlleva a la bancarrota. De hecho, todo esto destruye el supuesto que $Z_i \sim N(0, 1)$.

De ahí que, DD_i es considerada como una correcta medida de riesgo por incumplimiento de una empresa, ya que KMV ha observado en cientos de compañías, que éstas caen en incumplimiento (default) cuando el valor de los activos alcanza un nivel entre el valor total de los pasivos y el valor de las deudas a corto plazo.

De lo anterior se aprecia que KMV solamente utiliza la fórmula de Black-Scholes para calcular el índice de incumplimiento DD_i de la *empresa i*. Adicionalmente se observa que los supuestos de Merton son violados debido a que en la realidad los activos de las empresas no son comercializados, por lo que la probabilidad de incumplimiento p_i dado por la ecuación 24 es incorrecta. Sin embargo KMV utiliza DD_i para estimar la *probabilidad real de incumplimiento* de la siguiente manera:

1. Con la información histórica de cada empresa se calcula DD_i .

²⁷ Cuando el valor de los activos alcanza este punto, se asume que la firma cae en incumplimiento o default. Si Valor de mercado de los activos - Punto de incumplimiento = 0, se dice que la empresa va a caer en incumplimiento.

2. Se agrupan empresas que tengan valores aproximados de DD_i .
3. De las empresas que tengan valores aproximados de DD_i , se observan cuantas han incumplido y ésta se convierte en la *probabilidad real de incumplimiento* \hat{p}_i . KMV a \hat{p}_i lo denomina como la *frecuencia de incumplimiento esperado (EDF)*.
4. KMV corrige DD_i la de tal forma que la probabilidad de incumplimiento sea igual a la EDF, es decir:

$$\begin{aligned}
 P[Z_i < DD_i] &= \hat{p}_i \\
 &= \Phi^{-1}\left(-\widehat{DD}_i\right)
 \end{aligned}
 \tag{27}$$

donde esta igualdad representaría precisamente el área sombreada debajo del punto de incumplimiento en la Figura 2. y sería considerada como “*la probabilidad de incumplimiento*”.

A la *EDF* se la define como “*la probabilidad de incumplimiento*” sí y solo sí es igual a la *EDF neutral al riesgo*; es decir, bajo la estimación de la probabilidad neutral al riesgo, el retorno esperado de la acción (μ) es igual a la tasa libre de riesgo (r) para T^{28} .

El valor de esta probabilidad puede variar con algún cambio en una EDF, donde las causas principales para que esto ocurra son la variación en el precio de la acción, el nivel de deuda (índice de apalancamiento), y la volatilidad de los activos. Esta frecuencia anticipa el incumplimiento de una empresa mediante un marcado aumento de la pendiente uno o dos años antes de la ocurrencia de este suceso.

De igual manera, como las EDFs no están sesgadas por periodos de alta o baja insolvencia, la *DD* puede disminuir en periodos de recesión donde las tasa de insolvencia son altas o puede aumentar en periodos de prosperidad caracterizados por bajas tasas de insolvencia. Por otro lado, este modelo asume que las empresas con la misma *DD* tiene la misma probabilidad de incumplimiento.

La EDF es específica de cada empresa y puede ser asignada a cualquier sistema de calificación para obtener su equivalente. Estas probabilidades pueden ser vistas como una “calificación cardinal”²⁹ de la empresa relacionada con el riesgo de incumplimiento, en lugar de una “calificación ordinal” otorgada por una agencia calificadora. Así, cada valor de EDF está asociado con una curva spread y una calificación de riesgo implícita.

3. APLICACIÓN EN COACS ECUATORIANAS

3.1. Enfoque de Señales

Esta metodología fue aplicada a la Cooperativa de Ahorro y Crédito Serfin S.A, la misma que cerró sus operaciones en abril 2006 y entró en un proceso de liquidación.

Los resultados presentados en el cuadro 4 muestra la evaluación de los indicadores bajo el criterio del coeficiente de ruido-síñal. La segunda columna muestra el número de meses que se encontraba en crisis correctamente anticipadas, el número de veces que el indicador emitió una señal para los cuales se anticipó una crisis en los 12 meses previos

²⁸CROUNHY Michael, GALAI Dan, MARK Rober; A comparative analysis of current credit risk models, Journal of BANKING & FINANCE, 2000.

²⁹Relaciones de Preferencia definidas para niveles cualitativos, las cuales pueden ser escogidas por distintos criterios o investigaciones. Por ejemplo, la “calidad de precio”: el cambio de \$3700 a \$3100 es de 0.4 a 0.6 veces más importante que el cambio de \$37000 a \$27000

a la crisis. La tercera columna muestra una medida alternativa de la tendencia de cada indicador para emitir buenas señales, esto es el porcentaje del número de meses en los que una buena señal pudo haberse emitido ($A/A+C$).

La cuarta columna muestra la probabilidad de que el indicador emita una señal cuando hay crisis, Error Tipo I ($C/A+C$), la quinta columna muestra la tendencia del indicador a emitir malas señales, esto es, el porcentaje del número de meses en los que una mala señal pudo haberse emitido ($B/B+D$), Error Tipo II. La columna sexta muestra la tendencia o la probabilidad de que un indicador no emita una señal cuando no existe crisis ($D/D+B$). La habilidad de un indicador para emitir buenas señales y evitar malas señales se combina en una medida del nivel de ruido introducido en la anticipación. Esta medida es el coeficiente ruido-signal ajustado y se obtiene al dividir las señales falsas como porcentaje, entre el número de buenas señales como proporción, esto es, $[B/B+D]/[A/A+C]$ en términos de la matriz.

Indicadores	A	A/A+C	C/A+C	B/B+D	D/D+B	Coef. de Ruido	Predicción
C1	16	55 %	45 %	42 %	58 %	0.76	1.92
C2	25	86 %	14 %	33 %	67 %	0.39	6.50
A1	24	83 %	17 %	39 %	61 %	0.47	3.92
A2	22	76 %	24 %	31 %	69 %	0.40	6.00
A3	23	79 %	21 %	31 %	69 %	0.39	6.50
A4	27	93 %	7 %	36 %	64 %	0.39	5.50
M1	25	86 %	14 %	33 %	67 %	0.39	6.50
M2	1	3 %	97 %	11 %	89 %	3.22	0.00
M3	15	52 %	48 %	47 %	53 %	0.91	1.25
E1	6	21 %	79 %	47 %	53 %	2.28	3.08
E2	11	38 %	62 %	39 %	61 %	1.03	5.67
E3	7	24 %	76 %	44 %	56 %	1.84	3.08
E4	13	45 %	55 %	42 %	58 %	0.93	2.00
E5	29	100 %	0 %	50 %	50 %	0.50	6.50
E6	18	62 %	38 %	50 %	50 %	0.81	1.25
L1	20	69 %	31 %	44 %	56 %	0.64	6.42
L2	23	79 %	21 %	39 %	61 %	0.49	6.50
L3	12	41 %	59 %	58 %	42 %	1.41	3.50

Cuadro 4
Evaluación de Indicadores mediante el Coeficiente de Ruido - Señal

Este coeficiente de ruido-signal ajustado puede usarse como criterio para seleccionar un conjunto de indicadores preventivos. Un indicador preventivo basado en las señales emitidas aleatoriamente (sin poder predictivo intrínseco) obtendría (con un horizonte de señalización suficientemente grande) un coeficiente de ruido-signal ajustado igual que la unidad. Por tanto, aquellos indicadores que tengan un excesivo ruido no son útiles para predecir una crisis. Bajo el criterio del coeficiente ruido - señal, 5 de los 18 indicadores poseen un coeficiente mayor a la unidad por lo tanto estos deben ser omitidos. Estos indicadores son: M2, E1, E2, E3 y L3, a estos indicadores se los coloca un ranking previamente ordenándolos de menor a mayor.

Un segundo criterio para seleccionar los indicadores óptimos es mediante el número de meses de crisis correctamente anticipadas dentro de los 12 meses previos de la misma manera se los debe colocar un ranking. Para la obtención de los indicadores claves bajo

los criterios del coeficiente de ruido señal y el poder predictivo se realiza un promedio simple de los ranking (cuadro 5) .

Indicadores	A	A/A+C	C/A+C	B/B+D	D/D+B	Coef. de Ruido	Predicción
E1	21	72 %	28 %	6 %	94 %	0.08	3.50
E2	20	69 %	31 %	6 %	94 %	0.08	3.50
E6	25	86 %	14 %	8 %	92 %	0.10	6.50

Cuadro 5
Indicadores Ideales para anticipar una crisis

Si analizamos la evolución histórica de estos tres indicadores (ver figura 3) podemos evidenciar que su ROA y ROA Operativo a pesar que paulatinamente fue mejorando estos indicadores en el año 2004 hasta llegar a tener ganancias relativamente bajas hasta agosto 2005, nuevamente tuvieron una tendencia a la baja hasta su fecha de cierre. Por otro lado el Margen de Brecha Financiero estuvo paulatinamente en niveles negativos.

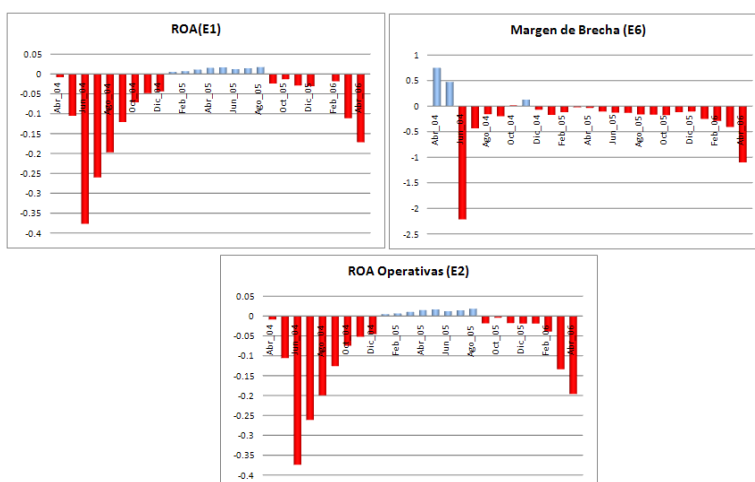


Figura 3 Evolución Histórica de los Indicadores ideales para anticipar una crisis

3.2. Modelo Logístico³⁰

En esta parte de la investigación se realizará la aplicación del Modelo Logit bajo los parámetros explicados en la sección 2.2

Muestra

Para la elaboración del modelo se utilizarán datos mensuales del sistema financiero cooperativo desde agosto 2002 hasta el primer trimestre del 2009 y, como se mencionó anteriormente se asocia como periodo de crisis el periodo comprendido desde agosto 2002 hasta diciembre 2004.

³⁰ Al igual que se presentó los resultados para el análisis del Método Financiero CAMEL, los resultados presentados en esta sección son de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Serfin S.A.

Variable Dependiente

La mayoría de estudios realizados sobre este tema definen a la variable dependiente o dicotómica a las calificaciones obtenidas bajo los modelos CAMEL es decir, la variable dependiente tomará el valor de 0 (crisis) cuyo CAMEL sea 3, 4 o 5 (asociando al rating C, D o E) y, tomará el valor de 1 (no crisis) cuyo CAMEL sea 1 o 2 (asociando al rating A o B).

Variables Explicativas

Como un paso previo para la estimación del modelo, dado que existe una gran cantidad de variables explicativas, se consideró realizar un proceso de selección de variables para poder identificar aquellas variables más susceptibles de aportar información relevante e independiente³¹, el criterio que se tomó para la reducción de datos fue la correlación existente entre variables por tal razón se realizó un análisis factorial.

El análisis factorial tiene como objetivo simplificar las múltiples y complejas relaciones que pueden existir en un conjunto de variables observadas. Para ello se trata de encontrar dimensiones comunes o factores que relacionan a las variables observadas, el criterio para la elección de los ratios ha sido el escoger aquellos que aportan o cuentan con mayor coeficiente de saturación (variables que aportan más a la explicación de una probable crisis). En el cuadro 6 se muestra las variables explicativas teniendo en cuenta los resultados del estudio realizado, análisis factorial, además se incorporan algunas variables macroeconómicas ya que es importante determinar los factores que pueden desencadenar una crisis en el sistema financiero por tal razón un choque macroeconómico puede alterar la situación financiera del país al deteriorar la capacidad de pagos de los agentes económicos.

Variables Explicativas	
Modelo Camel	Información Aportada
C1	33 %
A2	49 %
A3	82 %
M1	69 %
E1	70 %
E2	72 %
L3	97 %
Variables Macroeconómicas Explicativas	
RILD	
INFLACIÓN	
M1	
PRECIO DEL PETRÓLEO	
GASTO PÚBLICO	

Cuadro 6
Variables Explicativas para el Modelo Logit

De esta manera, variables como la tasa de Inflación, Gasto Público deben estar positivamente correlacionados con la probabilidad de crisis, así mismo un indicador de actividad económica IDEAC para capturar el efecto de algún shock real sobre la función de producción agregada, actualmente mediante disposiciones del ejecutivo se decidió

³¹Todos los análisis previos a la realización del Modelo Logit se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS 15.

traer la Reserva de Libre Disponibilidad al Ecuador para la activación de la economía mediante la colocación del dinero en los Bancos Públicos y, M1 para conocer la cantidad de dinero que se encuentra circulando en la economía.

Definido los parámetros del modelo, esclarecida las variables independientes que se utilizarán para explicar las variaciones de la variable dependiente (crisis, no crisis), se realizará la estimación del modelo Logit utilizando el paquete estadístico SPSS es así que se obtuvieron los resultados y serán analizados a continuación.

Modelo Logit estimado con los Indicadores CAMEL

Para empezar el análisis, lo primero que se hizo es determinar si es necesario incluir una constante, para lo cual el SPSS arroja un cuadro denomina Variable en la ecuación y se plantea la prueba de hipótesis:

$H_0 : \beta = 0$ *El valor autónomo de la constante no es importante para explicar las variaciones en el modelo*

$H_a : \beta \neq 0$ *El valor autónomo de la constante es importante para explicar las variaciones en el modelo*

	β	E.T	Wald	gl	Sig	Exp(β_0)
Constante	2.453	0.070	1224.577	1	2.7807E-268	11.624

Cuadro 7
Constante en la Ecuación

Cuando el valor exponencial de β_0 (Exp (β_0)), es muy cercano a cero la constante debe ser eliminada del modelo, caso contrario, si el valor de Exp (β_0) de la constante está muy alejado de cero indica que la constante debe ser incluida en el modelo. Una vez determinado si es necesario incorporar una constante al modelo, se continúa la medición de la bondad del ajuste del modelo, para lo cual se utiliza dos métodos: *el R cuadrado de Negelkerke y la Prueba de Hosmer – Lemeshow*.

Para el primer caso, **R cuadrado de Negelkerke** (cuadro 8), este estadístico tiene como función indicar que porcentaje de las variaciones de la variable dependiente son explicadas por la(s) variable(s) independiente(s), este indicador cumple la misma función del coeficiente de determinación (R cuadrado) que se utiliza en los modelos lineales de regresión.

Aunque hasta el momento no existe un valor mínimo de explicación que valide la utilización del modelo, se deja a juicio del investigador fijar el valor mínimo para considerar bueno al modelo, en este caso se determinó un valor mínimo de 0.60, como observamos en el octavo paso el R cuadrado arroja un valor de 0.68 lo que se considera como bueno.

Mientras que el R cuadrado indica el porcentaje de variación de la variable dependiente por parte de las variables independientes, el estadístico o **prueba de Hosmer – Lemeshow** (cuadro 9) ayuda a determinar si el modelo describe bien los datos.

El estadístico, Hosmer - Lemeshow, es el más confiable que presenta el paquete SPSS para modelos de regresión binaria (Logit), porque agrega las observaciones en grupos de casos similares.

Pasos	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	935.31	0.20	0.46
2	717.93	0.26	0.60
3	660.94	0.27	0.64
4	637.49	0.28	0.65
5	628.07	0.28	0.66
6	615.07	0.28	0.67
7	607.11	0.29	0.67
8	598.41	0.29	0.68

Cuadro 8
Resumen del Modelo R cuadrado de Nagelkerke

Paso	Chi-Cuadrado	gl	Sig
1	9.53857E-07	4	1.000
2	0.26	8	1.000
3	3.89	8	0.867
4	4.36	8	0.824
5	6.82	8	0.557
6	9.48	8	0.303
7	12.04	8	0.149
8	13.29	8	0.102

Cuadro 9
Prueba de Hosmer-Lemeshow

La Prueba de Hosmer – Lemeshow indica un buen ajuste cuando el valor de significancia (Sig.) es menor que **0.15**. Como observamos el valor de significancia es 0.102 lo que indica que es un modelo aceptable.

Otra forma de determinar si el modelo es bueno, es la manera de cómo el modelo clasifica correctamente cuando la entidad estuvo en crisis y cuando no lo estuvo, en el cuadro 10 observamos esa clasificación.

Teniendo en cuenta que $y(1 = \text{no crisis}, 0 = \text{crisis})$, observamos que el modelo clasificó un 98.72% correctamente a las entidades que no se encontraban en crisis, a manera práctica el modelo asigna de forma global un 95.73% de aciertos correctamente (cuadro 10).

		VADEPEC		Porcentaje Correcto
		0	1	
VADEPEC	0	135	86	61.09
	1	33	2536	98.72
Porcentaje Global				95.73

Cuadro 10
Tabla de Clasificación

Finalmente, el último cuadro muestra las variables que se encuentran en el modelo y que son importantes para el análisis estadístico, además indica si las variables in-

dependientes son altamente significativas para explicar las variaciones de la variable dependiente.

El paquete SPSS ya muestra las variables independientes que son altamente significativas que explicar a la variable dependiente mediante la exclusión e inclusión de las variables utilizadas, así el modelo final se estable como:

	β	E.T	Wald	gl	Sig	Exp(β)
C1	11.090	0.976	129.11	1	6.43103E-30	65525.85682
C2	-0.373	0.090	17.02	1	3.6942E-05	0.688652502
E2	-14.590	4.621	9.97	1	0.001592189	4.60754E-07
L3	15.609	1.845	71.56	1	2.68961E-17	6011163.266
Inflación	13.973	4.835	8.35	1	0.003857162	1170126.569
M1	-0.00046	0.00010	21.19	1	4.16335E-06	0.999538303
Gasto Publico	-0.001	0.00047	8.14	1	0.004336081	0.998665902

Cuadro 11
Variables en el Modelo Final

Bajo las aclaraciones anteriores, observamos que los valores de Exp (β) no están cercanos a cero, dado ésto la ecuación que se debe calcular para la probabilidad de que una entidad puede entrar en un estado de crisis, está dado por:

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{11,09X_1 - 0,37X_2 - 14,59X_3 + 15,60X_4 + 13,97X_5 - 0,0004X_6 - 0,001X_7}} \quad (28)$$

Donde:

X_1 = índice CAMEL C1

X_2 = índice CAMEL C2

X_3 = índice CAMEL E2

X_4 = índice CAMEL L3

X_5 = Inflación

X_6 = M1

X_7 = Gasto Público

Calculada esta ecuación en el siguiente gráfico (4) se muestra la probabilidad de no quiebra de la Cooperativa Serfin, al igual que los resultados anteriores la ecuación fue resuelta en el paquete SPSS.

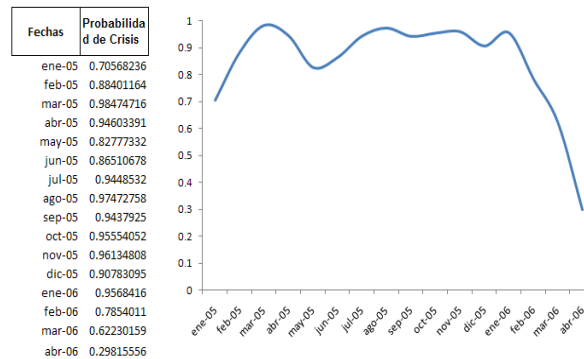


Figura 4 Probabilidad de No Quiebra

3.3. Matriz de Transición

Antes de mostrar los resultados obtenidos del sistema financiero cooperativo, hay que interpretar una matriz de transición de calificaciones. Una matriz consta de tres partes:

1. La primera columna a la izquierda muestra la escala de calificaciones en el inicio del período.
2. La primera fila superior muestra la escala de calificaciones en el período final (calificación con la que termina la entidad al finalizar el período analizado).
3. La intersección de las dos anteriores representan el porcentaje de calificaciones que se mantuvieron, aumentaron o disminuyeron en cada escala. Hay que tomar en cuenta que las celdas por debajo de la diagonal son los porcentajes de las calificaciones que aumentaron, caso contrario las celdas por encima de la diagonal son los porcentajes de las calificaciones que disminuyeron.

Es posible construir una matriz de transición A con i filas y j columnas, sin embargo debe cumplir las siguientes condiciones:

1. Todos los elementos de la matriz deben ser no negativos y,
2. La suma de todos los elementos de la matriz de cada fila debe ser igual a la unidad (100 %).

Para el caso ecuatoriano se trabajó con información desde agosto del 2002 hasta el primer trimestre del año 2009, se elaboraron dos matrices de transición una para un período semestral y, la segunda para un período anual, hay que tomar en cuenta que este análisis se hace para todo el sistema y no para una cooperativa en particular aunque se lo podría hacer.

Matriz de Transición $t + 6$ -Semestral Modelo CAMEL							
	Ranting	A	B	C	D	E	Total
t	A	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	B	0 %	74.68 %	25.14 %	0.19 %	0 %	100 %
	C	0 %	4.36 %	91.80 %	3.85 %	0 %	100 %
	D	0 %	0.00 %	34.14 %	65.86 %	0 %	100 %
	E	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %

Matriz de Transición $t + 12$ -Semestral Modelo CAMEL							
	Ranting	A	B	C	D	E	Total
t	A	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	B	0 %	63.18 %	36.62 %	0.20 %	0 %	100 %
	C	0 %	5.52 %	89.60 %	4.88 %	0 %	100 %
	D	0 %	0.70 %	51.85 %	47.44 %	0 %	100 %
	E	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Cuadro 12
Matriz de Transición: 6 y 12 meses

En efecto, se puede observar un caso muy interesante en la categoría A los porcentajes son iguales a 0, eso quiere decir que para los próximos seis meses las calificaciones de las entidades no mejorarán, caso contrario vemos con la categoría B tiene una probabilidad

de 74.68 % de que se mantengan en esta calificación los próximos seis meses y un 25.14 % migrará a la categoría C.

Observemos una matriz para un período de 12 meses (cuadro 12) y analicemos su comportamiento. Al igual que con un período semestral ninguna entidad migrará a la categoría A, eso es un poco preocupante, esto deja evidenciar que se debe tomar algunas decisiones para poder fortalecer al sistema cooperativo más de lo que ya está. Observamos que un 63.18 % se mantendrán en la categoría B, mientras que un 36.62 % migrarán a la categoría C.

3.4. Modelo KMV

Las COAC's ecuatorianas representan un sector importante para el mercado financiero ya que además de prestar servicios (como normalmente lo realiza una institución financiera), también vela por el desarrollo de varios sectores de nuestro país por medio del apoyo a la microempresa que se ha ido evidenciando en los últimos años.

Al aplicar el modelo KMV a las COAC's ecuatorianas bajo esta perspectiva y en base a la teoría que plantea el modelo, se pretende verificar la estabilidad de este sector. En otras palabras, para constatar lo dicho se calcula la "Distancia al Incumplimiento (DD)" para saber cuán lejos se encuentran las cooperativas del Incumplimiento, como también su verdadera probabilidad de incumplimiento con el parámetro de la "Frecuencia de Incumplimiento Esperado (EDF)".

De ahí que, con la determinación de DD y EDF se puede calificar a cada Cooperativa del Sector tomada en cuenta para el análisis, donde dicha calificación será en puntos básicos (bp's)³² más no solamente por análisis de datos o índices contables como generalmente lo hacen las calificadoras de riesgo.

Por otro lado, la aplicación del modelo KMV a las COAC's ecuatorianas, está explicada por el cálculo de los parámetros "DD" y "EDF" en un horizonte de tiempo que va desde Junio de 2006 hasta Junio de 2009 (36 meses) en forma mensual. La base de Datos para la aplicación del modelo KMV a las cooperativas de ahorro y crédito ecuatorianas fue tomada de los datos de la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador, donde las cooperativas son entidades reguladas.

La aplicación del modelo es realizada a las Cooperativas de Ahorro y Crédito que constan con datos completos para el período que se toma en cuenta para el análisis, es decir, las COAC's que se toman en cuenta son: 29 de Octubre, Nacional, 15 de Abril, 23 de Julio, Andalucía, Atuntaqui, Cacpeco, Oscus, Progreso, Riobamba, San Francisco, Chone, Codesarrollo, Comercio, Pablo Muñoz Vega, Santa Rosa, Tulcán, 11 de Junio, Coopad, Cotocollao, Guaranda, La Dolorosa y, Santa Ana.

Consecuentemente para la aplicación del modelo KMV a la realidad ecuatoriana se realizan los siguientes pasos:

1. Cálculo de la Distancia al Incumplimiento (DD)
2. Cálculo de la Frecuencia de Incumplimiento Esperada (EDF)
3. Mapeo de la Distancia al Incumplimiento a la Frecuencia de Incumplimiento Esperada (DD - EDF)

³²Una unidad que se utiliza para denotar el cambio de un instrumento financiero. El punto básico es comúnmente utilizado para el cálculo de los cambios en las tasas de interés, índices de acciones y el rendimiento de un título de renta fija. Así, 1 % de variación = 100 puntos base.

3.4.1. Cálculo de parámetros del modelo KMV

Cálculo de Distancia de Incumplimiento de las COAC's Ecuatorianas

El parámetro “Distancia al Incumplimiento” se obtiene mediante la aplicación de la ecuación 26 del cuantil DD. Esto es:

$$DD_i = \frac{\ln\left(\frac{D_i}{A_0^i}\right) + \left(\frac{(\sigma^{A,i})^2}{2} - \mu^{A,i}\right)T}{\sigma^{A,i}\sqrt{T}} \quad (29)$$

donde

A_0^i = Valor de los activos en $t = 0$

D_i = Valor de los pasivos

$\mu^{A,i}$ = Retorno esperado de los activos

$\sigma^{A,i}$ = Volatilidad del retorno de los activos

T = Tiempo de madurez de la deuda

Para el cálculo de la ecuación 29 en la realidad ecuatoriana, se toma en cuenta los valores de las cuentas reportados por la Superintendencia de Bancos y Seguros, como también el uso de otras ecuaciones expuestas anteriormente en el modelo.

Por otro lado, se conoce que el valor de los activos, pasivos, retorno esperado y tiempo, son datos observables de manera directa. El retorno esperado se explica por el movimiento browniano que éste sigue, pero la dificultad se encuentra en la deducción de la volatilidad del retorno de los activos.

La teoría establece que la volatilidad del retorno de los activos es un dato observado en la negociación de valores de la empresa en el mercado financiero. En la práctica, radican dos problemas:

1. Las COAC's ecuatorianas no negocian en el mercado financiero; y,
2. Las COAC's no son conformadas por acciones, sino que, por naturaleza son conformadas por Capital³³ que es financiado por los “Asociados”.

Parámetro	Aplicación
A^i	Valor de los Activos registrados con código de cuenta 1 en el Balance de la Superintendencia
D_i	Valor de los Pasivos registrados con código de cuenta 2 en el Balance de la Superintendencia
$\mu^{A,i}$	$\ln\left(\frac{A_t^i}{A_{t-1}^i}\right)$
$\sigma^{A,i}$	$\sigma^{A,i} = \frac{E_t^i}{\Phi(d_1^i)A_t^i} \sigma^{E,i}(E_t^i) \quad (30)$
T	Fijado por el analista

Cuadro 13
Parámetros para obtener la distancia de incumplimiento (DD_i)

³³ El Capital es Variable de acuerdo al ingreso y egreso de los asociados.

Bajo este esquema y para poder solucionar estos problemas, la cuenta de acciones es reemplazada por la cuenta de Patrimonio de las COAC's y, la volatilidad de los activos ($\sigma^{A,i}$) se calcula a partir de la ecuación 23. Consecuentemente, para poder resolver el cuantil (DD_i) se recurre a los parámetros expresados en el cuadro 13.

Ahora, si se observa en la ecuación 30 se nota que la volatilidad de los activos de la empresa i ($\sigma^{A,i}$) sigue siendo una ecuación sin solución puesto que no se conoce el valor de d_1^i ni la volatilidad del patrimonio de la empresa i ($\sigma^{E,i}$). De ahí que, en el cuadro 14 se observa los valores que se toman en cuenta para poder resolver la ecuación 30

Parámetros	Aplicación
A^i	Valor de los Activos registrados con código 1 en el Balance de la Superintendencia de Bancos
E_t^i	Valor del Patrimonio resgitrado con código 3 en el Balance de la Superintendencia de Bancos
$\Phi(d_1^i)$	$d_1^i = \frac{\log\left(\frac{A_i}{D_i}\right) + \left(r + \frac{(\sigma^{A,i})^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma^{A,i}\sqrt{T-t}} \quad (31)$
$\sigma^{E,i}$	Desviación Estándar del Patrimonio

Cuadro 14
Varianza de Activos

Consecuentemente, para obtener d_1 , se plantea un sistema de ecuaciones entre las ecuaciones 20 y 22, y así poder calcular la desviación estándar de los activos de las cooperativas ($\sigma^{A,i}$).

Ahora, si se replantean los valores que se toman en cuenta para poder resolver $\sigma^{A,i}$, se obtienen los siguientes parámetros;

Parámetros	Aplicación
A^i	Valor de los Activos con código de cuenta 1 en el Balance de la Superintendencia de Bancos
E_t^i	Valor del Patrimonio con código de cuenta 3 en el Balance de la Superintendencia de Bancos
$\Phi(d_1^i)$	$E_t^i = A_t^i \Phi(d_1^i) - D_i e^{(r-(T-t))} \left \Phi\left(d_1^i - \left(\frac{\sigma^{E,i} E_t^i}{A_t^i \Phi(d_1^i)} \sqrt{T}\right)\right) \right $
$\sigma^{E,i}$	Desviación Estándar de las acciones o patrimonio de las cooperativas

Cuadro 15
Parámetro de la Desviación Estándar de los activos

Cabe mencionar que, para el cálculo de (DD_i) son necesarios los valores de las cuentas de Activo (A^i), Pasivo (D_i) y Patrimonio (E_t^i) de cada COAC ecuatoriana.

3.4.2. Mapeo DD – EDF de las COAC's Ecuatorianas

El mapeo de la Distancia al Incumplimiento hacia la Frecuencia de Incumplimiento esperada hace referencia al cálculo de la verdadera probabilidad de incumplimiento, es

decir, en verdad cuál es la probabilidad que una COAC quiebre o incumpla con sus asociados dentro del sistema.

Lo expuesto anteriormente es algebraicamente de la siguiente manera:

La probabilidad de incumplimiento (p_i) se da cuando

$$p_i = [A_t^i < D_i] \quad (32)$$

O de manera equivalente se tiene

$$p \left[W_t^i < \frac{\log\left(\frac{D_i}{A_t^i}\right) + \left[\frac{(\sigma^{A,i})^2}{2} - \mu\right] T}{\sigma^{A,i}} \right]$$

Por normalidad y como se conoce que W_T^i es explicado por el movimiento browniano, se obtiene:

$$p \left[Z_i < \frac{\log\left(\frac{D_i}{A_t^i}\right) + \left[\frac{(\sigma^{A,i})^2}{2} - \mu\right] T}{\underbrace{\sigma^{A,i} \sqrt{T}}_{-DD_i}} \right] \quad (33)$$

Por lo tanto, la distancia al incumplimiento está determinada por el lado derecho de la ecuación (33).

La EDF se conoce como la “probabilidad real de incumplimiento”, donde probabilidad de incumplimiento es el suceso donde una de las observaciones incumpla, es decir, hay que observar cuantas COAC’s en verdad incumplieron para lo que hace referencia a la experiencia de Moody’s³⁴; donde el incumplimiento verdadero es considerado como la proporción de COAC’s que posea una *Calificación de Riesgo* que resalte la mala situación de la Cooperativa.

Cabe mencionar que, la EDF en la práctica va a depender de una proporción de empresas con un ranking establecido por la Distancia al Incumplimiento y la proporción de COAC’s con una calificación de riesgo “mala”: “ $DD_i = h$ ” (donde h es un número de real positivo) que incumplieron verdaderamente en el T determinado.

Por lo tanto, para el cálculo de “EDF” se necesita los valores de DD_i , la calificación de riesgo establecida para cada COAC por el sistema de calificación “CAMEL”, y, la Población (número de iteraciones de cada COAC en cada t) de las COAC’s.

$$EDF = \frac{\varepsilon}{población} \quad (34)$$

donde:

ε = observaciones con $DD_i = h$ y *calificaciones* igual a φ , establecidas como incumplimiento

población = número total de observaciones

3.4.3. Las COAC’s Valoradas mediante el Modelo KMV - RESULTADOS

Si se toma en cuenta la teoría del modelo KMV y la aproximación a la realidad expuesta en el capítulo anterior, se puede decir que en el Ecuador las COAC’s son divididas en tamaño por la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador.

De ahí que, el Modelo KMV fue aplicado a cuatro grupos de las COAC’s ecuatorianas (clasificación definida por la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador), los cuales son determinados como los siguientes:

³⁴C.f.r. CROSBIE Peter, BOHN Jeffrey, Modeling Default Risk, KMV, LLC, USA, 2002.

GRUPO DE COAC's			
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Cooperativas Grandes	Cooperativas Medianas	Cooperativas Pequeñas	Cooperativas Muy Pequeñas
29 de Octubre	15 de Abril	Chone	11 de Junio
Nacional	23 Julio	Codesarrollo	COOPAD
	Andalucia	Comercio	Guaranda
	Atuntaqui	Pablo Muñoz Vega	Cotocollao
	CACPECO	Santa Rosa	La Dolorosa
	Oscus	Tulcan	Santa Ana
	Progreso		
	Riobamba		
	San Francisco		

Cuadro 16
Grupo de Cooperativas de Ahorro y Crédito ecuatorianas

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, y mediante la aplicación de las ecuaciones expuestas y de los balances recopilados de las COAC's, se obtiene los resultados siguientes.

Resultados de la Distancia al incumplimiento DD_i

A diferencia del análisis realizado en el Sistema de Alertas Tempranas, el Modelo KMV de esta sección, agrupa a las COAC's (cuadro 16) de acuerdo al tamaño información proporcionada por la Superintendencia de Banco del Ecuador.

Mediante la aplicación de la ecuación 29 y de la descripción empírica expuesta anteriormente en el cuadro 13, se pone a consideración los siguientes resultados del presente indicador (Distancia al Default) para cada uno de los grupos expuestos anteriormente.

La distancia de incumplimiento de los cuatro grupos se puede observar en Apéndice B

3.4.4. Mapeo de las DD_i a EDF

El modelo KMV radica en la forma en que se puede mapear DD_i a EDF, porque una de las partes más importantes es la curva "y" que se forma como correspondencia de estas variables, para observar si dicho modelo representa la veracidad de los datos, siendo de esta manera cada DD_i correspondiente a un nivel de EDF. De ahí que, se espera conseguir la forma de la curva "y" representada en la figura 5 para cada grupo de análisis.

De ahí que el mapeo de DD_i a EDF fue realizado en cada grupo de COAC's para poder establecer los bp's que le corresponde a cada una de acuerdo a sus desviaciones estándar. Para poder aplicar el mapeo de DD_i a EDF, en cada uno de los grupos se concentró las distancias al default en 10 rangos establecidos por percentiles del total de datos de cada grupo. Como se puede observar en el cuadro 17 se calcula el percentil del 10% de las de distancias al default del grupo 1, hasta el percentil del 90% de las mismas distancias al default del mismo grupo.

Este procedimiento se realiza de la misma manera para los cuatro grupos; la única variación se presenta en la matriz de datos de distancias al default de cada grupo, pues como se mostró anteriormente, cada grupo de COAC's tiene una distancia distinta en cada punto de tiempo.

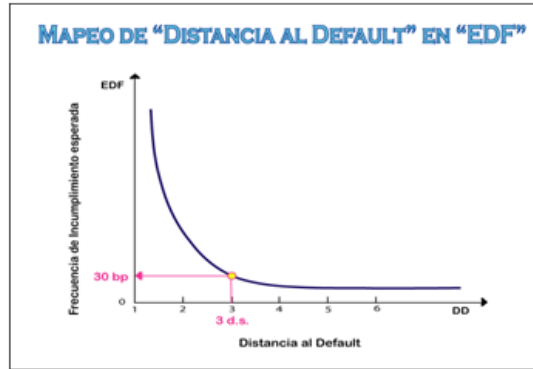


Figura 5 Distancia al Default en EDF

PERCENTILES				
Distancia al Default				
2006 - 2009				
Número	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
10 %	7.49	19.69	30.37	9.73
20 %	13.89	30.11	46.93	18.83
30 %	22.68	41.48	64.17	34.72
40 %	27.77	56.97	81.24	54.11
50 %	40.95	77.35	103.32	70.92
60 %	50.72	100.71	130.65	150.84
70 %	62.55	125.57	171.77	213.53
80 %	94.10	168.77	219.06	309.09
90 %	201.26	310.68	359.08	463.78

Cuadro 17
Percentiles del Grupo 1 al 4

Posteriormente, cada “ DD ” representada en la curva de mapeo $DD_i - EDF$, fue calculada como el número de distancias al default que cumplen con una calificación de incumplimiento establecida como calificación “C” + “D” de CAMEL. Este procedimiento posteriormente permite calcular la probabilidad de default de cada uno de los 10 rangos percentiles mediante la aplicación de la ecuación 34, lo que quiere decir cuántas Cooperativas que se encuentran en el rango percentil “1” (hasta rango percentil “10”) presentan una calificación de “C” o de “D”.

Consecuentemente, EDF sería la razón entre el número de observaciones de DD y el total de observaciones de distancias al incumplimiento que se encontraron en dicho grupo. Cabe señalar que cada EDF está expresada en bp’s, y que cada 100 bp’s equivale a 1 % de riesgo.

3.4.5. Mapeo de DD_i a EDF con $T = t + 12$

Se establecen los puntos de la curva “y” de mapeo de DD – EDF para $T = t + 12$, cuyo corte transversal de tiempo es igual a una venta futura de 12 meses (t es igual a hoy más seis meses futuros), lo cual permite determinar la probabilidad de default de la entidad en el sexto mes futuro. Al igual que la sección anterior, la curva del presente

mapeo debe presentar la forma de la figura 5.

De esta manera, la figura 6 representa el mapeo de las distancias a las probabilidades de incumplimiento de las COAC's grandes (grupo 1), medianas (grupo 2), pequeñas (grupo 3), y, muy pequeñas (grupo 4) respectivamente.

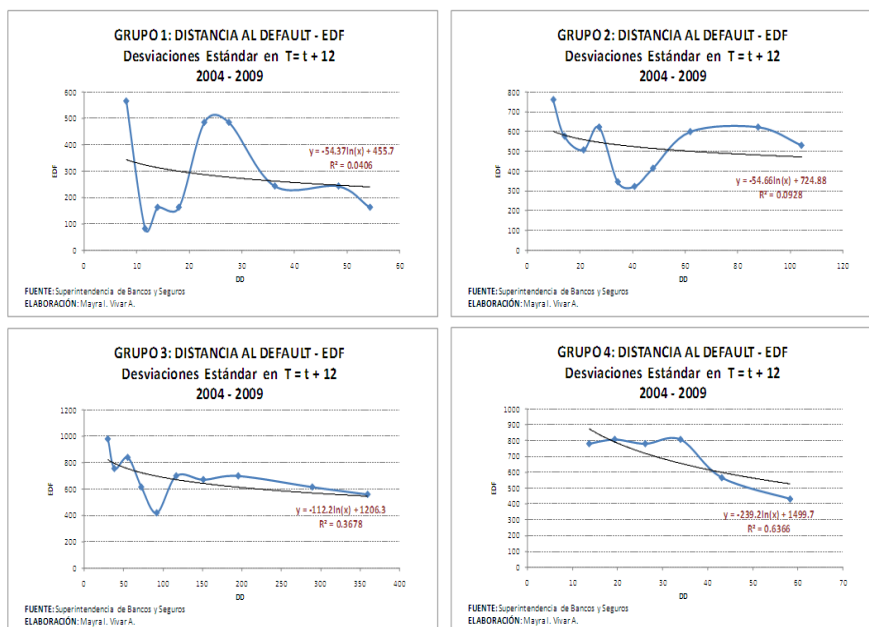


Figura 6 Distancia al Default - EDF de los Grupos

3.4.6. ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA DE INCUMPLIMIENTO ESPERADA “EDF”

Para la presente sección de resultados, se debe recordar que EDF es considerado como un índice que compendia la verdadera probabilidad de incumplimiento de cada una de las cooperativas que están siendo analizadas dentro del sistema ecuatoriano.

De esta manera, los gráficos a continuación son una representación de cuán bien o cuan mal se encuentra una cooperativa dentro del sistema cooperativista y financiero del Ecuador. En la parte algebraica de “EDF”, es decir, para el cálculo de la probabilidad de incumplimiento de cada cooperativa se toma en cuenta la ecuación³⁵ representativa de cada grupo obtenida mediante el mapeo de DD a EDF expuesto anteriormente. Así, para cada grupo de cooperativas, la ecuación que permite computar dicha probabilidad de default es la función “y” de cada grupo. Con dicha ecuación y tomando en cuenta los límites de cada grupo de cooperativa, se elaboró una clasificación de las Distancias al Incumplimiento para establecer los rangos de calificación de cada grupo, para posteriormente con la aplicación de la función “y” a los índices de cada Cooperativa establecer la probabilidad de default (quiebra) de la COAC en todos los intervalos de tiempo del horizonte de estudio.

³⁵ La ecuación para la probabilidad de incumplimiento de cada grupo fue encontrada agregándole la línea de tendencia y ecuación a la curva de mapeo DD – EDF de cada grupo de las COAC's en el programa de Excel de Microsoft.

Por lo tanto, mediante la aplicación de dicha función y trayendo a tiempo presente el futuro de cada COAC, la “probabilidad de incumplimiento” permite conocer la verdadera posibilidad quiebra o no quiebra de cada cooperativa el día de hoy.

■ *EDF Grupo 1: COAC's GRANDES*

Para las cooperativas del primer grupo dentro del presente análisis, el rango de calificación establecido como una calificación de riesgo “A”, “B”, “C”, “D”, “E”, está representado en el cuadro 18. Dichos intervalos fueron establecidos mediante los mínimos y máximos de las Distancias al default dentro de cada calificación CAMEL utilizada en la sección anterior.

GRUPO 1: Rango de Calificaciones		
Desviaciones Estándar		
2006 - 2009		
Calificaciones	Límite Superior	Límite Inferior
A	0	24.11
B	24.12	51.56
C	51.57	404.43
D	404.44	782.76
E	782.77	$+\infty$

Cuadro 18
Rango de Calificaciones según Modelo KMV Grupo 1

Posteriormente, mediante estos rangos de calificación y aplicando la función “y” del grupo 1, se conoce que la “EDF” de las cooperativas grandes del sistema cooperativo ecuatoriano está representado en la ecuación 35.

$$y = -179,5 * \ln(DD_i) + 946,8 \quad (35)$$

Ahora, con el cálculo de EDF de cada observación del intervalo de tiempo utilizado para cada COAC, se obtienen los resultados expuestos en la figura 7. dentro del primer grupo de análisis, lo que permite evidenciar lo certero de los presentes índices; pues claramente se puede observar que a una mayor probabilidad de incumplimiento –EDF, la COAC que encuentra en un rango de calificación peor y viceversa.

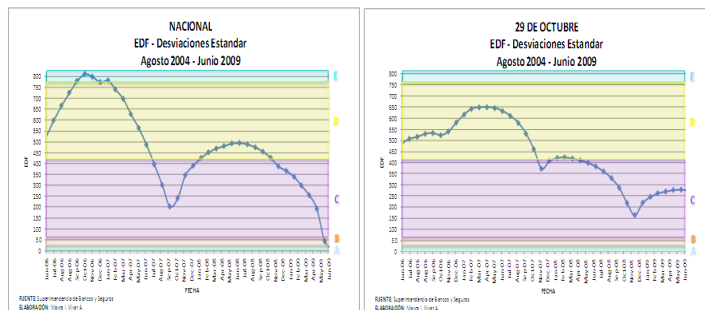


Figura 7 Probabilidad Real de Incumplimiento del Grupo 1

■ *EDF Grupo 2: COAC's MEDIANAS*

GRUPO 2: Rango de Calificaciones		
Desviaciones Estándar		
2006 - 2009		
Calificaciones	Límite Superior	Límite Inferior
A	0	13.82
B	13.83	405.20
C	405.21	1027.62
D	1027.63	1082.04
E	1682.05	$+\infty$

Cuadro 19
Rango de Calificaciones según Modelo KMV Grupo 2

Los Rangos de Calificación fueron establecidos mediante los mínimos y máximos de las Distancias al default dentro de cada calificación CAMEL. La función “y” del segundo grupo de análisis que permite calcular la “EDF” de cada COAC dentro de las cooperativas medianas del sistema cooperativo ecuatoriano está representada en la ecuación 36.

$$y = -125 * \ln(DD_i) + 1105,6 \quad (36)$$

En base a esta ecuación y a estos resultados, se puede graficar la verdadera probabilidad de incumplimiento de cada COAC mediana para observar la equivalencia entre la EDF de cada una y la calificación de riesgo en cada punto de tiempo. Esto se puede observar de la figura 8.

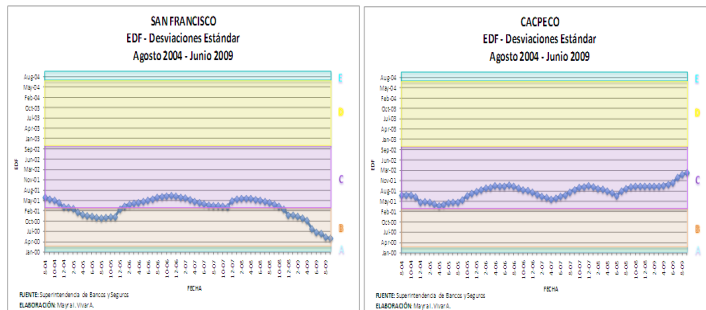


Figura 8 Probabilidad Real de Incumplimiento del Grupo 2

■ *EDF Grupo 3: COAC's PEQUEÑAS*

Los Rangos de Calificación fueron establecidos mediante los mínimos y máximos de las Distancias al default dentro de cada calificación CAMEL. La función “y” para el tercer grupo de COAC's que permite establecer la “EDF” de cada COAC dentro de

GRUPO 3: Rango de Calificaciones		
Desviaciones Estándar		
2006 - 2009		
Calificaciones	Límite Superior	Límite Inferior
A	0	71.35
B	71.36	412.50
C	412.51	1065.00
D	1065.01	1958.46
E	1958.47	$+\infty$

Cuadro 20
Rango de Calificaciones según Modelo KMV Grupo 3

las cooperativas pequeñas del sistema cooperativo ecuatoriano está representada en la ecuación 37.

$$y = -112,2 * \ln(DD_i) + 1206,3 \quad (37)$$

En base a esta ecuación y a estos resultados, se puede graficar la verdadera probabilidad de incumplimiento de cada COAC mediana para observar la equivalencia entre la EDF de cada una y la calificación de riesgo en cada punto de tiempo. Esto se puede observar en la figura 9.

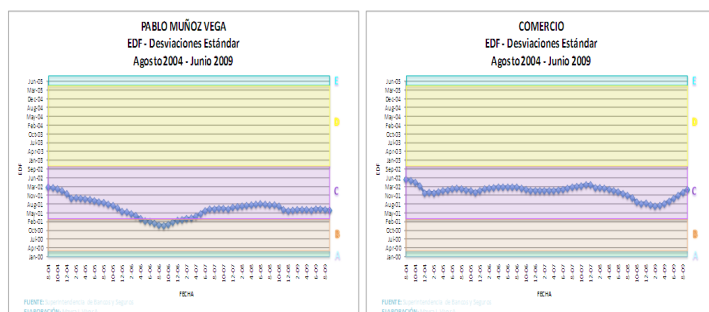


Figura 9 Probabilidad Real de Incumplimiento del Grupo 3

■ *EDF Grupo 4: COAC's MUY PEQUEÑAS*

Los Rangos de Calificación fueron establecidos mediante los mínimos y máximos de las Distancias al default dentro de cada calificación CAMEL. La función “y” para el cuarto grupo de COAC's que permite establecer la “EDF” de cada COAC dentro de las cooperativas medianas del sistema cooperativo ecuatoriano está representada en la ecuación 38.

$$y = -112,2 * \ln(DD_i) + 1206,3 \quad (38)$$

En base a esta ecuación y a estos resultados, se puede graficar la verdadera probabilidad de incumplimiento de cada COAC muy pequeña para observar la equivalencia entre la EDF y la calificación de riesgo en cada punto de tiempo. La figura 10 presentan dicha probabilidad.

GRUPO 4: Rango de Calificaciones		
Desviaciones Estándar		
2006 - 2009		
Calificaciones	Límite Superior	Límite Inferior
A	0	71.35
B	31.77	412.50
C	580.67	1065.00
D	1065.01	1958.46
E	1958.47	$+\infty$

Cuadro 21
Rango de Calificaciones según Modelo KMV Grupo 4

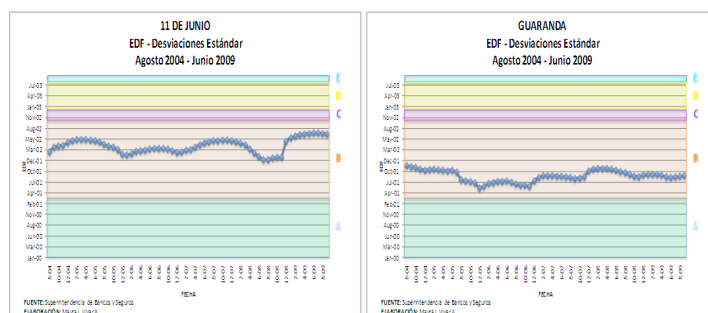


Figura 10 Probabilidad Real de Incumplimiento del Grupo 4

3.4.7. Aplicación del Modelo KMV a la Cooperativa de Ahorro y Crédito SERFIN

Para la validación del modelo KMV en el Ecuador se plantea una metodología que evalúa los inputs o parámetros tales como la probabilidad de incumplimiento, además del “mapping” que se puede comprobar mediante la asignación de una calificación de riesgo a los rangos de EDF’s establecidos anteriormente. Ahora, para la validación de la presente metodología se utiliza esta cooperativa, y aunque no se encuentra dentro del periodo de análisis, se la ubicó dentro del cuarto grupo de cooperativas, ya que hasta cuando reportaba sus actividades se la consideraba como una COAC muy pequeña. De esta manera, la ecuación 38 fue la que permitió calcular la EDF de esta cooperativa para así poder analizarla.

La metodología KMV “predijo” la quiebra de la presente cooperativa antes de noviembre 2005, para de esta manera observar una curva creciente desde este mes hasta enero 2006 y luego pronosticar su quiebra completamente, lo que se puede observar antes de febrero 2006 con el punto que cae por debajo de cero en el eje de EDF y luego evidenciar su no funcionamiento durante el resto de tiempo que ésta estuvo funcionando. Así, el correcto funcionamiento del modelo se puede comprobar trayendo el pasado al presente mediante una predicción del futuro, situación que se puede observar en la figura 11.

SERFIN concluyó sus funciones en abril 2006, situación que el modelo KMV predijo casi seis meses antes con una calificación de “D”. Por lo tanto, se valida el funcionamiento del modelo para el sistema cooperativo del Ecuador. Por otro lado, la metodología CAMEL de alguna manera predijo una crisis de esta entidad, ya que se puede observar que el modelo CAMEL fue deteriorándose a través del tiempo.

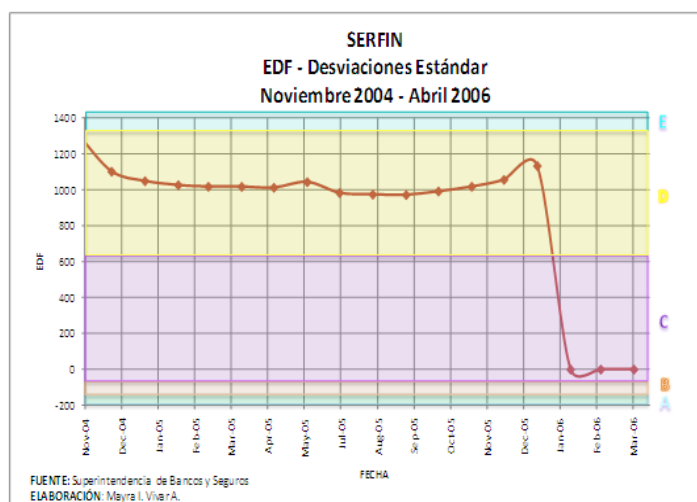


Figura 11 Probabilidad Real de Incumplimiento de la Cooperativa SERFIN

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las Cooperativas de Ahorro y Crédito del Ecuador están bien posicionadas dentro del sistema financiero. Esto se concluye mediante la metodología CAMEL y KMV, ya que ninguna presenta indicadores muy preocupantes que nos lleve a pensar en un posible quiebre del sistema, aunque varias de ellas presentan una mejor posición que otras.

En este trabajo se propone dos nuevos enfoques para el análisis y control de las Cooperativas de Ahorro y Crédito del Ecuador. Estas técnicas buscan ser un complemento esencial para el control y buen desarrollo de las mismas.

Los sistemas de valuación son medidas efectivas que tratan de tener una visión de la condición financiera actual de las entidades financieras y constituyen una herramienta esencial para la supervisión. Sin embargo, estos sistemas tienen varias limitaciones. Por un lado, reflejan la condición de la entidad bajo un estudio para un período de tiempo específico y, por otro, son altamente sensibles a los cambios en las decisiones del banco y a las condiciones económicas coyunturales.

El establecimiento de un sistema adecuado de prevención de fragilidades financieras, es indiscutiblemente una preocupación fundamental para las entidades encargadas a la supervisión y control. Durante la elaboración de esta investigación se pudo notar la necesidad de una fuente de datos para elaborar los indicadores financieros que en muchos casos, la información es exclusiva de la entidad lo cual hubo un poco de problemas al realizar el cálculo de dichos indicadores.

Es casi imposible desarrollar una metodología global y estandarizada para los países tanto desarrollados como en vías de desarrollo, ya que en estos países sus leyes y reglamentos son distintos.

El modelo de Indicadores de Alertas Temprana desarrollado en este trabajo hubiese predicho la quiebra de la Cooperativa Serfin haciéndose efectiva su intervención por parte del estado. Las variables que se utilizaron para el desarrollo de este modelo son fueron indicadores microeconómicos, sin embargo es necesario incorporar variables macroeconómicas que hacen referencia a la situación financiera de las Cooperativas, estas variables deben tener un sentido tanto económico como teórico. Por ejemplo la variable

M1, que su definición es el dinero en circulación en la economía y en la gente, es muy importante ya que un bajo nivel de esta variable repercutiría mucho en los depósitos.

Los modelos de regresión lineal han tenido un campo limitado de acción, ya que su mayor uso ha obedecido a la explicación de una variable dependiente, medido en una escala de intervalo (cuantitativa) en función de variables explicativas medidas también en la misma escala. Con el presente trabajo se logra dar una mayor visión sobre la importancia y la utilidad de modelos de regresión y permite ver la posibilidad de estudiar variables nominales u ordinales en función de variables cuantitativas, y considerando también variables cualitativas. Se considera que el anterior hecho, es el mayor aporte del estudio, ya que a través de él se genera todo el proceso metodológico y se da claridad sobre la utilización y análisis de la información al tratar de explicar una variable cualitativa por medio de otras en diferentes escalas de medición.

Este es uno de los primeros pasos para la investigación sobre modelos de Alertas Tempranas en el Ecuador, ya que a diferencia de otros países, estos estudios son muy habituales y han logrado prevenir crisis financieras, adicionalmente han incorporado nuevas investigaciones como por ejemplo el Modelo KMV.

KMV es una metodología adecuada para la verdadera medición del riesgo, ya que cumple con los tres pilares de análisis que requiere Basilea II, donde se mide el riesgo de crédito, el riesgo de mercado, y el riesgo operativo; además del riesgo reputacional que cada una tiene en el mercado. Adicionalmente, la revisión por parte de una supervisión es sencilla ya que el modelo es de fácil entendimiento y, añade la disciplina de mercado bajo el supuesto de no arbitrariedad, donde este juega como un tercer jugador entre las COAC's y sus accionistas.

KMV pudo ser aplicado de la teoría a la realidad mediante la aplicación del modelo como un juego de suma cero, donde los jugadores fueron considerados a las COAC's, a sus clientes "los asociados", y a la banca como el tercer jugador que no permite que exista arbitraje.

A KMV se lo puede considerar como un sistema de valuación eficiente, ya que estos sistemas son medidas efectivas de la condición financiera actual de las entidades financieras y que además constituyen una herramienta esencial para la supervisión, donde las limitaciones que reflejan es un estudio para un período de tiempo específico y que es sensible a los cambios en las decisiones de la entidad y a las condiciones económicas coyunturales.

La metodología KMV se la ha podido aplicar al Ecuador, un país tercermundista en vías de desarrollo, aunque Moody's en sus estudios establecía que no se podía aplicar a América Latina, y que nadie lo ha podido aplicar hasta la actualidad. Con este modelo se implementa una herramienta importantísima que permite predecir la verdad del sistema cooperativo, como también cómo se está manejando el riesgo dentro de este sistema.

Se puede concluir que el incumplimiento puede ser considerado como la quiebra de una COAC mediante la aplicación del modelo KMV, y por ende, se la puede considerar como un proceso estocástico con estado absorbente, es decir, una vez que la COAC quebró nunca podrá superar ese estado.

Finalmente, la presente investigación puede ser considerada como un modelo de Alertas Tempranas para el Ecuador y un Modelo KMV, ya que podría prevenir crisis financieras, que además de establecer el verdadero índice de riesgo como es el EDF, se basa en datos contables y en datos reales de mercado; es decir, incluyen todo tipo de datos, de análisis y de riesgo.

Las implicaciones de política que se puedan desprender de estas investigaciones se encaminan a complementar la tarea de supervisión en miras a obtener un sistema financiero cada vez más sólido y fortalecido como condición necesaria para que el objetivo

de estabilidad de precios que persigue la autoridad monetaria pueda alcanzarse con el menor costo.

Para finalizar se recomienda a las autoridades encargadas del control y supervisión de las entidades financieras apoyar, desarrollar, impulsar, profundizar y difundir estudios acerca de este tipo de trabajo ya que son de mucha ayuda tanto para la sociedad como para la economía del país. De igual manera se recomienda desarrollar investigaciones complementarias para determinar una probabilidad de quiebra. De igual manera hacer conocer la existencia de esta clase de investigaciones a las entidades financieras con el propósito de establecer políticas adecuadas ante alguna señal de inestabilidad financiera.

A.1. Introducción

Ante un mundo en el cual continuamente entra en procesos de cambio, ha puesto a las instituciones financieras en grandes desafíos, en especial en aquellas economías en vía del desarrollo que pretenden penetrar en el proceso de globalización. La vigilancia de las instituciones financieras, conforma un escenario de confianza en el ambiente bancario. Cabe señalar que una crisis financiera ocurre cuando un número importante de intermediarios financieros con severos problemas de suficiencia patrimonial, no pueden seguir cumpliendo con las obligaciones contraídas con el público, lo cual obliga a las autoridades decretar su intervención.

El Modelo Financiero **CAMEL** fue originalmente aprobado por los bancos reguladores de Norte América para poder evaluar la situación financiera y solidez de las instituciones crediticias comerciales de los Estados Unidos, fue popularizado en la década de los 80s³⁶ por los tres organismos de supervisión y regulación, Sistema de Reserva Federal, la Oficina de Control de la Moneda y la Corporación Federal de Seguro de Depósito. Cabe señalar que, si bien es cierto CAMEL intenta evaluar los aspectos fundamentales de la calidad financiera de las entidades, es verdad que sus alcances varían dependiendo del país en el que se lo aplique³⁷.

A.2. Descripción del Modelo CAMEL

Existen parámetros para poder describir el modelo y sus indicadores, pero no una definición única, como los señalamos anteriormente depende del país en el que se aplique, CAMEL analiza la solidez financiera de las entidades financieras en base a cinco indicadores tanto cualitativos como cuantitativos: Suficiencia de Capital (C), Calidad de Activos (A), Manejo o Gestión (M), Resultados Operativos (E), Gestión de Liquidez (L).

Suficiencia de Capital (C)

Evalúa la solvencia financiera de la entidad para medir si los riesgos asumidos están adecuadamente cubiertos con capital y reservas, de tal manera que se puedan absorber posibles pérdidas provenientes de operaciones de crédito. Para medir la Suficiencia de Capital se utiliza los siguientes indicadores:

- **C1** = Índice de de Capitalización Neta (Mayor es mejor)

Índice de de Capitalización Neta = Factor de Capitalización / Factor de Intermediación

- **C2** = Cobertura Patrimonial de los Activos Improductivos (Menor es mejor)

Cobertura Patrimonial de los Activos Improductivos = Pasivos / (Capital y Reservas)

Calidad de los Activos (A)

³⁶ Creado por FED, Reserva Federal de los Estados Unidos en 1978

³⁷ CAMEL también es conocido como CAULAS por el FMI, PADUL por el banco Central de Uruguay, y otras aproximaciones como MACRO en México y Ecuador

La Cartera de Créditos constituye el activo más importante de la mayor parte de instituciones financieras del país. Por tanto es un indicador fundamental para evaluar su desempeño, las pérdidas ocasionadas por los créditos malos representan generalmente la razón más importante para la quiebra de una institución financiera. La verdadera utilidad de la Calidad de los Activos dependerá de que los activos estén correctamente valorados al momento de formularse los balances de la institución, partiéndose del principio de que cualquier pérdida de valor de los activos por situaciones de mercado o por desvalorización en función a su valor probable de realización, la gerencia debe tomar las precauciones estableciendo la provisión para compensar dicha merma o desvalorización.

Los indicadores que pertenecen a este componente son:

- A1 = Porcentaje de los Activos Improductivos (Menor es mejor)

Porcentaje de los Activos Improductivos = $\frac{\text{Activos Improductivos Netos}}{\text{Activos Totales}}$

- A2 = Intermediación Crediticia (Menor es mejor)

Intermediación Crediticia = $\frac{\text{Cartera Vencida} * \text{Coeficiente de Intermediación}}{\text{Cartera Bruta}}$

Cartera Vencida = Cartera Bruta – Provisiones / Obligaciones con el Público

- A3 = Calidad del Crédito (Menor es mejor)

Calidad del Crédito = $\frac{\text{Cartera Vencida}}{\text{Cartera Bruta}}$

Este indicador muestra el porcentaje de toda la cartera que se encuentra experimentando problemas crediticias.

- A4 = Cobertura Crediticia (Mayor es mejor)

Cobertura Crediticia = $\frac{\text{Provisiones}}{\text{Cartera Vencida}}$

El indicador muestra la proporción de cartera vencida que ya ha sido provisionada, por lo cual la incobrabilidad ya no producirá pérdidas.

Manejo o Gestión (M)

Los índices aplicados en este componente ayudan a medir la administración de la empresa, bajo el criterio de la eficiencia de los recursos humanos, los procesos, los controles, la auditoría, tecnología e informática, así como la planeación estratégica y los presupuestos. Este es uno de los factores más complejos de evaluar, ya que está cargada de elementos subjetivos de tipo cualitativos cuya información en su mayoría no está disponible a terceros interesados en el negocio bancario, o no es fácilmente detectable por los propios supervisores, lo que hace que los indicadores financieros tradicionales presenten limitaciones para evaluar los factores claves y medir los niveles de eficiencia de la gerencia bancaria. El conjunto de indicadores proxy utilizados en esta sección trata de medir la capacidad de manejo o gestión de los administradores de las instituciones financieras.

Los indicadores que conforman esta sección son:

- M1 = Grado de Absorción de Margen Financiero (Menor es mejor)

Grado de Absorción de Margen Financiero = $\frac{\text{Gastos Operativos}}{\text{Margen Financiero}}$

- M2 = Eficiencia Operativa (Menor es mejor)

Eficiencia Operativa = $\text{Gastos Operativos} / \text{Activos Total Promedio}$

Este indicador muestra los costos asociados con el mantenimiento de la infraestructura y gastos de personal.

- M3 = Desequilibrio Estructural entre Activos Productivos y Pasivos con Costo (Mayor es mejor)

Desequilibrio Estructural entre Activos Productivos y Pasivos con Costo = $\text{Activos Productivos} / \text{Pasivos con Costo}$

El indicador muestra la productividad financiera de la entidad medida en función del monto de las captaciones con costo que se encuentran invertidas en aspectos generadores de ingreso.

Resultados Operativos (E)

La evaluación de la rentabilidad está asociada con el potencial actual y futuro de la institución para generar utilidades, el rendimiento de los activos, así como equilibrio entre el rendimiento de los activos y el costo de los recursos captados y con conceptos tales como el retorno de la inversión. Este indicador refleja la capacidad que tiene una entidad para maximizar sus ganancias y/o cubrir pérdidas ocasionadas en cualquier de sus negocios.

Para el caso específico de los bancos privados³⁸, los accionistas esperan los mayores niveles de rentabilidad siempre y cuando los administradores no incurran en altos riesgos que en el corto plazo generen elevadas ganancias, pero que en el mediano y largo plazo resulten ser préstamos incobrables, y por lo tanto, pérdidas para la institución. Un ejemplo claro de ganancias excesivas que rápidamente se puede convertir en un problema grave, es el otorgamiento de créditos con pocos estudios y análisis, que se dedican al consumo. Inicialmente se pagan las cuotas con cumplimiento pero al ser gastos que en su mayoría no generan retornos con los cuales cubrir estas obligaciones, se terminan transformando en cartera morosa para los bancos. Por lo tanto, la evaluación del componente de ganancias permite determinar qué tan eficiente es un banco o qué tan riesgosas son las actividades que se encuentra desarrollando.

Los indicadores correspondientes a este bloque son:

- E1 = ROA (Mayor es mejor)

ROA = $\text{Rentabilidad del Ejercicio} / (\text{Activos Total Promedio})$

Mide la rentabilidad de los activos, es decir, la capacidad que tiene la entidad para generar utilidades a partir del total de sus activos.

- E2 = ROA Operativo (Mayor es mejor)

ROA Operativo = $\text{Utilidad Operativa} / \text{Activos Total Promedio}$

- E3 = ROE (Mayor es mejor)

ROE = $\text{Rentabilidad del Ejercicio} / \text{Patrimonio Promedio}$

Mide la rentabilidad del Patrimonio, mide la rentabilidad que reciben los accionistas ante su inversión.

³⁸Camilo Arango, Lina Botero, Evaluación del Modelo CAMEL como instrumento de evaluación de crisis bancarias para Colombia

- E4 = Eficiencia del Negocio (Mayor es mejor)

Eficiencia del Negocio = Ingresos Ordinarios / Activos Promedios

- E5 = Margen Spread (Mayor es mejor)

Margen Spread = Margen Spread de Tasas / Margen Financiera de Brecha

- E6 = Margen de Brecha (Mayor es mejor)

Margen de Brecha = Brecha Estructural / Margen Financiero de Brecha

Gestión de Liquidez (L)

La liquidez es un elemento que a menudo tiene poca atención en épocas en que las economías se encuentran estables, por el contrario, cuando las variables macroeconómicas comienzan a deteriorarse, se inicia un proceso de contracción en la actividad económica, donde los depósitos se hacen más volátiles y los deudores se debilitan en su capacidad de pagos, lo que trae como consecuencia que las entidades débiles financieramente corren el riesgo de salir del mercado, cuya sintomatología se inicia con un proceso de retiro de fondos, trasladables con mucha velocidad de banco a banco, formándose una masa de dinero que busca mejor rentabilidad y cierta seguridad en los mercados.

Los indicadores correspondientes a la Gestión de Liquidez son:

- L1 = Índice de Liquidez (Mayor es mejor)

Índice de Liquidez = Activos Líquidos 90 días / Pasivos Exigibles

- L2 = Liquidez Ampliada (Mayor es mejor)

Liquidez Ampliada = Activo Líquido Ampliado / Pasivos Exigibles

- L3 = Índice de Liquidez Ampliado (Mayor es mejor)

Índice de Liquidez Ampliado = Activos Líquidos 90 días / Obligaciones con el Público

Hay que tomar en cuenta que un análisis individual de los indicadores CAMEL no tiene mucha significancia, la importancia de esta metodología está en el análisis conjunto de todos los factores que lo componen, para finalmente otorgar una calificación final. Finalmente hay que tener en cuenta que algunas cuentas deben ser anualizadas dependientemente del mes en el que se está analizando, por ejemplo si el mes que analizamos es febrero se deberá dividir para 2 y multiplicar por 12

A.3. Sistema de Calificación basado en CAMEL

Utilizando un CAMEL básico como lo describe Marcela Villa (2000), debe tener las siguientes características:

1. Definición de indicadores y ponderación para cada uno de las variables (cuadro 22) .
2. Determinación de rangos para asignar valores entre 1 y 5, los cuales se determinan a partir de la media y desviación estándar (cuadro 23).

Para los indicadores que su tendencia es entre mayor es mejor el límite inferior es $+2\sigma$ estándar y el límite superior es más infinito y, en el caso de aquellos indicadores en el cual su tendencia es mientras menor sea mejor el límite inferior es igual a menos infinito y el límite superior es a igual a -2σ . Para este CAMEL básico los rangos de 1 son aquellos que se consideran de mejor puntaje posible, mientras aquellos rangos que se encuentran en 5 es el peor.

INDICADORES	PONDERACIÓN
C Suficiencia Patrimonial	$0,4 * C1 + 0,6 * C2$
A Calidad de Activos	$0,25 * A1 + 0,15 * A2 + 0,35 * A3 + 0,25 * A4$
M Manejo o Gestión	$0,3 * M1 + 0,35 * M2 + 0,35 * M3$
E Resultados Operativos	$0,3 * E1 + 0,15 * E2 + 0,2 * E3 + 0,1 * E4 + 0,125 * E5 + 0,125 * E6$
L Reservas de Liquidez	$0,333 * L1 + 0,333 * L2 + 0,333 * L3$
CAMEL FINAL	$0,3 * C + 0,3 * A + 0,1 * M + 0,1 * E + 0,2 * L$

Cuadro 22
Ponderaciones para cada Componente e Indice CAMEL Final

Rangos	Calificaciones	
	Mayor - Mejor	Menor - Mejor
$(+2\partial, +\infty)$	1	5
$(+1\partial, +2\partial)$	2	4
$(-1\partial, +1\partial)$	3	3
$(-2\partial, -1\partial)$	4	2
$(-\infty, -2\partial)$	5	1

∂ = desviaciones estandar con respecto a la media

Cuadro 23
Asignación de Rangos para la calificación individual de los indicadores

Para la construcción de estos intervalos se tomó en consideración un año base en donde a los indicadores se consideran que partir con un mismo valor. El año base que se considero es el ciclo económico³⁹, el cual nos permite establecer los rangos para la calificación final, es decir, primero se debe calcular un CAMEL para todo el sistema financiero para ser comparado con el CAMEL de la entidad, como se sabe un ciclo económico es un intervalo de tiempo en el que se alteran períodos de auge y desaceleración económica. Como nota básica cuando se analiza un mes diferente a diciembre las cuentas deben ser anualizados, los datos anualizados se refieren a dividir el resultado de la cuenta obtenida de la sumatoria de las cuentas para el número del mes y multiplicarlos por 12.

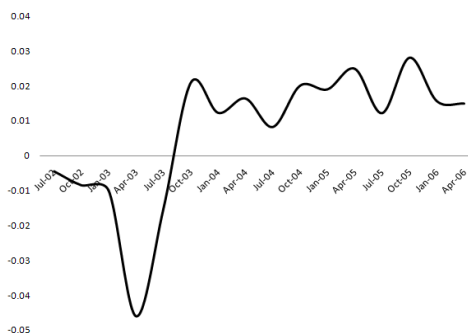


Figura 12 Ciclo Económica

³⁹De acuerdo con datos del Banco Central del Ecuador el ciclo económico empieza en junio 2002 hasta diciembre del 2005.

3. Finalmente la obtención de un CAMEL final dando una ponderación a cada uno de los componentes para la obtención del resultado final (cuadro 24)

	Puntos	
	Desde	Hasta
A	0	1.49
B	1.5	2.49
C	2.5	3.49
D	3.5	4.5
E	Más de 4.5	

Cuadro 24

Tabla de Calificaciones. La asignación de las calificaciones son bajo criterio del analista.

Obtenido el CAMEL final se puede otorgar una calificación a la entidad, correspondiente a un *Rating Alfabético*, dicho rating va desde A siendo la mejor calificación y, E como la peor calificación. Para la asignación de las calificaciones se establecen límites ya que el resultado es cuantitativo.

Podemos concluir que el modelo incluye variables significativas a nivel de instituciones individuales. Es una herramienta valiosa que sirve a más de indicar el estado de la institución financiera, permite identificar posibles alertas de crisis. Finalmente a manera de conclusión se puede anotar lo que mencionado por Arango y Botero en su tesis en la que afirman que el modelo es válido y aporta elementos importantes para la supervisión bancaria.

Apéndice B: DISTANCIA DE INCUMPLIMIENTO DE LOS CUATRO GRUPOS

GRUPO 1: DISTANCIA AL INCUMPLIMIENTO		
Desviaciones Estándar		
Junio 2006 - Junio 2009		
FECHA	29 DE OCTUBRE	NACIONAL
jun-06	13.03	10.64
jul-06	11.62	7.05
ago-06	11.04	4.83
sep-06	10.25	3.45
oct-06	10.05	2.56
nov-06	10.61	2.14
dic-06	9.65	2.29
ene-07	7.70	2.63
feb-07	6.29	2.52
mar-07	5.46	3.17
abr-07	5.26	4.05
may-07	5.22	5.99
jun-07	5.36	8.56
jul-07	5.77	13.12
ago-07	6.54	21.80
sep-07	7.77	36.86
oct-07	10.19	64.34
nov-07	15.13	51.73
dic-07	24.70	28.71
ene-08	20.28	22.49
feb-08	18.85	18.46
mar-08	18.53	15.96
abr-08	19.13	14.48
may-08	19.98	13.59
jun-08	21.28	12.70
jul-08	23.32	12.55
ago-08	26.50	13.00
sep-08	31.34	14.03
oct-08	39.96	15.68
nov-08	58.73	18.41
dic-08	79.63	22.89
ene-09	58.34	25.71
feb-09	50.13	30.01
mar-09	45.97	37.35
abr-09	43.88	48.11
may-09	42.26	68.04
jun-09	41.94	156.69

Grupo 1

GRUPO 2: DISTANCIA AL INCUMPLIMIENTO									
Desviaciones Estándar									
Junio 2006 - Junio 2009									
FECHA	15 DE ABRIL	23 DE JULIO	ANDALUCIA	ATENTARI	CACPECO	OSCUS	PROGRESO	RIOBAMBA	SAN FRANCISCO
jun-06	44.86	79.44	23.90	10.02	38.86	17.89	4.85	0.21	0.09
jul-06	45.99	63.35	28.27	9.69	36.65	22.76	4.55	-0.91	-1.42
ago-06	47.57	49.71	35.18	9.19	39.70	25.64	4.52	-1.77	-2.59
sep-06	52.07	40.08	44.86	8.86	45.20	26.11	4.66	-2.56	-3.62
oct-06	60.46	34.68	59.62	8.76	52.04	26.33	5.25	-3.26	-4.49
nov-06	77.62	31.04	87.98	9.01	55.24	29.64	5.12	-4.05	-5.50
dic-06	56.98	25.32	113.47	6.41	63.14	29.34	5.29	-4.91	-6.57
ene-07	43.32	25.74	101.40	5.20	74.57	22.90	5.78	-5.93	-7.91
feb-07	36.94	26.16	97.04	4.62	88.40	22.08	6.64	-7.23	-9.68
mar-07	32.91	26.17	99.59	3.80	96.56	21.42	8.11	-9.28	-12.38
abr-07	30.53	25.43	108.28	3.50	109.75	21.44	10.93	-13.47	-17.96
may-07	29.12	24.14	123.41	3.42	99.72	21.71	14.10	-11.39	-18.47
jun-07	28.68	22.80	134.51	3.54	88.22	22.62	11.70	-7.66	-12.37
jul-07	27.14	21.67	146.00	3.84	78.01	23.92	10.10	-5.78	-9.37
ago-07	27.69	20.78	149.72	4.24	61.67	26.13	8.92	-4.53	-7.42
sep-07	29.08	20.98	148.00	4.83	50.92	25.57	8.00	-3.54	-5.96
oct-07	30.88	22.88	170.99	5.80	43.83	26.24	7.27	-2.66	-4.73
nov-07	35.76	28.14	194.75	7.68	40.69	28.36	6.18	-1.89	-3.83
dic-07	30.66	39.63	69.48	6.12	38.17	39.84	5.66	-1.00	-2.78
ene-08	24.07	49.00	53.32	4.43	41.79	29.91	5.37	-0.01	-1.69
feb-08	21.18	49.21	45.49	3.59	46.52	32.97	5.24	1.14	-0.46
mar-08	20.05	50.64	41.46	2.77	50.89	33.38	5.34	2.73	1.07
abr-08	19.66	54.63	41.66	2.46	57.47	34.14	6.05	5.99	3.60
may-08	20.06	57.77	41.96	2.31	67.05	36.28	9.57	100.15	30.49
jun-08	21.14	60.88	42.32	2.29	81.80	38.40	9.81	104.01	32.04
jul-08	23.64	63.19	42.98	2.40	58.08	40.45	10.35	108.97	34.56
ago-08	25.84	65.69	43.98	2.51	46.76	42.38	11.31	117.35	38.28
sep-08	29.44	67.20	45.14	2.76	42.05	40.20	13.02	131.65	44.36
oct-08	38.17	68.75	50.96	3.28	40.18	40.80	16.99	165.61	55.76
nov-08	51.04	70.60	61.11	4.49	40.20	42.78	37.66	132.41	93.82
dic-08	141.19	54.94	49.44	12.62	39.91	41.81	30.24	100.70	96.59
ene-09	143.27	55.29	39.85	13.72	39.84	41.46	25.59	86.49	104.30
feb-09	144.41	45.09	36.02	15.99	39.87	42.80	22.88	60.55	119.20
mar-09	131.12	40.43	35.26	21.54	39.20	41.48	21.09	77.32	142.83
abr-09	110.63	37.00	36.69	22.95	36.95	41.12	20.20	73.74	257.37
may-09	102.63	33.70	39.53	24.31	34.00	40.37	20.00	66.99	331.74
jun-09	99.93	31.10	40.95	25.38	30.34	39.57	2.03	2.60	71.60

Grupo 2

GRUPO 3: DISTANCIA AL INCUMPLIMIENTO						
Desviaciones Estándar						
Junio 2006 - Junio 2009						
FECHA	CHONE	CODESARROLLO	COMERCIO	FABLO MUÑOZ VEGA	SANTA ROSA	TULCAN
jun-06	115.11	29.95	39.73	0.20	1.03	2.00
jul-06	114.35	31.50	39.62	-1.03	0.79	0.35
ago-06	114.38	31.52	40.17	-1.81	0.86	-0.61
sep-06	111.00	29.34	43.08	-2.42	1.14	-1.32
oct-06	107.09	14.17	49.46	-2.96	1.57	-1.92
nov-06	110.59	10.39	56.07	-3.45	2.07	-2.44
dic-06	84.87	9.66	55.41	-3.94	2.50	-2.95
ene-07	77.79	9.37	56.20	-4.46	3.03	-3.48
feb-07	74.76	9.63	57.47	-5.07	3.76	-4.10
mar-07	75.03	10.43	57.58	-5.88	4.82	-4.92
abr-07	81.18	10.72	56.62	-7.13	6.58	-6.17
may-07	86.99	11.14	54.00	-8.87	10.41	-8.85
jun-07	92.99	10.48	49.56	-9.78	10.54	-9.06
jul-07	98.36	9.76	44.15	-7.04	6.41	-6.12
ago-07	103.19	8.71	39.97	-5.77	4.43	-4.70
sep-07	111.94	8.12	36.96	-4.96	3.19	-3.80
oct-07	131.24	6.09	34.24	-4.34	2.32	-3.11
nov-07	165.69	5.81	30.37	-3.80	1.69	-2.54
dic-07	124.91	6.38	30.41	-3.31	1.19	-2.06
ene-08	97.58	6.67	41.27	-2.81	0.87	-1.55
feb-08	85.47	7.79	42.39	-2.27	0.65	-1.00
mar-08	76.85	8.82	44.99	-1.65	0.56	-0.34
abr-08	68.04	9.85	48.63	-0.87	0.61	0.54
may-08	64.57	10.78	55.46	0.37	0.95	2.02
jun-08	63.20	12.86	64.58	27.94	40.91	12.81
jul-08	65.04	15.05	75.64	28.35	42.39	12.90
ago-08	69.67	18.92	91.18	30.06	44.71	13.56
sep-08	77.93	23.83	117.50	31.11	48.78	15.11
oct-08	90.69	46.03	179.60	35.21	55.60	18.94
nov-08	119.40	57.65	209.98	48.67	71.21	24.48
dic-08	72.67	76.85	199.88	63.11	169.80	30.61
ene-09	52.80	76.44	245.62	59.36	194.47	22.87
feb-09	44.20	73.70	266.45	58.32	195.29	19.82
mar-09	39.13	70.06	260.27	57.45	112.80	18.04
abr-09	36.14	79.63	214.77	60.51	92.89	16.82
may-09	35.10	89.33	168.95	63.70	84.75	15.97
jun-09	35.61	87.36	126.28	58.52	81.03	15.66

Grupo 3

GRUPO 4: DISTANCIA AL INCUMPLIMIENTO						
Desviaciones Estándar						
Junio 2006 - Junio 2009						
FECHA	11 DE JUNIO	COOPAD	COTOCOLLAO	GUARANDA	LA DOLOROSA	SANTA ANA
jun-06	35.20	19.55	5.27	1.96	17.21	-1.59
jul-06	33.48	19.21	6.36	-0.16	11.26	-2.92
ago-06	32.84	18.60	7.84	-1.14	8.21	-3.82
sep-06	32.89	18.35	9.98	-1.93	6.18	-4.54
oct-06	34.51	19.67	12.72	-2.63	4.34	-5.15
nov-06	40.02	22.24	15.64	-3.24	2.62	-5.70
dic-06	48.79	23.90	19.28	-3.86	0.63	-6.24
ene-07	44.92	24.30	23.82	-4.52	-1.31	-6.78
feb-07	39.15	29.23	28.79	-5.31	-3.22	-7.41
mar-07	37.53	9.25	35.93	-6.33	-4.19	-8.23
abr-07	28.67	7.00	47.68	-7.88	-5.36	-9.57
may-07	23.67	6.13	72.03	-11.15	-7.19	-13.66
jun-07	20.23	4.93	68.46	-10.32	-8.36	-13.03
jul-07	17.77	3.55	54.37	-7.08	-6.34	-9.85
ago-07	16.36	2.98	49.68	-5.53	-4.82	-8.43
sep-07	15.71	3.66	46.18	-4.50	-3.57	-7.55
oct-07	15.51	5.62	42.77	-3.71	-2.44	-6.89
nov-07	15.43	9.78	39.74	-3.05	-1.40	-6.33
dic-07	16.52	8.51	38.36	-2.48	-0.23	-5.78
ene-08	18.20	8.05	34.49	-1.90	0.79	-5.21
feb-08	20.41	11.39	30.77	-1.27	1.59	-4.59
mar-08	23.55	12.49	28.79	-0.52	1.88	-3.88
abr-08	35.33	10.36	26.70	0.45	2.43	-3.02
may-08	49.82	9.55	25.52	2.13	3.29	-1.77
jun-08	71.19	9.20	31.73	32.72	5.01	23.90
jul-08	92.78	9.13	38.20	36.39	4.45	23.95
ago-08	91.56	9.22	42.25	40.61	4.08	24.45
sep-08	79.20	9.22	43.54	47.21	3.92	25.62
oct-08	75.06	9.04	42.74	54.76	3.95	28.61
nov-08	75.76	8.61	40.70	56.07	4.26	36.78
dic-08	16.81	8.27	16.46	49.77	5.16	58.04
ene-09	12.34	9.11	12.86	47.14	6.01	53.27
feb-09	10.54	11.86	11.53	46.29	8.38	50.69
mar-09	9.47	73.17	10.90	47.44	33.53	52.26
abr-09	8.75	65.60	10.55	51.32	28.07	52.53
may-09	8.26	55.60	10.54	60.47	25.47	53.60
jun-09	8.12	47.48	10.52	62.03	23.90	52.14

Grupo 4

Referencias

- [1] Barzallo, Patricio. Fundamentos Históricos y Teóricos del Sistema Cooperativo de Ahorro y Crédito
- [2] Boletines Financieros Superintendencia de Bancos y Seguros Anuario 2007.
- [3] Cerdas, Eduardo; Jiménez, Federico; Valverde, Miriam. Crisis de Ecuador en los años 1999 -2000 Maestría en Administración de Negocios, UNED, 2006. Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador, Superintendente, Gloria Sabando, Marzo 2009
- [4] Bautista, Marín Experiencias y Desafíos en Microfinanzas y Desarrollo Rural, Enfoque de las Microfinanzas.
- [5] CEMLA, Banco Mundial, FED. Clasificación de Bancos – Sistema CAMEL. Seminario sobre Supervisión Bancaria
- [6] Riquelme, Patricio. Alerta temprana – experiencia y aplicación en Chile sistema de detección de riesgos para cooperativas de ahorro y crédito. Federación Chilena de Cooperativas de Ahorro y Crédito www.fecrecoop.cl Julio - 2001
- [7] Orientaciones para la supervisión de bancos en dificultades. Informe del Grupo de Trabajo para el Tratamiento de Bancos en Dificultades Marzo de 2002
- [8] Ringeling, Eduardo. Análisis Comparativo de Modelos de Predicción de Quiebra y la Probabilidad de Bancarrota, Santiago de Chile
- [9] Richardson, David. Sistema de Monitoreo PERLAS, Consejo Mundial de Cooperativas de Ahorro y Crédito, Serie de Herramientas Técnicas. Madison, Wisconsin USA.
- [10] Arango, Camilo; Botero, Lina. Evolución del Modelo CAMEL como instrumento de Prevención de crisis Bancarias para Colombia.
- [11] Serrano, Ana. Análisis comparativo de la crisis financiera colombiana de los ochenta y la de los noventa, Universidad EAFIT Escuela De Administración Departamento De Economía Medellín 2001
- [12] Espinosa, Roque. La crisis económica financiera ecuatoriana de finales de siglo y la dolarización, Universidad Andina Simón Bolívar
- [13] Jácome, Hugo; Cordovéz, Jorge. Microfinanzas en la economía Ecuatoriana: Una Alternativa para el desarrollo
- [14] Bautista, Marín. ENFOQUE EN LAS MICROFINANZAS
- [15] Andrade, Humberto. Tesis Cooperativas de Ahorro y Crédito, fusión social y Económico en el Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Quito 2000
- [16] Basilea II: Hacia un nuevo esquema de medición de riesgo. Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias, Gerencia del Análisis del Sistema. Diciembre de 2003. Banco Central de la República de Argentina
- [17] Berrospide, José. Fragilidad Bancaria y Prevención de crisis financiera en Perú: 1997 – 1999. Versión publicada en la revista "Monetaria" del Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, Volumen XXIII, Número 2, abril-junio
- [18] DÍAZ, AGUILERA, Matemáticas Financieras, Schawn, Segunda edición.

- [19] Gibbson Robert, Un primer curso de teoría de juegos, Antoni Bosch editores, Primera edición, 1993.
- [20] Hiellier Frederick, Lieberman Gerald, Investigación de Operaciones, Editorial McGRAW-HILL, Interamericana Editores S.A., Primera Edición, México D.F., 2002.
- [21] Hull John, Introducción a los mercados de futuros y opciones, Pearson Prentice Hall, Cuarta edición.
- [22] Hull John, Nelken Izzy, White Alan, Merton's Model - Credit Risk and Volatility Skews, Journal of Credit Risk, Vol. 1, No. 1, 2005.
- [23] Kolb Robert, Futures, Options and Swaps, Blackwell Publishers Ltd, University of Miami, 1996.
- [24] Langlois Richard, Robertson Paul, Firms, Market and Economic Change, Routledge - Londres, 1995.
- [25] Löffler Gunter, Posch Peter, Credit risk modeling using Excel and VBA, John Wiley & Sons, Inc., Inglaterra, 2007
- [26] López Pascual J., González A. Sebastián, Gestión bancaria. Los nuevos retos en un entorno global, Editorial McGRAW-Hill, Madrid, 1998.
- [27] Martínez Josefina, Villalon Julio, Introducción al cálculo estocástico aplicado a la modelación Económico-Financiero-Actuarial, NETBIBLO, S.L., Primera Edición, Coruña, 2003.
- [28] Philippe Jorion, Financial Risk Manager Handbook, John Wiley & Sons, Inc., Cuarta Edición, New Jersey, 2007.
- [29] PRMIA, The PRM Handbook, The Authors and the Professional Risk Manager's International Association, Volume III, 2004
- [30] Saunders Anthony, Credit Risk Measurement: New Approaches to Value at Risk and Other Paradigms, John Wiley & Sons, Inc., Primera Edición, U.S.A., 1999.
- [31] Smithson Charles W., Smith Clifford, Wilford Sykes, Managing Financial Risks. A guide to derivative products, financial engineering, and value maximization, Editorial McGRAW-Hill, New York, 1995.
- [32] Whaley Robert, Derivates: Market, Valuation, and Risk Management, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2006.
- [33] Dirección de Análisis y Medición de Mercado, Riesgo de Crédito, Gaceta de Basilea II, Número 7, HSBC México (HBMX), 2007.
- [34] Dirección de Análisis y Medición de Riesgo, Dirección de Información Financiera de Tesorería, Dirección de Riesgos de Mercado y Otros Riesgos, Riesgo Operacional, Gaceta de Basilea II, Número 6, HSBC México (HBMX), 2007.
- [35] Dirección de Análisis y Medición de Riesgo, Riesgo de Crédito, Gaceta de Basilea II, Número 5, HSBC México (HBMX), 2007.
- [36] FERNANDEZ Viviana, Teoría de Opciones: Una Síntesis, Revista de Análisis Económico, Vol. 14, No. 2, Chile, 1999.
- [37] BIAU Daniel, Como Prepararse para la Implementación de Basilea II en el Ámbito bancario, Banco de la Nación Argentina, Montevideo, 2004.

- [38] RODRIGUEZ Francisco, Introducción a la Probabilidad, SINVESTAT, México.
- [39] MALDONADO Diego, PAZMIÑO Mariela, Nuevas Herramientas para la Administración del Riesgo Crediticio: El caso de una Cartera Crediticia Ecuatoriana, MPRA, Vol. 2, No. 2, 2008.
- [40] MARKOWITZ Harry, Portfolio Selection, The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1, 1952.
- [41] MERTON Robert, On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates, Journal of Finance, Vol.29, 1974.
- [42] FREIRE GONZÁLEZ Paulo Alejandro, Indicador de Alerta Temprana para las Cooperativas de Ahorro y Crédito, Quito, Universidad Central del Ecuador, 2010.
- [43] VIVAR AGUILAR Mayra Isabel, APLICACIÓN DEL MODELO KMV A LAS COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO ECUATORIANAS: JUNIO 2006 - JUNIO 2009, Quito, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2010