

**MODELACION DEL RIESGO DE CRÉDITO PARA UNA CAJA DE
COMPENSACION FAMILIAR**

DIDIER MONSALVE CASTRO

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
MEDELLÍN
2009**

**MODELACION DEL RIESGO DE CREDITO PARA UNA CAJA DE
COMPENSACION FAMILIAR**

DIDIER MONSALVE CASTRO

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de Especialista en
Economía de la Empresa**

**Asesor:
Francisco Iván Zuluaga Díaz
Economista, Máster en Matemáticas Aplicadas**

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
MEDELLÍN
2009**

Nota de aceptación:

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, febrero de 2009

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	8
1. BASILEA II	11
1.1 EL RIESGO DE CREDITO SEGÚN BASILEA II	17
2. SUPERINTENDENCIA FINANCIERA	21
2.1 RIESGO DE CRÉDITO	22
2.1.1 Créditos comerciales	22
2.1.2 Riesgo operativo	23
2.1.3 Riesgo de mercado	23
2.1.4 Bases de datos	23
2.1.5 Incumplimiento	24
2.1.6 Morosidad	25
2.1.7 Modelos para la estimación o cuantificación de pérdidas esperadas	32
2.1.8 La probabilidad de incumplimiento de los deudores (PI)	32
2.1.9 Categoría AA	33
2.1.10 Categoría A	33
2.1.11 Categoría BB	34
2.1.12 Categoría B	34
2.1.13 Categoría CC	34
2.1.14 El valor expuesto del activo	37
2.1.15 Pérdida dado el incumplimiento	37
2.1.16 Provisiones	38
2.1.17 Calificación del Riesgo de crédito	39
3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	40
3.1 MODELOS DE ELECCIÓN CUALITATIVA	40
3.2 MODELOS PROBIT	41
4. ESPECIFICACION DEL MODELO DE RESPUESTA MULTIPLE ORDENADO	46
4.1 INTERPRETACION DEL MODELO ORDENADO	53

4.1.1 Estimación máximo verosímil del modelo logit ordenado	55
4.1.2 Estimación modelo ordenado	57
4.1.3 Contraste individual de un coeficiente	58
4.1.4 Pruebas estadísticas basadas en la función de verosimilitud y en el logaritmo de la función de verosimilitud (log likelihood).....	59
4.1.5 R^2 DE MCFADDEN (1974) (Mc Fadden R-squared)	60
5. PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO A PARTIR DE UN MODELO LOGIT ORDENADO	62
5.1 VARIABLES DEL MODELO	62
5.2 MODELO MULTINOMIALES.....	63
5.3 CARACTERISTICAS DE LA ESTIMACION	64
5.4 EFECTOS MARGINALES DEL MODELO LOGIT	66
6. CONCLUSIONES	67
BIBLIOGRAFIA.....	70

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Calificación del riesgo	18
Tabla 2. Clasificación de las empresas según su nivel de activos.....	33
Tabla 3. Probabilidad de incumplimiento dado el tamaño de la empresa y su calificación.	35
Tabla 4. PDI por tipo de garantía.....	38
Tabla 5. Categorías de riesgo por Probabilidad de Incumplimiento (Términos porcentuales).	39
Tabla 6. Estimación del modelo logit ordenado	65
Tabla 7. Efectos marginales	66

MODELACION DEL RIESGO DE CREDITO PARA UNA CAJA DE COMPENSACION FAMILIAR ¹

RESUMEN

En este trabajo se caracteriza el endeudamiento del sector de las familias con el sistema de crédito de las cajas de compensación familiar durante el periodo de agosto de 2007, y se hallan los determinantes de la probabilidad de que una persona natural incumpla con el pago las obligaciones que ha contraído con esta. A través de un modelo *logit multinomial* se encontró que la probabilidad de incumplimiento está asociada a características tales como el plazo del crédito, la tasa de interés, el sexo, la antigüedad laboral y la garantía que los individuos puedan aportar como respaldo de los créditos. Las predicciones muestran que la probabilidad de incumplimiento se incrementa a medida que se presentan estas características en los préstamos personales.

Palabras clave: Riesgo de crédito, Probabilidad de incumplimiento, Logit multinomial.

¹Este documento fue presentado como requisito para optar al título de Especialista en Economía de la Empresa de la Universidad EAFIT. Agradezco especialmente a mi asesor Francisco Zuluaga Díaz por su colaboración y sus consejos. El contenido de este trabajo no compromete a la Universidad Eafit. Los errores y omisiones son exclusividad del autor.

INTRODUCCION

La estabilidad del sistema financiero descansa, en buena parte, en el cumplimiento por parte de las familias y las empresas que reciben financiación para el consumo o la inversión, de los plazos de pago de intereses y devolución del principal pactados con los intermediarios financieros que otorgan el correspondiente crédito. La evaluación del riesgo de crédito, entendido como la probabilidad de que se produzca un incumplimiento, total o parcial, de las obligaciones de pago, en combinación con la evaluación de la solvencia de las entidades de crédito para adaptarse a este riesgo absorbiendo *shocks* no previstos de antemano, constituye un elemento clave en la evaluación de la estabilidad del sistema financiero. Aunque el riesgo de crédito puede provenir de la financiación a familias y de la financiación a empresas por parte de bancos y cajas, con el fin de acotar su contenido y preservar una mayor homogeneidad, el trabajo se centra exclusivamente en el estudio del cumplimiento o no de los compromisos de pago de intereses y principal por parte de empresas no financieras.

Se ha comprobado a través de la historia, que los países son cada vez más susceptibles de contagio de estas crisis financieras externas, y que los diferentes jugadores, entienden y tratan de prevenirse con mayor precisión, gracias a que en muchas ocasiones las situaciones se repiten, incorporando además de variables históricas, variables administrativas para lograr dicho objetivo.

Por tanto, en el año 2001 el nuevo acuerdo de capital, llamado Basilea II, consideró la gestión de riesgos como el elemento fundamental para el desarrollo de la actividad de intermediación financiera. A su vez, exigió a los países participantes en el acuerdo, cumplir con requerimientos mínimos de gestión de

riesgos, involucrando no sólo a los participantes, sino también a cualquier país del resto del mundo que realizara transacciones con los mismos.

De acuerdo con esto, y teniendo en cuenta que las entidades financieras de Colombia realizan transacciones de todo tipo con países participantes en el acuerdo, la Superintendencia Bancaria, hoy Superintendencia Financiera de Colombia, con la Circular Externa 011 y la Carta Circular 031 de marzo de 2002, modificó de manera radical el capítulo II de la Circular Externa 100 de 1999, referente a la gestión de riesgo de crédito. La Superintendencia Financiera busca, con estas reformas, no sólo que se puedan seguir realizando transacciones con el exterior, sino que las entidades financieras tengan más autocontrol y que además cuenten con una adecuada medición y control de riesgo. En la Circular 052 de diciembre de 2004, se establecieron todas las reglas relativas a la implementación de un Sistema de Administración de Riesgo Crediticio (SARC), el cual debe ser implementado por todas las entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera. Estas modificaciones se basaron en el nuevo acuerdo de Basilea. En la Circular Externa 020 de julio de 2005; se modificaron algunos aspectos de la Circular Externa 052 de diciembre de 2004, en el tema del micro-crédito y se anexó un apartado donde se establecen los lineamientos del Modelo de Referencia de la Superintendencia Financiera. Por esta razón, las entidades vigiladas deben diseñar e implementar un SARC, con el cual se evalúa permanentemente este riesgo.

La metodología del SARC incorpora dos elementos: probabilidad de incumplimiento del deudor respectivo y el cálculo de la pérdida en el evento que se dé el incumplimiento; la combinación de estos elementos es lo que se denomina pérdida esperada de un crédito y resume la cuantificación del riesgo de crédito. Las entidades de crédito deben aprovisionar la pérdida esperada desde el momento del otorgamiento y hacia adelante deben mantener la provisión de

acuerdo con el saldo de la operación y el riesgo que represente dentro de la cartera de créditos de cada entidad.

En el presente trabajo, además de la metodología propuesta por Basilea II, adaptada y supervisada por la Superintendencia Financiera, se utilizarán modelos econométricos (logit y probit ordenado) que incorporan elementos estadísticos, como lo es el modelo logístico, partiendo de la obtención de componentes principales; que darán mayor exactitud a la hora de decidir si conceder o no un préstamo. Asimismo se podrá mantener un nivel de provisiones durante la vida de los préstamos lo cual permitirá conservar y aumentar de una manera más segura la cartera de crédito personal a la caja de compensación familiar COMFAMA.

1. BASILEA II

En la búsqueda de estabilidad financiera, los bancos centrales del grupo de los 10 (G10) llegaron a un acuerdo financiero sin precedentes, el acuerdo de Basilea, concluido el 15 de julio de 1988. Los banqueros anunciaron que el acuerdo llevaría a una “convergencia internacional de las regulaciones de supervisión, que rigen los requerimientos de capital de garantía de los bancos internacionales”. El propósito principal del acuerdo de Basilea fue proporcionar a los bancos comerciales un campo de acción equitativo, por medio del establecimiento de un estándar mínimo de requerimientos de capital a los países miembros.

En enero de 2001 el comité de supervisión bancaria de Basilea emitió una propuesta enfocada a mejorar el acuerdo de capital de Basilea de 1988. Esta nueva propuesta se basa en tres pilares; el pilar número uno establece guías cuantitativas de capital para los activos bancarios que representan riesgo y permite por primera vez guías de capitalización para riesgo operativo; el pilar número dos define un rol específico de la supervisión bancaria en el computo de capitalización dando poder a aquellos supervisores que implementen guías para ajustar hacia arriba el capital mínimo requerido por un banco basado en la revisión del supervisor de los procesos de control y de administración interna del banco. También incluye el establecimiento de cargos de capital para bancos que corren un riesgo excesivo de tasa de interés; y el pilar número tres fija los criterios mínimos que los bancos deben seguir para publicar información de riesgos de manera que la disciplina de mercado complemente el proceso de supervisión y ofrezca incentivos a los bancos para que mejoren sus sistemas de administración de riesgos.

La propuesta revisada por el comité de Basilea incrementa significativamente la capacidad para reflejar el riesgo del requerimiento de capital. El nuevo esquema

se acoge al nivel de sofisticación del banco para controlar el riesgo de crédito, lo cual tiene como objetivo fomentar su desarrollo. Considerando que los incentivos sean los correctos, los bancos formaran un interés en mejorar los sistemas de medición de riesgos antes de seguir adelante con las demás opciones.

Estas propuestas de regulación financiera que siguen los lineamientos de la enmienda de 1996, en la que se establecían los requerimientos de capital por riesgo de mercado, tienen el fin de delinear un nuevo enfoque de riesgos y aproximarse a los modelos estándar y modelos internos para la medición del mismo.

El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea², creado en 1975 por los gobernadores de los bancos centrales del Grupo de los Diez, está compuesto por altos representantes de autoridades de supervisión bancaria y de bancos centrales de Alemania, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Luxemburgo, Suecia, Suiza, los Países Bajos y el Reino Unido³. A pesar de que muchos países, entre ellos Colombia, no pertenecen al Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, sí se acogen a los lineamientos establecidos por éste, ya que es necesario para hacer transferencias internacionales con los bancos de los países que pertenecen al comité. Dichos lineamientos se transmiten a través de las entidades supervisoras de cada país, es decir, las homólogas de la Superintendencia Financiera de Colombia.

El comité pretende que los países miembros pongan en práctica su marco regulatorio desde finales de 2006, teniendo en cuenta que para el método

² El comité es un foro de debate sobre la supervisión bancaria cuyo fin es ser garantes de una supervisión eficaz de las actividades bancarias en todo el mundo. FERNÁNDEZ CASTAÑO, Horacio y PEREZ RAMÍREZ, Freddy Ocaris. El modelo logístico: Una herramienta estadística para evaluar el riesgo de crédito. En: Revista de Ingeniería Universidad de Medellín. Vol. 4. No 6 (Ene – jun. 2005).

³ BANCO DE PAGOS INTERNACIONALES. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea: Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea, 2004.

avanzado, que veremos más adelante, posiblemente sea necesario un año más de estudios y aplicaciones, por lo cual para estos casos la fecha de iniciación será finales de 2007. El resto de los países del mundo, entre ellos Colombia, tienen la libertad de considerar su adopción cuando estimen oportuno teniendo en cuenta cuales son sus prioridades de supervisión más generales. En nuestro caso, la Superintendencia Financiera dio como plazo a los bancos y establecimientos de crédito⁴ vigilados por ésta el 1 de julio de 2005⁵, dado que considera que así se pueden lograr practicas de gestión de riesgos más rigurosos que permitirán prevenir las crisis bancarias.

En el primer pilar, se establecieron unos métodos que sirven para calcular la provisión de capital que los bancos y los establecimientos de crédito deben tener para cubrirse del riesgo de crédito. Estos métodos son de libre elección por parte de las instituciones, siempre y cuando cumplan los requerimientos mínimos establecidos por la Superintendencia Financiera, tomados a su vez de los lineamientos aprobados por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. Vale destacar que estos requerimientos no son con el fin de que los establecimientos obligados a implementar un SARC no lo puedan hacer con sus calificaciones internas y con sus propios modelos, sino que es un medio que garantiza el logro de los objetivos del análisis de riesgo crediticio, y las entidades que no tengan la infraestructura o no deseen implementar su propio modelo pueden implementar el modelo propuesto por la Superintendencia Financiera.

⁴ Están obligadas a adoptar un SARC las entidades vigiladas por la SBC, con excepción de las siguientes: casas de cambio, almacenes generales de depósito, fondos ganaderos, sociedades administradoras de fondos de pensiones y de cesantías, sociedades administradoras de fondos de pensiones, cajas, fondos o entidades de seguridad social administradoras del régimen solidario de prima media con prestación definida, Fonade, Icetex, Fogafin, Fogacoop, el Banco de la República y el Fondo Nacional de Garantías. SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Reglas relativas a la gestión del riesgo crediticio. 2005. Capítulo II.

⁵ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 052, 2004, Op. cit.

Adicional a todos estos procesos internos de la compañía en lo que respecta a la selección de la metodología más adecuada de acuerdo a las condiciones económicas del país y la situación de la compañía como tal, otro pilar fundamental del acuerdo de Basilea es el **“Examen del Supervisor”**, ya que es un proceso complemento de los requisitos de capital y de la disciplina de mercado.

El Supervisor y los bancos y establecimientos de crédito deben tener un dialogo amigable, para que la capacitación y competencia de los supervisores pueda ser adecuada, sin querer decir que la responsabilidad es totalmente de la Superintendencia Financiera ni que el conocimiento e investigación de las compañías es insuficiente. Se busca es un complemento entre compañía – supervisor no sólo para garantizar un capital para cubrir los riesgos, sino también para que las entidades desarrollen mejores técnicas de gestión de riesgos.

Sabiendo la liquidez que pueden llegar a tener las entidades en un momento expansivo de la economía, es decir, pueden tener el capital necesario para aprovisionar riesgos altos, el supervisor debe estar al tanto para que la compañía no sólo cumpla los requisitos de capital a cualquier riesgo, sino para que también ponga en una balanza los montos de capital mínimos y el fortalecimiento de la gestión de riesgos, teniendo en cuenta además la aplicación de limites internos y la mejora de los controles al interior de cada compañía.

El tercer pilar del acuerdo de Basilea esta denominado **“Disciplina de Mercado”**. Lo que se busca con este pilar es mejorar la información suministrada por los bancos y establecimientos de crédito para que sea más transparente y permita al supervisor conocer con más detalle el perfil de riesgo de las compañías en relación con su nivel de capital.

Para el logro de esto, el supervisor cuenta con autoridad suficiente para pedirle a los bancos la información que considere necesaria y hacerla publica si se requiere.

Dentro de esta información se incluye en primera instancia las metodologías internas de análisis de riesgo para cada tipo de crédito. Los mecanismos para conseguir dicha información pueden variar de un país a otro, pero van desde el simple dialogo con los directivos de la compañía (lo que usualmente debería ocurrir) hasta la sanción por medio de multas. La cuestión es definir el perfil de riesgo de cada banco, teniendo en cuenta el tamaño y la profundidad en los mercados nacional e internacional.

Las propuestas contenidas en el documento del nuevo acuerdo de capital representan un sólido esfuerzo por incorporar los desarrollos recientes de la teoría financiera de cuantificación del riesgo en la determinación del capital regulatorio mínimo que debe ser exigido a las entidades financieras.

Por otra parte, la complejidad de los sistemas de medición de riesgo, aún para el caso del enfoque estandarizado, exigirá un esfuerzo notable de los entes supervisores, por mejorar sus capacidades técnicas. Estos esfuerzos serán considerablemente superiores cuando se trate de estudiar la consistencia de los sistemas de rating internos de los bancos.

Estos problemas adquieren una complejidad particular en el caso de los países en vía de desarrollo. En general, las instituciones financieras de estos países están muy lejos de disponer de la capacidad técnica para construir los sistemas autónomos de rating que satisfagan las exigencias contempladas en el acuerdo.

A ello se añade que las bases de datos de historias de crédito son más pequeñas, tanto en número de operaciones, como en años cubiertos, lo cual hace difícil utilizarlas en la generación de indicadores (probabilidad de mora, pérdida dada la mora y exposición en la mora) que tengan una aceptable significación estadística.

Dado lo anterior, la generalidad de los bancos de estos países va a verse obligada a utilizar el enfoque estandarizado, que depende de la calificación del riesgo emitida por las agencias especializadas. Sin embargo, estas calificaciones son también menos comunes en los países de bajos ingresos. Se corre el riesgo de que los esfuerzos por mejorar la calidad de los activos no se traduzca en menores requerimientos de capital para sus bancos, contrario a lo que sucedería en los países de altos ingresos, donde está más generalizada la práctica de la calificación.

En esencia, Basilea II busca alinear los requerimientos regulatorios con los principios económico/financieros de gestión de riesgos. El concepto de capital económico implica que un banco desarrollará modelos para asignar ese capital a las distintas operaciones dependiendo de cuánto riesgo agregan al Portafolio del banco.

La propuesta de Basilea II hace que su implementación sea un proyecto altamente complejo, siendo aconsejable que los supervisores tengan un plan de acción global bien estructurado para su implementación.

En lo que respecta al riesgo de crédito, el acuerdo propone tres alternativas para su determinación. El primero de ellos, en su mecánica, es similar a lo establecido en Basilea I (ponderación preestablecida según riesgo para los distintos tipos de activos), pero presenta mejoras que lo hace más sensible al riesgo e incorpora el uso de clasificaciones externas efectuadas por agencias especializadas. Los otros dos métodos (no consideradas en Basilea I) se basan en mediciones internas realizadas por los propios bancos.

El comité ha planteado una propuesta para la evaluación del riesgo de crédito que permite a los bancos elegir entre una metodología estándar, la cual es similar al acuerdo vigente y se basa en parámetros preestablecidos, y sistemas de

calificación sustentados en información interna de los bancos (IRB Básico y Avanzado).

1.1 EL RIESGO DE CREDITO SEGÚN BASILEA II

En cuanto al riesgo de crédito, se mira el riesgo de pérdidas inesperadas, las esperadas siendo cubiertas por provisiones. Al respecto, Basilea II fija dos diferentes métodos de cálculo:

- a. El método estándar y
- b. El método basado en calificaciones internas (IRB) - Sujeta a la Aprobación explícita del supervisor de la IF.

El método estándar es bastante similar al método actualmente empleado, solo que recurre a calificaciones emitidas por:

- a. Calificadores Externos de Crédito (Standard & Poor's, etc.) o
- b. Agencias de Crédito a la Exportación.

En el primer caso, los supervisores nacionales deben aprobar la empresa Calificadora según un catálogo de criterios, en el segundo, la Agencia debe seguir la metodología aprobada por la OCDE.

En ambos casos, se asigna a diferentes calificaciones ponderaciones específicas, p. ej. Para deuda emitida por Estados soberanos las calificaciones AAA hasta AA- (terminología Standard & Poor's) corresponden a una ponderación de riesgo de 0%, igual que categorías 0-1 de la OCDE.

Tabla 1. Calificación del riesgo

Calificación del Riesgo		Aaa a Aa3	A1 a A3	Baa1 a Baa3	Ba1 a B3	Menor a B3	Sin Clasificar
Créditos Soberanos		0%	20%	50%	100%	150%	100%
Créditos Interbancarios	Opción 1 ⁹	20%	50%	100%	100%	150%	100%
	Opción 2 ¹⁰ Largo Plazo	20%	50%	50%	100%	150%	50%
	Opción 2 ² Corto Plazo	20%	20%	20%	50%	150%	20%
Calificación del Riesgo		Aaa a Aa3	A1 a A3	Baa1 a Baa3	Ba1 a Ba3	Menor a Ba3	Sin Clasificar
Créditos a Empresas		20%	100%	100%	100%	150%	100%

Las calificadoras de riesgos deben ser aprobadas / admitidas por los supervisores nacionales, y deben - para tal fin - cumplir con los siguientes seis criterios mínimos:

Supervisores nacionales pueden escoger entre la calificación de la Agencia Nacional o la calificación riesgo-país consensuada de la OCDE.

- a. Objetividad,
- b. Independencia,
- c. Acceso internacional,
- d. Transparencia ("disclosure") de su metodología,
- e. Recursos (para asegurar alta calidad de personal y por ende del trabajo) y
- f. Credibilidad.

Los Supervisores pueden asignar ponderaciones más bajas a la deuda de sus propios Estados soberanos y bancos centrales, mientras esta sea denominada y fondeada en moneda nacional.

Alternativamente, las instituciones financieras (IFs) pueden utilizar el método basado en calificaciones internas (IRB). La adopción de esta metodología por

parte de una IF requiere en todo caso de la aprobación por parte del supervisor. Una vez aprobada, las IFs pueden utilizar sus propias estimaciones internas del riesgo. Para este fin, el nuevo Acuerdo lo divide en sus componentes, tales como:

- a. La probabilidad de incumplimiento (PD)
- b. La pérdida en caso de incumplimiento (LGD),

Igual que la exposición al riesgo de crédito y el vencimiento efectivo. En el método IRB avanzado, la IF debe estimar también LGD, mientras en el IRB básico este valor es establecido por el supervisor.

Una validación periódica del funcionamiento del modelo es necesaria. Datos para PD y LGD requieren de una documentación de por lo menos 5 años. La metodología aplicada no debe ser modificada durante el ciclo económico (para no contrarrestar el efecto procíclico de Basilea II).

En cuanto a Basilea II, la vinculación mucho más estrecha entre riesgo y requerimientos de recursos propios puede traducirse en una reducción sustancial del coeficiente de recursos propios mantenido por las entidades en la fase expansiva, donde los ratings internos o externos de los clientes mejoran y la exposición en cifras absolutas crece sustancialmente.

En estas circunstancias, un cambio de ciclo brusco y profundo traería una caída de la calidad de las carteras de crédito de las entidades (caída del rating o un aumento de la probabilidad de incumplimiento, PD en terminología anglosajona), con el consiguiente aumento de los requerimientos de capital. Muchas entidades podrían no disponer de suficiente colchón de recursos propios para hacer frente al aumento de requerimientos, lo que podría llevarles a restringir el crédito o a reestructurar el balance, desde el crédito a empresas hacia la deuda pública, por ejemplo, disminuyendo así el consumo de recursos propios.

Ambas decisiones podrían tener importantes repercusiones a nivel macroeconómico que agravarían la fase recesiva. Una provisión dinámica, del tipo de la estadística de los países europeos, podría ser un buen complemento de Basilea II al crear un fondo para insolvencias durante la fase expansiva, en la que aumenta el riesgo latente. Con la recesión aparece la morosidad, la manifestación ex post del riesgo de crédito, pero su impacto sobre los resultados y sobre la solvencia es menor al haber sido previamente provisionada. Las repercusiones a nivel macroeconómico del aumento de la morosidad bancaria podría verse reducidas de forma significativa.

2. SUPERINTENDENCIA FINANCIERA

La Superintendencia Financiera de Colombia a partir de 2002 expidió una serie de modificaciones en relación con la gestión del riesgo crediticio⁶, las cuales fueron incluidas en la Circular Básica Contable y Financiera 100 de 1995, en el capítulo II. Estos cambios se centraron principalmente en la forma de evaluación del Riesgo Crediticio (RC) y en los parámetros de administración de las entidades vigiladas, buscando que con estas reformas las entidades financieras tuvieran más autocontrol y que además contaran con una adecuada gestión y control de riesgo. A pesar de que las propuestas de la Superintendencia Financiera son basadas en el acuerdo de Basilea, pueden tener algunas modificaciones en ciertos puntos en los que tienen libertad, por esta razón se tratarán a continuación.

En la Circular Externa 052 de diciembre de 2004⁷, se establecieron todas las reglas relativas para la implementación de un Sistema de Administración de Riesgo Crediticio (SARC), el cual debe ser implementado por las entidades vigiladas, basado en la regulación prudencial propuesta en “El Nuevo Acuerdo de Capitales: Basilea II”, que como ya se mencionó, considera la gestión de riesgos como el elemento fundamental para el desarrollo de las actividades de intermediación financiera.

En la metodología del SARC se incorporan, tal como se propuso en Basilea, dos elementos fundamentales: la Probabilidad de Incumplimiento (PI) y el cálculo de la pérdida en el momento que se dé el incumplimiento (PDI). La combinación de estos elementos es lo que se denomina pérdida esperada (PE) de un crédito y

⁶ Circular Externa 011 y Carta Circular Externa 031 de marzo de 2002, Carta Circular 059 de mayo de 2006 y Circulares Externas 014 y 030 de 2003.

⁷ Modificaciones a la Circular Externa de diciembre de 2004: Circulares Externas 001, 002, 004, 005, 008, 014, 020, 021, 022, 031, 035 y 052 de 2005.

resume la cuantificación del riesgo de crédito. Las entidades de crédito deben provisionar la pérdida esperada desde el momento del otorgamiento hacia adelante, mantenido en toda la vida de las obligaciones crediticias de los clientes la provisión correspondiente de acuerdo con el saldo de la operación y el riesgo que represente dentro de la cartera de créditos de la entidad.

El objetivo principal de este trabajo es el cálculo de las probabilidades de incumplimiento de la cartera de créditos personal de los clientes de la caja de compensación familiar (COMFAMA) de acuerdo con un modelo logístico ordenado, teniendo presente siempre el marco de referencia en el que se inscriben todos los lineamientos propuestos por la Superintendencia Financiera de Colombia. Para llegar a esto, es necesario primero tener en cuenta algunos conceptos fundamentales.

2.1 RIESGO DE CRÉDITO

Es la posibilidad de que una entidad incurra en pérdidas y se disminuya el valor de sus activos como consecuencia de que un deudor o contraparte incumpla sus obligaciones⁸.

2.1.1 Créditos comerciales

Son los otorgados a personas naturales o jurídicas para el desarrollo de actividades económicas organizadas, distintos a los otorgados bajo la modalidad del microcrédito⁹.

⁸ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 052, 2004, Op. cit.

⁹ Se entiende por Microcrédito: “conjunto de operaciones activas de crédito otorgadas a microempresas cuyo saldo de endeudamiento con la respectiva entidad no supere (25) salarios mínimos legales mensuales vigentes”. SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 035, 2005, Op. cit.

2.1.2 Riesgo operativo

Se define como el riesgo de pérdidas debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien a causa de acontecimientos externos.

2.1.3 Riesgo de mercado

Se refiere a la probabilidad de pérdida en la valoración de activos y pasivos como consecuencia de la oferta y demanda de títulos.

2.1.4 Bases de datos

Una de las características fundamentales del SARC reside en el uso de la información histórica, y la conformación de una base de datos fiable, sin objeción por parte del ente regulador (SBC)¹⁰. Es éste entonces el punto de partida en todo el proceso del cálculo de probabilidades de incumplimiento. COMFAMA ha puesto en consideración de esta entidad su base de datos y se encuentra a la espera de una respuesta positiva. Sin embargo, “la SBC espera que las entidades cuenten para tal efecto con un subsistema auxiliar creado específicamente para el diseño, construcción, evaluación de desempeño y puesta en producción de los modelos para el cálculo de pérdidas esperadas”¹¹.

Las entidades que opten por diseñar modelos internos y se encuentren en funcionamiento antes del 1 de enero de 2006 deben contar con bases de datos que incorporen información histórica al menos desde 1998. Aquellas entidades

¹⁰ La Superintendencia Financiera en la Circular Externa 014 de 2005, estableció la Proforma F. 1000-101 que corresponde a la certificación de bases de datos..

¹¹ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 014, 2005.

que empiecen su funcionamiento con posterioridad a esta fecha deben contar con bases de datos que incorporen información histórica pertinente de por lo menos los siete (7) años inmediatamente anteriores a la fecha del cálculo de la pérdida esperada¹².

2.1.5 Incumplimiento

El punto de partida de todos los modelos para el cálculo de PI, es la definición de *incumplimiento (Default)*. Este concepto expresa una de las decisiones principales de política de las entidades y se refiere a “la identificación de un nivel crítico por encima del cual no resulta rentable asumir mayor riesgo crediticio dadas las características particulares de la institución”¹³.

Para los créditos comerciales, se entenderá como *incumplimiento* las obligaciones que se encuentren en mora mayor o igual a 150 días¹⁴. Es decir, el riesgo crediticio se entiende como la probabilidad de que un deudor no efectúe sus pagos respectivos, entorpeciendo así la actividad de la entidad prestadora y poniendo en riesgo el capital de sus acreedores. Es por eso que el comité determinó que las entidades deberían mantener una reserva, conocida como capital económico, cuya finalidad es la de regular esas posibles pérdidas.

Las entidades que opten por diseñar modelos internos y se encuentren en funcionamiento antes del 1 de enero de 2006 deben contar con bases de datos que incorporen información histórica al menos desde 1998. Aquellas entidades que empiecen su funcionamiento con posterioridad a esta fecha deben contar con

¹² SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 052, 2004, Op. cit.

¹³ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Documento de Divulgación del Manual de Supervisión del SARC. Disponible en:
<http://www.superbancaria.gov.co/comunicadosypublicaciones/supervisionsarc0805.pdf>

¹⁴ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 035, 2006, Op. cit.

bases de datos que incorporen información histórica pertinente de por lo menos los siete (7) años inmediatamente anteriores a la fecha del cálculo de la pérdida esperada¹⁵.

2.1.6 Morosidad

El punto de partida de todos los modelos para ver el cálculo de morosidad, es la definición de morosidad o (**Default**). Este concepto expresa una de las decisiones principales de política de las entidades y se refiere a “la identificación de un nivel crítico por encima del cual no resulta rentable asumir mayor riesgo crediticio dadas las características particulares de la institución”¹⁶. Para los créditos comerciales, se entenderá como *incumplimiento* las obligaciones que se encuentren en mora mayor o igual a 150 días¹⁷.

El gobierno nacional mediante la ley 920 de 2004 autoriza a las cajas de compensación familiar para que adelanten actividades financieras y presten los servicios de crédito personal a sus afiliados.

De conformidad con lo previsto en el artículo 335 de la Constitución Política, la autorización, inspección y vigilancia de la sección especializada de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar la ejercerá la Superintendencia financiera.

Con el objeto de dar cumplimiento a las actividades de supervisión y control que de acuerdo con esta ley deba ejercer, la Superintendencia financiera exigirá a las

¹⁵ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 052, 2004, Op. cit.

¹⁶ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Documento de Divulgación del Manual de Supervisión del SARC. Disponible en:
<http://www.superbancaria.gov.co/comunicadospublicaciones/supervisionsarc0805.pdf>

¹⁷ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 035, 2006, Op. cit.

secciones especializadas de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar contribuciones, las cuales consistirán en tarifas que se calcularán de acuerdo con los criterios técnicos que señale el Gobierno Nacional teniendo en cuenta, entre otros, los parámetros que al efecto establece el artículo 337 del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero.

La Superintendencia financiera deberá verificar permanentemente el carácter, responsabilidad e idoneidad de las personas que participen en la dirección y administración de las secciones especializadas de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar a las cuales se les autorice la constitución de dicha sección. De igual forma, deberá verificar la solvencia del patrimonio autónomo de la sección especializada de ahorro y crédito de acuerdo con las reglas de capital adecuado aplicables a los establecimientos de crédito así como también deberá verificar, al momento de la constitución de cada sección, que el capital mínimo no sea inferior al exigido para la creación de las cooperativas financieras.

Las Cajas de Compensación Familiar cuya capacidad de aporte de Capital sea inferior al establecido para las cooperativas financieras, podrán solicitar a la Superintendencia financiera la autorización para la creación de la sección especializada de ahorro y crédito. En ningún caso el capital exigido podrá ser inferior al cincuenta por ciento (50%) requerido para las cooperativas financieras.

Las operaciones de las secciones especializadas de ahorro y crédito cuya creación se autoriza por la presente ley, así como sus activos, pasivos y patrimonio, deberán estar totalmente separados y diferenciados de las operaciones, activos, pasivos y patrimonio de la respectiva Caja de Compensación Familiar.

Para el efecto la sección especializada de ahorro y crédito tendrá la naturaleza de un patrimonio autónomo cuyos activos, incluyendo aquellos que representen los

aportes realizados al capital de la misma, respaldarán exclusivamente las obligaciones contraídas con los depositantes y las demás que se contraigan en desarrollo de las operaciones autorizadas, y no podrán ser perseguidos por otros acreedores de la Caja de Compensación Familiar respectiva.

Los administradores de las secciones especializadas de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar serán funcionarios de dedicación exclusiva designados por la respectiva Caja de Compensación Familiar, para cuyo efecto se tendrá en cuenta lo dispuesto en el artículo 22 de la Ley 222 de 1995 y cumplirán los requisitos exigidos a los representantes legales de las entidades financieras, incluyendo su posesión ante la Superintendencia financiera.

Para efectos de la presente ley se entenderá como actividad financiera la captación en moneda legal por parte de las secciones especializadas de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar de recursos en depósitos a término, ahorro programado y ahorro contractual de sus trabajadores, pensionados, independientes y desempleados afiliados para colocarlos nuevamente y de forma exclusiva entre estos a través de créditos. En cuanto a las empresas afiliadas la actividad financiera comprenderá solo la captación de recursos en cualquiera de las modalidades antes mencionadas.

Las Cajas de Compensación Familiar y a las secciones especializadas de ahorro y crédito les están prohibidas:

- Obligar a los afiliados, de cualquier manera, a realizar el ahorro en la respectiva caja.
- Obligar a los afiliados, directa o indirectamente, al ahorro de la Cuota Monetaria del Subsidio Familiar, la cual continuará siendo de libre utilización por parte de los mismos.

- Delegar, subcontratar o entregar en administración con un tercero la operación de sus secciones de ahorro y crédito, pero en desarrollo de los numerales 3 y 4 del artículo 16 de la Ley 789 de 2002 las Cajas de Compensación Familiar que no tengan secciones especializadas de ahorro y crédito podrán establecer convenios y acuerdos con las cajas que las tengan, a efecto de que las primeras actúen como agencias descentralizadas de las segundas y a través de ellas adelantar la actividad financiera con trabajadores y empleadores de la Caja de Convenio o acuerdo. El Gobierno Nacional reglamentará la materia.
- Realizar inversiones de capital con los recursos captados.
- La utilización de los recursos depositados en la sección especializada de ahorro y crédito para la realización de operaciones con la misma Caja de Compensación Familiar u otras entidades respecto de las cuales esta ejerza control directo o indirecto, con sus directores o administradores, el Revisor Fiscal o funcionarios o empleados de la misma Caja cuyo salario sea superior a tres (3) salarios mínimos mensuales legales vigentes, los cónyuges o parientes de aquellos dentro del segundo grado de consanguinidad o de afinidad, o único civil.
- Realizar operaciones de seguros sobre bienes o personas, directa o indirectamente sin perjuicio de la facultad de invertir en entidades del sector asegurador conforme a su régimen legal.
- Condicionar la aprobación y desembolso del crédito de vivienda de interés social a la adquisición en sus propios proyectos.
- Constituir gravámenes o limitaciones al dominio de cualquier clase sobre los activos de la sección especializada de ahorro y crédito, o destinarlos a operaciones distintas de las autorizadas a dichas secciones, salvo que los

gravámenes o limitaciones se constituyan para garantizar el pago del precio de un bien adquirido para el desarrollo de sus negocios con cargo al patrimonio de la sección, o tengan por objeto satisfacer los requisitos generales impuestos por una autoridad pública en el desarrollo de una medida de apoyo a la sección especializada de ahorro y crédito o por las entidades financieras de redescuento para realizar operaciones con tales secciones, ni tampoco podrán transferir los activos de la sección en desarrollo de contratos de arrendamiento financiero, en la modalidad de léase back.

- La realización de las operaciones a que se refieren los literales c) y d) del artículo 10 del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero.

Operaciones autorizadas a las secciones especializadas de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar:

- Captar ahorro programado, ahorro contractual o a través de depósitos a término.
- Adquirir y negociar con sus excedentes de liquidez títulos representativos de obligaciones emitidas por entidades de derecho público de cualquier orden y títulos ofrecidos mediante oferta pública por entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera.
- Aplicar el sistema de libranza para el ahorro y/o pago de créditos, cuando los trabajadores afiliados así lo acepten voluntaria y expresamente; mecanismos en el que deberán colaborar los respectivos empleadores, sin que implique para esta última responsabilidad económica.
- Otorgar créditos únicamente a los trabajadores, pensionados, independientes y desempleados afiliados a la caja de compensación familiar, en los términos

que determine el Gobierno Nacional. El 70% para vivienda de interés social tipos 1 y 2 y el 30% para Educación y Libre inversión, excepto para la adquisición de bonos o cualquier otro tipo de títulos de deuda pública.

Regulación de la actividad de las Cajas de Compensación Familiar con sección especializada de ahorro y crédito. El Gobierno Nacional con sujeción a las normas de la presente ley, así como a los objetivos y criterios establecidos en el artículo 46 del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero, podrá ejercer las facultades de intervención previstas en el artículo 48 del mismo, con el objeto de regular la actividad de las secciones especializadas de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar.

Remisión a las normas del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero. En lo no previsto en la presente ley o en las normas que la reglamenten o desarrollen, se aplicarán a las secciones especializadas de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar las disposiciones previstas en el Estatuto Orgánico del Sistema Financiero para los establecimientos de crédito, en cuanto resulten compatibles con la naturaleza especial de tales secciones y no se opongan a las normas especiales de esta ley.

Fondos de liquidez. Las Cajas de Compensación Familiar con sección especializada de ahorro y crédito deberán mantener permanentemente un monto equivalente a por lo menos el diez por ciento (10%) del total de sus captaciones en las siguientes entidades:

- Establecimientos de crédito y organismos cooperativos de carácter financiero vigilados por la Superintendencia Financiera. Para el efecto, los recursos se deberán mantener en cuentas de ahorro, Certificados de Depósito a Término, Certificados de Ahorro a Término o bonos ordinarios, emitidos por la entidad.

- En fondos comunes ordinarios administrados por sociedades fiduciarias vigiladas por la Superintendencia Financiera, o en fondos de valores abiertos administrados por sociedades comisionistas de bolsa o fondos de inversión abiertos administrados por sociedades administradoras de inversión sometidas a la vigilancia de la Superintendencia.

Las inversiones que se realicen con los recursos del fondo de liquidez de las secciones especializadas de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar deberán reunir condiciones de seguridad y liquidez acordes con su finalidad, y cumplir con los requisitos que determine el Gobierno Nacional.

El monto del fondo se establecerá tomando para el efecto, el saldo de la cuenta depósitos y exigibilidades o la que haga sus veces, registrado en los estados financieros del mes objeto de reporte, verificados por el revisor fiscal.

La Toma de posesión de la sección de ahorro y crédito de las Cajas de Compensación Familiar. Podrá disponerse la toma de posesión de los bienes, haberes y negocios de la sección especializada de ahorro y crédito de una Caja de Compensación Familiar cuando respecto de la misma se configure cualquiera de las causales de toma de posesión previstas en los literales a), b), c), d), e), f), h), j) y 1) del numeral 1 del artículo 114 del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero, cuando a juicio del Superintendente Bancario la medida sea necesaria, sin perjuicio de la posibilidad de que este adopte cualquiera de las medidas contempladas en el artículo 113 del mismo estatuto. En adición a las causales antes señaladas, la medida de toma de posesión también podrá imponerse cuando el patrimonio de la sección especializada de ahorro y crédito se reduzca por debajo de cincuenta por ciento (50%) del capital mínimo requerido para su

creación, y cuando no cumpla los requerimientos mínimos de capital adecuado exigibles a tales secciones.¹⁸

2.1.7 Modelos para la estimación o cuantificación de pérdidas esperadas

Los Sistemas de Administración de Riesgo Crediticio deben estimar o cuantificar las pérdidas esperadas (PE) de cada modalidad de crédito. Las entidades podrán diseñar y adoptar respecto a la cartera comercial la totalidad de los componentes de la medición de la pérdida esperada o podrán diseñar modelos para el cálculo de algunos de los componentes de la PE. De igual manera podrán aplicar en su totalidad los modelos de referencia de la SBC o podrán incorporar algunos elementos de dicho Modelo de Referencia (MR).

La estimación de la Perdida Esperada (PE), se calcula de acuerdo con la siguiente formula:

$$PE = PI * EA * PDI$$

Donde, PI es la probabilidad de incumplimiento, EA es el saldo expuesto del activo, y PDI es la perdida dado el incumplimiento (PDI=1-tasa de recuperación).

2.1.8 La probabilidad de incumplimiento de los deudores (PI)

Corresponde a la probabilidad de que en un lapso de doce (12) meses estos incurran en incumplimiento.

En el modelo de referencia de la Superintendencia Financiera se le asigna a los clientes una probabilidad de incumplimiento de acuerdo con el nivel de activos y

¹⁸ Ley 920 de 2004

con la calificación correspondiente en el momento del otorgamiento, y con la morosidad del cliente para créditos ya otorgados.

Según el nivel de activos las empresas se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 2. Clasificación de las empresas según su nivel de activos

Tamaño de empresa	Nivel de activos
Grandes Empresas	Más de 15.000 SMMLV
Medianas Empresas	Entre 5.000 y 15.000 SMMLV
Pequeñas Empresas	Menos de 5.000 SMMLV
Persona Natural	

Fuente: SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Reglas relativas a la gestión de riesgo crediticio. Anexo III. Modelo de referencia de la Superintendencia Financiera

Adicionalmente a esto, a los clientes se les debe asignar una calificación al momento de otorgar los créditos o de acuerdo con su comportamiento en pagos:

2.1.9 Categoría AA

Se encuentran los créditos nuevos en los cuales los estados financieros, flujos de caja del proyecto así como la demás información crediticia, indiquen una capacidad de pago *óptima* para atender los futuros pagos; o los créditos ya otorgados que no presenten ninguna mora.

2.1.10 Categoría A

Se encuentran los créditos nuevos en los cuales los estados financieros, flujos de caja del proyecto así como la demás información crediticia, indiquen una capacidad de pago *adecuada* para atender los futuros pagos; o los créditos ya otorgados que presenten mora mayor o igual a 30 días y menor a 60 días en sus obligaciones contractuales.

2.1.11 Categoría BB

Se encuentran los créditos nuevos en los cuales los estados financieros, flujos de caja del proyecto así como la demás información crediticia, indiquen una capacidad de pago *aceptable* lo que significa que existen debilidades que pueden afectar transitoria o permanentemente la capacidad de pago del deudor; o los créditos ya otorgados que presenten mora mayor o igual a 60 días y menor a 90 días en sus obligaciones contractuales.

2.1.12 Categoría B

Se encuentran los créditos nuevos en los cuales los estados financieros, flujos de caja del proyecto así como la demás información crediticia, indiquen una capacidad de pago *insuficiente* lo que indica que podría estar comprometido el normal recaudo de la obligación; o los créditos ya otorgados que presenten mora mayor o igual a 90 días y menor a 120 días en sus obligaciones contractuales.

2.1.13 Categoría CC

Se encuentran los créditos nuevos en los cuales los estados financieros, flujos de caja del proyecto así como la demás información crediticia, presentan *graves insuficiencias* que comprometerán significativamente el recaudo de la obligación; o los créditos ya otorgados que presenten mora mayor o igual a 120 días y menor a 150 días en sus obligaciones contractuales¹⁹.

En la categoría de **Incumplimiento**, se clasifican los créditos comerciales que se encuentren en mora mayor o igual a 150 días. Sin embargo, las entidades deben clasificar en categorías de mayor riesgo a deudores que independientemente de

¹⁹ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Reglas relativas a la gestión de riesgo crediticio. Anexo III: Modelo de Referencia de la Cartera Comercial. Reglas sobre la clasificación y calificación del riesgo de crédito. Circular Externa 020 y 035, 2006.

que cumplan o no con las condiciones anteriores presenten mayor riesgo por otros factores.

Para los créditos nuevos las condiciones de pago *optima*, *adecuada*, *aceptable*, *insuficiente* o con *grandes insuficiencias* dependerán de los criterios de los analistas de crédito expertos los cuales se encargan de clasificarlos en alguna de estas categorías.

Una vez está segmentado el portafolio según el nivel de activos y determinada la calificación final de cada cliente se les asigna la probabilidad de incumplimiento de acuerdo con las siguientes matrices:

Tabla 3. Probabilidad de incumplimiento dado el tamaño de la empresa y su calificación.

Gran Empresa		Pequeña empresa	
Matriz A		Matriz A	
Comercial	Incumplimiento	Comercial	Incumplimiento
AA	1.11%	AA	1.56%
A	2.04%	A	2.50%
BB	7.35%	BB	7.52%
B	9.65%	B	10.70%
CC	17.36%	CC	22.72%
Incumplimiento	100.00%	Incumplimiento	100.00%
Matriz B		Matriz B	
Comercial	Incumplimiento	Comercial	Incumplimiento
AA	4.98%	AA	6.67%
A	6.17%	A	7.93%
BB	17.52%	BB	16.19%
B	21.13%	B	20.83%
CC	30.21%	CC	33.50%
Incumplimiento	100.00%	Incumplimiento	100.00%

Mediana Empresa		Personas naturales	
Matriz A		Matriz A	
Comercial	Incumplimiento	Comercial	Incumplimiento
AA	1.39%	AA	1.13%
A	2.42%	A	1.64%
BB	8.50%	BB	4.57%
B	11.14%	B	8.39%
CC	19.14%	CC	23.33%
Incumplimiento	100.00%	Incumplimiento	100.00%
Matriz B		Matriz B	
Comercial	Incumplimiento	Comercial	Incumplimiento
AA	5.37%	AA	5.57%
A	7.04%	A	6.02%
BB	19.06%	BB	10.75%
B	22.76%	B	14.99%
CC	32.25%	CC	30.47%
Incumplimiento	100.00%	Incumplimiento	100.00%

Fuente: SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Reglas relativas a la gestión de riesgo crediticio. Anexo III. Modelo de referencia de la Superintendencia Financiera

Para el año 2005²⁰, se empleo la matriz B, para el cálculo de la provisión total individual²¹ y la matriz A para el cálculo de la provisión individual²². Las entidades que cuenten con un modelo interno que contenga un componente contracíclico y que no esté objetado por la Superintendencia Financiera, no tendrán que calcular la provisión total individual (matriz B). Si se opta por el modelo de referencia, la

²⁰ Estas probabilidades se cambiarán de acuerdo con las disposiciones de la Superintendencia Financiera cada año.

²¹ La provisión total individual es el resultado de las pérdidas esperadas al multiplicar la exposición del deudor, la PI de la matriz B y la PDI correspondiente a la garantía del deudor. Esta provisión se calcula para hallar la provisión contracíclica, la cual es el resultado de restar la provisión total individual y la provisión individual. Se constituye para cubrir adecuadamente las pérdidas esperadas al momento de afrontar cambios inherentes al ciclo del riesgo de crédito de los deudores. SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Reglas relativas a la gestión de riesgo crediticio. Anexo III: Modelo de Referencia de la Cartera Comercial. Reglas sobre la clasificación y calificación del riesgo de crédito. Circular Externa 035, 2006.

²² La provisión individual es el resultado de las pérdidas esperadas al multiplicar a la exposición del deudor, la PI de la matriz A y la PDI correspondiente a la garantía del deudor. Es la provisión que refleja el riesgo de crédito particular de cada deudor. SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Ibid.

provisión contracíclica sería el resultado de la diferencia entre la provisión total individual y la provisión individual.

2.1.14 El valor expuesto del activo

Entendido como el saldo de la obligación al momento del cálculo de la pérdida esperada. Las entidades que dispongan de información histórica pertinente podrán calcular la exposición de los derechos contingentes a través de métodos de reconocido valor técnico. El valor expuesto del activo dentro del Modelo de Referencia Comercial, es el saldo vigente de capital, intereses, cuentas por cobrar de intereses y otras cuentas por cobrar de la cartera de créditos comerciales²³.

2.1.15 Pérdida dado el incumplimiento

Deterioro económico en que incurriría la entidad en caso de que se materialice alguna de las situaciones de incumplimiento. Si se opta por tener una metodología interna, deben tener en cuenta los siguientes parámetros²⁴:

- Cuantificar la pérdida en función de las recuperaciones que se han realizado en efectivo sobre el conjunto de créditos incumplidos.
- Considerar como mínimo los créditos incumplidos durante los últimos tres (3) años.
- Considerar la existencia e idoneidad de las garantías que respaldan los créditos.

²³ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Reglas relativas a la gestión de riesgo crediticio, 2006. Op. cit.

²⁴ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA, Circular Externa 052, 2004, Op. cit.

En caso que las entidades decidan aplicar el Modelo de Referencia de la SBC, se segmenta la PDI de acuerdo con la garantía que en mayor proporción respalda el pago de determinada obligación. La PDI por tipo de garantía es:

Tabla 4. PDI por tipo de garantía

Tipo de Garantía	P.D.I.
Garantía no admisible	55%
Créditos subordinados	75%
Colateral financiero admisible	0 – 12%
Bienes raíces comerciales y residenciales	40%
Bienes dados en leasing inmobiliario	35%
Bienes dados en leasing diferente a inmobiliario	45%
Otros colaterales	50%
Derechos de cobro	45%

Fuente: SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Reglas relativas a la gestión de riesgo crediticio. Anexo III

2.1.16 Provisiones

Para cubrirse del riesgo de crédito las entidades obligadas a implementar un SARC, deberán contar con un sistema de provisiones, las cuales serán calculadas en función de las pérdidas esperadas que arroje el modelo.

Las provisiones individuales o específicas son las provisiones que reflejan el riesgo de crédito particular de cada deudor. *La provisión general*²⁵, corresponde como mínimo al uno por ciento (1%) sobre el total de la cartera de créditos bruta. Las entidades que obtengan un pronunciamiento de no objeción de la SBC respecto a sus modelos internos que incluyan componentes contracíclicos y los apliquen no deben constituir la provisión general.

²⁵ SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Circular Externa 004, 2005.

2.1.17 Calificación del Riesgo de crédito

Según las probabilidades de incumplimiento asignadas a cada cliente basadas en los resultados de los modelos internos, los créditos se deben clasificar en una de las siguientes categorías:

Tabla 5. Categorías de riesgo por Probabilidad de Incumplimiento (Términos porcentuales).

Calificación	Probabilidad de incumplimiento en la cartera de créditos comerciales
AA	0-3,11
A	> 3,11-6,54
BB	> 6,54-11,15
B	> 11,15-18,26
CC	> 18,26-40,96
C	> 40,96- 72,75
D	> 72,75-89,89
E	>89,89-100

Fuente: Circular Externa 022 de 2005; Superintendencia Financiera.

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

3.1 MODELOS DE ELECCIÓN CUALITATIVA

Existen situaciones en las que se desea explicar una variable asociada a dos opciones cualitativas denominadas como éxito o fracaso, las cuales se denotan con los valores 0 y 1.

En este tipo de modelos donde la variable dependiente es dicotómica se utiliza la metodología de modelos de elección cualitativa.

En estos modelos la probabilidad de que el evento ocurra depende de ciertos atributos que caracterizan al individuo que realiza la elección. En estos modelos se supone, en general, que un individuo tiene la opción de elegir entre dos alternativas. Se define Y_i como una variable dicotómica que tomará el valor de 1 si el individuo elige la alternativa denominada como éxito y 0 en otro caso.

Dentro de los modelos de elección cualitativa, los tres métodos más utilizados son:

- El Modelo de Probabilidad Lineal (MPL)
- El Modelo Probit
- El Modelo Logit.

Se define Y_i como una variable dicotómica que toma el valor uno si el individuo elige la alternativa A y cero en otro caso.

Sea X el vector de atributos que caracterizan al individuo,

Sea β el vector de parámetros que mide el impacto de dichos atributos sobre la probabilidad de elegir la opción A por lo que el modelo que relaciona a estas variables es:

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \mu_i$$

Donde μ_i es un error aleatorio que satisface los supuestos clásicos. Dado que,

$$E(\mu_i|X_i) = 0 \quad y \quad E(\mu_i|X_i) = \alpha + \beta X_i$$

3.2 MODELOS PROBIT

Este modelo expresa una relación lineal entre el vector de atributos X y la variable dicotómica Y. En este tipo de modelos, la $E(Y_i|X_i)$ se puede interpretar como la probabilidad condicional de que el individuo elija la alternativa asociada a Y=1, dado un conjunto de atributos que lo caracterizan:

Es decir:

$$P(Y_i = 1|X_i) = P_i = E(Y_i|X_i)$$

Yi 1	Probabilidad p_i
0	$1 - p_i$

Lo anterior, debido a la naturaleza dicotómica de la variable, ya que:

El modelo Probit tiene las siguientes características:

- Es un modelo que surge de la distribución normal acumulada.
- Las probabilidades asociadas se encuentran dentro del intervalo (0,1).
- La relación entre las probabilidades y los atributos es no-lineal.

Variable dependiente binaria

$y = 1$, incumplimiento

$y = 0$, cumple

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \mu_i$$

$$E(\mu_i | X_i) = 0 \quad \text{y} \quad E(Y_i | X_i) = \alpha + \beta X_i$$

Si X es el vector de variables explicativas y β es el impacto de dichas variables sobre la probabilidad:

$$P(Y_i = 1) = F(\beta X_i)$$

$$P(Y_i = 0) = 1 - F(\beta X_i)$$

Supóngase que la decisión de elegir la opción $Y_i = 1$ depende de un índice no observable ϕ_i , el cual está determinado por los atributos X_i , de tal manera que, cuando ϕ_i aumenta, aumenta la probabilidad asociada a la elección. Este índice puede expresarse como:

$$\phi_i = \beta X_i + \varepsilon_i$$

$$P_i = F(\phi_i)$$

$$\phi_i = F^{-1}(P_i) = \beta X_i$$

Se supone además que existe un valor umbral del índice al que se denota como ϕ_i^* tal que, si ϕ_i es mayor a ϕ_i^* se elige la opción $Y=1$

Si las condiciones o atributos asociados al individuo son “favorables” ($\phi_i > \phi_i^*$) se elige la opción $Y=1$

Si se supone que éste índice se distribuye normalmente, es posible estimar la probabilidad de que ($\phi_i^* < \phi_i$)

Como:

$$P_i = P(Y_i = 1) = P(\phi_i^* < \phi_i) = F(\phi_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2}$$

Para obtener información sobre ϕ_i así como de los parámetros del modelo, a partir de la estimación del modelo original, se obtiene el inverso de la función acumulada como sigue:

$$\phi_i = \beta X_i + \varepsilon_i$$

Dada la información asociada a la variable Y_i y al vector de atributos X_i , se estima el modelo por el método de máxima verosimilitud. A partir de este resultado se calculan las probabilidades con el inverso de la función acumulada:

$$P_i = F^{-1}(\phi_i)$$

Son muchas las metodologías que han sido utilizadas para medir la probabilidad de incumplimiento dentro del análisis de riesgo de crédito y no existe un consenso con respecto a cuál es mejor. La metodología que se elija dependerá de los objetivos del análisis y de manera muy importante de la información con la que se cuente para llevar a cabo el mismo. La metodología RPA tiene como se mencionó algunas ventajas con respecto al análisis discriminante tradicional, sin embargo su principal limitación es que no permite cuantificar el efecto de los determinantes de la probabilidad de incumplimiento. Los modelos Probit sí resuelven esta limitación, ya que permiten identificar y cuantificar los efectos de los determinantes de la probabilidad de incumplimiento tanto para estimar como para pronosticar la misma. La metodología de matrices de transición es útil siempre y cuando, se cuente con la calificación de los créditos para los cuales se desea estimar las probabilidades de incumplimiento. Otro aspecto importante a considerar es la definición de incumplimiento, ya que de ésta dependerán los resultados, independientemente de la metodología que se elija. Un elemento a considerar antes de elegir la metodología para estimar la probabilidad de incumplimiento es el conocimiento profundo de la estructura y composición de las carteras, ya que de éste dependen:

- La identificación de los factores de riesgo.
- La identificación y selección de variables relevantes a considerar en el análisis.
- La selección de la metodología más adecuada para estimar las probabilidades de incumplimiento.

Un elemento importante dentro del análisis y medición del riesgo de crédito es la estimación de la probabilidad de no-pago, a partir de la cual es posible determinar la pérdida esperada para la institución. Existen dos metodologías que permiten llevar a cabo este tipo de análisis la metodología de Matrices de Transición basadas en la teoría de cadenas de Markov y los modelos de elección cualitativa tipo Probit y Logit, los cuales permiten identificar y cuantificar el efecto de los determinantes del riesgo real de las carteras.

En los modelos de respuesta cualitativa lo que se estudia es la probabilidad de que el agente económico (i) elija una determinada alternativa, que dependerá de los factores que condicionan el proceso de decisión. Los modelos de elección discreta son aquellos que tienen como variable dependiente una variable cualitativa. Estos modelos se introducen por primera vez con el trabajo presentado por Mc Fadden (1973). Sin embargo Theil (1970) generalizó los modelos de elección binaria para el caso de que el individuo se enfrente a más de dos alternativas en su elección. Como tal, el individuo se ve enfrentado a múltiples alternativas en su elección.

La especificación de los modelos de respuesta múltiple está determinada por el tipo de función de distribución utilizada, por el proceso seguido al efectuar la elección (ordenado o secuencial) y por la naturaleza de los regresores, es decir, características de la elección y de los agentes.²⁶

²⁶ Microeconometría y decisión. p. 21

Un estudio hecho por Benito (2001) muestra la metodología adoptada por el banco de Inglaterra para analizar el riesgo de crédito de las corporaciones y de los hogares permitiendo hacer un análisis desde los estados financieros tanto de las corporaciones y de los hogares. Uno de los objetivos actuales del banco de Inglaterra es desarrollar un criterio más cuantitativo para la medición y análisis de riesgos y la estabilidad financiera en el Reino Unido. Este estudio hace un acercamiento para determinar riesgos en los sectores corporativos y de los hogares británicos, que juntos explican la mitad de las deudas totales británicas del sector bancario. El acercamiento liga estas exposiciones a los factores macroeconómicos dominantes, pero también considera las influencias microeconómicas que se presentan en la distribución de la deuda entre las compañías y los hogares individuales. El estudio también demuestra cómo el marco regulatorio se puede utilizar para la vigilancia regular, en la generación de proyecciones y el análisis de los riesgos a esas proyecciones, para la exploración e investigación de diferentes pruebas.

4. ESPECIFICACION DEL MODELO DE RESPUESTA MULTIPLE ORDENADO

El modelo de respuesta múltiple ordenado relaciona la variable Y_i con las variables X_{2i}, \dots, X_{ki} a través de la siguiente ecuación:

$$Y_i^* = X_i\beta + \mu_i = Z_i + \mu_i$$

Donde:

Y_i^* : Es una variable latente (no observada) que cuantifica las distintas categorías de riesgo en el modelo de crédito.

Z_i : Es una función no lineal de tipo logístico.

$X_i\beta$: Es una combinación lineal de las variables o características que se denomina índice del modelo y se denota por Z_i .

μ_i : Es una variable aleatoria.

Para los valores de la variable real u observada, Y_i que mide las distintas categorías de riesgo de crédito que tomara distintos valores según sea la mora de los diferentes afiliados, el esquema de la variable se fundamenta de acuerdo con el siguiente esquema dado por la Superfinanciera.

“Categoría “AA””: Los créditos ya otorgados que no presenten mora superior a 29 días en sus obligaciones contractuales, esto es entre 0 y 29 días en mora.

“Categoría “A””: Los créditos ya otorgados que presenten mora superior o igual a 30 días e inferior a 60 días en sus obligaciones contractuales, esto es entre 30 y 59 días en mora.

“Categoría “BB” Los créditos ya otorgados que presenten mora superior o igual a 60 días e inferior a 90 días en sus obligaciones contractuales, esto es entre 60 y 89 días en mora.

“Categoría “B” Los créditos ya otorgados que presenten mora superior o igual a 90 días e inferior a 120 días en sus obligaciones contractuales, es decir entre 90 y 119 días en mora.

“Categoría “CC” Los créditos ya otorgados que presenten mora superior o igual a 120 días e inferior a 150 días en sus obligaciones contractuales, es decir entre 120 y 149 días en mora”. Siendo las cinco alternativas entre las cuales el evaluador de crédito debe decidir²⁷.

Se introduce una categoría adicional para los créditos que presenten una mora superior o igual a 150 días.

En términos de la variable latente podemos plantear el problema así: Para los valores de la variable real u observada, Y_i que mide las distintas categorías de riesgo de crédito, el esquema de la variable se fundamenta de acuerdo con el siguiente comportamiento:

²⁷ La Superfinanciera según la circular externa 035 de 2006

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{si } Y_i^* \leq C_1 \\ 1 & \text{si } C_1 < Y_i^* \leq C_2 \\ 2 & \text{si } C_2 < Y_i^* \leq C_3 \\ 3 & \text{si } C_3 < Y_i^* \leq C_4 \\ 4 & \text{si } C_4 < Y_i^* \leq C_5 \\ 5 & \text{si } Y_i^* > C_5 \end{cases}$$

Cada una de estas categorías representa los días de vencimiento de la cartera morosa de crédito, la cual va a representar el riesgo de incumplimiento de los individuos para lo cual el analista de crédito deberá tomar la decisión de conceder un préstamo o no de acuerdo a la probabilidad observada y a las características de los individuos de acuerdo a un patrón de comportamiento.

La probabilidad de elegir cada una de las categorías de Y_i vienen definidas por la siguiente relación para un modelo logit ordenado:

Para la categoría 0:

$$\begin{aligned} \text{prob}(Y_i = 0 | X_i, \beta, C) &= P(Y_i^* \leq C_1) \\ &= P(X_i\beta + U_i \leq C_1) \\ &= P(U_i \leq C_1 - X_i\beta) \end{aligned}$$

$$\text{prob}(Y_i = 0 | X_i, \beta, C) = F(C_1 - X_i\beta)$$

Para la categoría 1 se tiene entonces:

$$\text{Prob}(Y_i = 1 | X_i, \beta, C) = P(C_1 \leq Y_i^* \leq C_2)$$

$$\begin{aligned}
&= P(Y_i^* \leq C_2) - P(Y_i^* \leq C_1) \\
&= P(X_i\beta + U_i \leq C_2) - P(X_i\beta + U_i \leq C_1) \\
&= P(U_i \leq C_2 - X_i\beta) - P(U_i \leq C_1 - X_i\beta) \\
\text{prob}(Y_i = 1|X_i, \beta, C) &= F(C_2 - X_i\beta) - F(C_1 - X_i\beta)
\end{aligned}$$

Para la categoría 2:

$$\begin{aligned}
\text{prob}(Y_i = 2|X_i, \beta, C) &= P(Y_i^* \leq C_3) - P(Y_i^* \leq C_2) \\
&= P(X_i\beta + U_i \leq C_3) - P(X_i\beta + U_i \leq C_2) \\
&= P(U_i \leq C_3 - X_i\beta) - P(U_i \leq C_2 - X_i\beta) \\
\text{prob}(Y_i = 2|X_i, \beta, C) &= F(C_3 - X_i\beta) - F(C_2 - X_i\beta)
\end{aligned}$$

Para la categoría 3:

$$\begin{aligned}
\text{prob}(Y_i = 3|X_i, \beta, C) &= P(Y_i^* \leq C_4) - P(Y_i^* \leq C_3) \\
&= P(X_i\beta + U_i \leq C_4) - P(X_i\beta + U_i \leq C_3) \\
&= P(U_i \leq C_4 - X_i\beta) - P(U_i \leq C_3 - X_i\beta) \\
\text{prob}(Y_i = 3|X_i, \beta, C) &= F(C_4 - X_i\beta) - F(C_3 - X_i\beta)
\end{aligned}$$

Para la categoría 4:

$$\begin{aligned} \text{prob}(Y_i = 4|X_i, \beta, C) &= P(Y_i^* \leq C_5) - P(Y_i^* \leq C_4) \\ &= P(X_i\beta + U_i \leq C_5) - P(X_i\beta + U_i \leq C_4) \\ &= P(U_i \leq C_5 - X_i\beta) - P(U_i \leq C_4 - X_i\beta) \\ \text{prob}(Y_i = 4|X_i, \beta, C) &= F(C_5 - X_i\beta) - F(C_4 - X_i\beta) \end{aligned}$$

Para la categoría 5:

$$\begin{aligned} \text{prob}(Y_i = 5|X_i, \beta, C) &= P(Y_i^* \geq C_5) \\ &= P(X_i\beta + U_i \geq C_5) \\ &= P(U_i \geq C_5 - X_i\beta) = 1 - P(C_5 - X_i\beta) \\ \text{prob}(Y_i = 5|X_i, \beta, C) &= 1 - F(C_5 - X_i\beta) \end{aligned}$$

Donde $F(\cdot)$ es la función de distribución logística o de densidad acumulada de la especificación del modelo.

Los valores de C_m y los valores de β se estiman conjuntamente mediante el método de máxima verosimilitud y se debe cumplir con la siguiente restricción:

$$C_1 < C_2 < C_3 < C_4 < C_5$$

Para el caso de que la función sea la de la normal, es decir, que el modelo especificado sea el probit ordenado, la probabilidad de elegir cada una de las

categorías del riesgo de crédito Y_i se puede reescribir y vendrá definida por la siguiente relación:

Para la categoría 0:

$$prob(Y_i = 0|X_i, \beta, C) = P(Y_i^* \leq C_1)$$

$$= P(X_i\beta + U_i \leq C_1)$$

$$= P(U_i \leq C_1 - X_i\beta)$$

$$prob(Y_i = 0|X_i, \beta, C) = \Phi(C_1 - X_i\beta)$$

Para la categoría 1 se tiene entonces:

$$Prob(Y_i = 1|X_i, \beta, C) = P(C_1 \leq Y_i^* \leq C_2)$$

$$= P(Y_i^* \leq C_2) - P(Y_i^* \leq C_1)$$

$$= P(X_i\beta + U_i \leq C_2) - P(X_i\beta + U_i \leq C_1)$$

$$= P(U_i \leq C_2 - X_i\beta) - P(U_i \leq C_1 - X_i\beta)$$

$$prob(Y_i = 1|X_i, \beta, C) = \Phi(C_2 - X_i\beta) - \Phi(C_1 - X_i\beta)$$

Para la categoría 2:

$$prob(Y_i = 2|X_i, \beta, C) = P(Y_i^* \leq C_3) - P(Y_i^* \leq C_2)$$

$$= P(X_i\beta + U_i \leq C_3) - P(X_i\beta + U_i \leq C_2)$$

$$= P(U_i \leq C_3 - X_i\beta) - P(U_i \leq C_2 - X_i\beta)$$

$$prob(Y_i = 2|X_i, \beta, C) = \Phi(C_3 - X_i\beta) - \Phi(C_2 - X_i\beta)$$

Para la categoría 3:

$$prob(Y_i = 3|X_i, \beta, C) = P(Y_i^* \leq C_4) - P(Y_i^* \leq C_3)$$

$$= P(X_i\beta + U_i \leq C_4) - P(X_i\beta + U_i \leq C_3)$$

$$= P(U_i \leq C_4 - X_i\beta) - P(U_i \leq C_3 - X_i\beta)$$

$$prob(Y_i = 3|X_i, \beta, C) = \Phi(C_4 - X_i\beta) - \Phi(C_3 - X_i\beta)$$

Para la categoría 4:

$$prob(Y_i = 4|X_i, \beta, C) = P(Y_i^* \leq C_5) - P(Y_i^* \leq C_4)$$

$$= P(X_i\beta + U_i \leq C_5) - P(X_i\beta + U_i \leq C_4)$$

$$= P(U_i \leq C_5 - X_i\beta) - P(U_i \leq C_4 - X_i\beta)$$

$$prob(Y_i = 4|X_i, \beta, C) = \Phi(C_5 - X_i\beta) - \Phi(C_4 - X_i\beta)$$

Para la categoría 5:

$$prob(Y_i = 5|X_i, \beta, C) = P(Y_i^* \geq C_5)$$

$$= P(X_i\beta + U_i \geq C_5)$$

$$= P(U_i \geq C_5 - X_i\beta) = 1 - P(C_5 - X_i\beta)$$

$$prob(Y_i = 5|X_i, \beta, C) = 1 - \Phi(C_5 - X_i\beta)$$

4.1 INTERPRETACION DEL MODELO ORDENADO

La interpretación de los modelos ordenados se puede efectuar a través de las derivadas parciales o efectos marginales. En este caso los efectos marginales corresponden a la variación de la probabilidad, para cada categoría que tome el grado de riesgo de crédito de una cartera, ante cambios en los regresores y se representan de la siguiente forma:

$$\frac{\partial \text{prob}(Y_i = 0)}{\partial X_k} = -\Phi(C_1 - X_i\beta)\beta_k$$

$$\frac{\partial \text{prob}(Y_i = 1)}{\partial X_k} = -\Phi(C_2 - X_i\beta)\beta_k + \Phi(C_1 - X_i\beta)\beta_k$$

$$\frac{\partial \text{prob}(Y_i = 2)}{\partial X_k} = -\Phi(C_3 - X_i\beta)\beta_k + \Phi(C_2 - X_i\beta)\beta_k$$

$$\frac{\partial \text{prob}(Y_i = 3)}{\partial X_k} = -\Phi(C_4 - X_i\beta)\beta_k + \Phi(C_3 - X_i\beta)\beta_k$$

$$\frac{\partial \text{prob}(Y_i = 4)}{\partial X_k} = -\Phi(C_5 - X_i\beta)\beta_k + \Phi(C_4 - X_i\beta)\beta_k$$

$$\frac{\partial \text{prob}(Y_i = 5)}{\partial X_k} = -\Phi(C_5 - X_i\beta)\beta_k + \Phi(C_4 - X_i\beta)\beta_k$$

Es preciso destacar, que en general, los coeficientes estimados en los modelos ordenados no cuantifican directamente el incremento en la probabilidad dado el aumento unitario en la correspondiente variable independiente. La magnitud de la variación en la probabilidad depende del nivel inicial de esta y, por ende, de los valores iniciales de todos y cada uno de los regresores y de sus coeficientes. Entonces, mientras el signo de los coeficientes indica perfectamente la dirección del cambio (en este caso, en particular, como las categorías aumentan a medida que empeora el grado del riesgo de crédito un signo negativo estaría indicando que se va del grado de riesgo alto al (grado de riesgo más bajo) la magnitud de la

variación depende del valor concreto que tome la función de densidad. Lo cual depende de la pendiente de dicha función, evaluada en un punto específico. Naturalmente, cuanto más elevada sea dicha pendiente, mayor será el impacto del cambio en el valor del regresor, el cual a su vez va a incidir en el valor de la variable latente Y_i^* .

El cociente entre la categoría de riesgo que se elija de una opción frente al resto de alternativas (no estar en mora frente a estar en mora), se mide a través de la probabilidad asignada a esta frente al resto de categorías y se le denomina odds. Que se cuantifica mediante la siguiente proporción:

$$\frac{P_i}{1 - P_i}$$

Este índice se utiliza para comparar situaciones distintas o bien para interpretar el modelo. En efecto, el cociente entre odds se emplea para comparar los diferentes grados de riesgo en que se encuentran los individuos en las distintas categorías. Podemos entonces comparar un individuo i con un individuo j con las mismas características se tiene que:

$$\frac{\frac{P_i}{1 - P_i}}{\frac{P_j}{1 - P_j}}$$

Si tenemos que odds es:

Mayor que uno: el riesgo de la situación i es más ventajosa que la de la situación j .

Menor que uno: el riesgo de la situación j es más elevado que el de la situación i .

La unidad: el riesgo de las situaciones i y j son iguales.

4.1.1 Estimación máximo verosímil del modelo logit ordenado

Antes de pasar a la estimación del modelo de respuesta múltiple ordenado se procederá a explicar como se realiza la estimación en los modelos de respuesta binaria.

La función de probabilidad conjunta de un modelo de elección discreta parte del supuesto de que se dispone de una muestra de tamaño $I (i = 1, 2 \dots, I)$ y de que, bajo la hipótesis de independencia entre los distintos individuos, y se puede expresar a través de la siguiente relación:

$$Prob(u_1 u_2 \dots u_i \dots u_I) = Prob(u_1) Prob(u_2) \dots Prob(u_i) \dots Prob(u_I) = \prod_{i=1}^I Prob(u_i)$$

De forma alternativa, utilizando la función de probabilidad en términos de la variable Y_i se tiene:

$$Prob(Y_1 Y_2 \dots Y_i \dots Y_I) = Prob(Y_1) Prob(Y_2) \dots Prob(Y_i) \dots Prob(Y_I) = \prod_{i=1}^I Prob(Y_i)$$

Teniendo en cuenta que Y_i puede tomar el valor cero o bien la unidad, y suponiendo que en primer lugar están los valores uno y detrás los cero, se obtiene:

$$\prod_{i=1}^I Prob(Y_i) = Prob(Y_1 = 1) \dots Prob(Y_i = 1) Prob(Y_{i+1} = 0) \dots Prob(Y_i = 0)$$

Dado que el número de veces que se repite $Prob(Y_i = 1)$ es $\sum_{i=1}^I Y_i$, mientras que el número de veces repite $Prob(Y_i = 0)$ es $\sum_{i=1}^I (1 - Y_i)$, y que $Prob(Y_i = 1) = P_i$ Siendo $Prob(Y_i = 0) = 1 - P_i$

Los modelos Probit y Logit se estiman por máxima verosimilitud donde cada observación es extraída de una distribución de Bernoulli. El modelo con una

probabilidad de suceso $F(X_i\beta)$ y observaciones independientes Lleva a una probabilidad conjunta o a una función de verosimilitud de la forma:

$$Prob(Y_1 = y_1, Y_2 = y_2, Y_3 = y_3, \dots, Y_n = y_n) = \prod_{i=1}^I P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1-Y_i}$$

A partir de la función de probabilidad conjunta se puede obtener la función de verosimilitud que se define como:

$$L = \prod_{i=1}^I P_i^{Y_i} (1 - P_i) = P_i^{\sum Y_i} (1 - P_i)^{\sum (1-Y_i)}$$

Sacando logaritmos a ambos lados obtenemos la función de verosimilitud que es:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = \ln L &= \sum_{i=1}^I Y_i \ln P_i + \sum_{i=j+1}^I (1 - Y_i) \ln(1 - P_i) \\ &= \sum Y_i \ln P_i + \sum (1 - Y_i) \ln (1 - P_i) \end{aligned}$$

Ahora sustituyendo P_i por su valor se obtiene el logaritmo de la función de verosimilitud. Este valor de P_i va a depender de la especificación del modelo:

- 1) En el caso del modelo logit teniendo en cuenta que el logaritmo de la función de verosimilitud se convierte en:

$$\mathcal{L} = \ln L = \sum Y_i \ln \Lambda(X_i\beta) + \sum (1 - Y_i) \ln [1 - \Lambda(X_i\beta)]$$

- 2) En el caso del modelo Probit, teniendo en cuenta que el logaritmo de la función de verosimilitud se convierte en:

$$\mathcal{L} = \ln L = \sum Y_i \ln \Phi(X_i\beta) + \sum (1 - Y_i) \ln [1 - \Phi(X_i\beta)]$$

En general, el logaritmo de la función de verosimilitud y, en particular para los modelos logit y probit no son ecuaciones lineales, con lo cual para obtener los estimadores máximo verosímiles de los parámetros se deben aplicar métodos de estimación no lineales a través de algún algoritmo de optimización.

4.1.2 Estimación modelo ordenado

La función de probabilidad conjunta de un modelo de elección múltiple ordenado parte del supuesto de que se dispone de una muestra de tamaño I ($i = 1, 2, \dots, I$) bajo la hipótesis de independencia entre los distintos individuos y se puede expresar a través de la siguiente relación:

$$Prob(\mu_1 \mu_2 \dots \mu_i \dots \mu_I) = Prob(\mu_1) Prob(\mu_2) \dots Prob(\mu_i) \dots Prob(\mu_I) = \prod_{i=1}^I Prob(\mu_i)$$

De forma alternativa, utilizando la función de probabilidad en términos de la variable Y_i , se tiene:

$$Prob(Y_1 Y_2 \dots Y_i \dots Y_I) = \prod_{i=1}^I Prob(Y_i)$$

Teniendo en cuenta que Y_i puede tomar el valor cero, uno, dos, tres, cuatro, ..., se obtiene:

$$= \prod_{i \in Y_i=0}^I Prob(Y_i = 0) \prod_{i \in Y_i=1}^I Prob(Y_i = 1) \prod_{i \in Y_i=2}^I Prob(Y_i = 2) \prod_{i \in Y_i=3}^I Prob(Y_i = 3) \dots$$

A partir de la función de la probabilidad conjunta anterior se puede obtener la función de verosimilitud, que se define como:

$$L = \prod_{i \in Y_i=0}^I \text{Prob}(Y_i = 0) \prod_{i \in Y_i=1}^I \text{Prob}(Y_i = 1) \prod_{i \in Y_i=2}^I \text{Prob}(Y_i = 2) \dots$$

Mientras que el logaritmo de la función de verosimilitud es:

$$\mathcal{L} = \ln L = \sum_{i \in Y_i=0}^I \text{Prob}(Y_i = 0) + \sum_{i \in Y_i=1}^I \text{Prob}(Y_i = 1) + \sum_{i \in Y_i=2}^I \text{Prob}(Y_i = 2) \dots$$

Al sustituir en la expresión anterior la probabilidad de cada opción, $\text{Prob}(Y_i = \dots)$; se obtiene el logaritmo de la función de verosimilitud del modelo ordenado.

4.1.3 Contraste individual de un coeficiente

Dadas las propiedades estadísticas del estimador máximo verosímiles y su distribución asintótica según una normal, se puede plantear el siguiente contraste de hipótesis sobre un coeficiente de regresión aislado.

En efecto, dado un grado de significancia de α se acepta la hipótesis nula sobre β_k con una probabilidad de $(1 - \alpha)$ si se cumple la desigualdad probabilística siguiente:

$$\text{Prob} \left(-N_{\alpha/2} < \frac{\hat{\beta}_k - \beta_k}{S_{\hat{\beta}_k}} < N_{\alpha/2} \right) = 1 - \alpha$$

4.1.4 Pruebas estadísticas basadas en la función de verosimilitud y en el logaritmo de la función de verosimilitud (log likelihood)

A partir de la función de verosimilitud estimada de los residuos o bien de su logaritmo:

$$\mathcal{L}(\beta, \sigma^2) = \text{Ln}[L(\beta, \sigma^2)] = \frac{-I}{2} \text{Ln} 2\pi - \frac{I}{2} \text{Ln} \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum (1 - F(\beta x_i))^2$$

Se pueden construir distintos contrastes de hipótesis. El criterio general para la elección entre distintos modelos es el siguiente: se prefiere aquel modelo que presente un valor de la función de verosimilitud mayor.

Además, a partir de la función de verosimilitud se pueden construir distintos contrastes de hipótesis. Entre otros cabe destacar el de la razón de verosimilitud, que sirve para docimar hipótesis entre dos modelos que representan la misma variable endógena. El primer modelo se estima bajo la hipótesis nula (modelo con restricciones), cuya función de verosimilitud se denota por L_{cr} : mientras que el segundo modelo se estima bajo la hipótesis alternativa (modelo sin restricciones), cuya función de verosimilitud se denota por L_{sr} : A partir de estas dos funciones de verosimilitud (L_{cr} y L_{sr}) se construye la razón de verosimilitud entre ambas funciones. Que se define como:

$$LR = -2\text{Ln}(\lambda) = -2\text{Ln}\left(\frac{L_{CR}}{L_{SR}}\right) = -2(\text{Ln}L_{CR} - \text{Ln}L_{SR})$$

El estadístico $-2\text{Ln}(\lambda)$ se distribuye según una χ^2 con un número de grados de libertad igual al número de restricciones.

4.1.5 R^2 DE MCFADDEN (1974) (Mc Fadden R-squared)

Es una medida alternativa que mide la bondad del ajuste del modelo a los datos y que fue propuesto por Mc Fadden en el año de 1974. Este se define como:

$$R^2_{McFadden} = 1 - \frac{\ln L_{SR}}{\ln L_{CR}}$$

Donde, $\ln L_{CR}$ es el logaritmo de la función de verosimilitud del modelo restringido (con restricciones) que se obtiene bajo la hipótesis nula:

$$H_0: \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = \dots = \beta_k = 0$$

El estadístico propuesto no tiene una interpretación tan directa como el R^2 en el modelo de regresión lineal. En concreto, toma el valor uno cuando la predicción es perfecta, es decir, la probabilidad estimada de que se produzca el evento es uno cuando este efectivamente se produzca y cero cuando no se produzca el evento. Por otra parte, el estadístico tomara el valor de cero cuando ambas funciones de verosimilitud sean iguales. El problema es que, fuera de estos dos valores extremos, el estadístico no tiene un significado tan intuitivo como el coeficiente de determinación. En realidad, lo que este estadístico mide es el porcentaje de “incertidumbre” en los datos explicada por el modelo.

AKaike (1973) propone una corrección a los estadísticos anteriores por el número de parámetros del modelo (coeficientes de regresión). La expresión del estadístico de Akaike (AIC) es:

$$AIC = \frac{2K}{I} - \frac{2\mathcal{L}}{I}$$

Y sirve para comparar la bondad del ajuste entre dos modelos. Según este criterio es preferible aquel modelo que presente un valor del AIC menor.

Una alternativa al criterio propuesto por Akaike es el propuesto por Schwarz (1978) que se define como:

$$SC = Schwarz = \frac{K * LnI}{I} - \frac{2\mathcal{L}}{I}$$

Dicho estadístico, al igual que el AIC de Akaike, sirve para comparar la bondad del ajuste entre dos modelos (no es necesario que presenten la misma variable endógena). En este caso se tiene en cuenta explícitamente el tamaño de la muestra. Según este criterio es preferible aquel modelo que presente un valor del estadístico de Schwarz menor.

Otra alternativa al criterio propuesto por Akaike es el propuesto por Hannan-Quinn (1979) que se define como:

$$H - Q = Hannan - Quinn = \frac{2 * K * Ln(LnI)}{I} - \frac{2\mathcal{L}}{I}$$

Dicho estadístico, al igual que el AIC de Akaike sirve para comparar la bondad del ajuste entre dos modelo. En este caso se tiene en cuenta explícitamente el tamaño de la muestra. Según el criterio es preferible aquel modelo que presente un valor del estadístico de Hannan-quinn menor.

5. PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO A PARTIR DE UN MODELO LOGIT ORDENADO

Dado que se considera un período bastante normal para evaluar la cartera de crédito personal de la caja de compensación familiar Comfama, que abarca el mes de agosto de 2007 el objetivo es hallar los determinantes de la probabilidad de que una persona natural le incumpla a la caja de compensación familiar con el pago de sus obligaciones, es relevante en la medida en que cada uno de estos factores puede convertirse en una herramienta de alerta temprana para detectar cambios en el riesgo de crédito.

A pesar de que la cartera coincide con el deterioro de las actividades de intermediación, al menos para la cartera comercial privada, con la situación del crecimiento del consumo con crédito, el entorno macroeconómico y las características de los créditos da un primer indicio de que estas variables pueden estar relacionadas. El ejercicio econométrico presentado en esta sección constituye una herramienta adicional para responder a este interrogante. Para hallar los determinantes de la probabilidad de incumplimiento se estimó un modelo logit multinomial, y posteriormente, se llevaron a cabo predicciones con el fin de calcular la probabilidad de incumplimiento para cada uno de los créditos y los meses considerados.

5.1 VARIABLES DEL MODELO

Las variables consideradas en el modelo se definen de la siguiente manera:

DEFAULT: es la variable dependiente que representa el incumplimiento y está dada en categorías de riesgo definidas en sus diferentes grados así:

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{si } Y_i^* \leq C_1 \\ 1 & \text{si } C_1 < Y_i^* \leq C_2 \\ 2 & \text{si } C_2 < Y_i^* \leq C_3 \\ 3 & \text{si } C_3 < Y_i^* \leq C_4 \\ 4 & \text{si } C_4 < Y_i^* \leq C_5 \\ 5 & \text{si } Y_i^* > C_5 \end{cases}$$

PLAZO: es la variable que define el tiempo de duración del crédito dado en meses.

TASA DE INTERES: es la tasa o precio del crédito a la cual se presta el monto de dinero correspondiente dada en %. Mensual.

SEXO: es una variable dummy que representa el sexo de la persona que hace el crédito y que se define con 1 si es hombre o 0 si es mujer.

ANTIGÜEDAD: es una variable que representa la antigüedad laboral de la persona en la empresa donde labora y es representada en número de años.

GARANTIA: es una variable que representa la forma en que una persona respalda la deuda o el crédito y es dummy 1 si la persona tiene garantía y 0 sin garantía.

5.2 MODELO MULTINOMIALES

Los modelos con variable dependiente discreta pueden ser binomiales o multinomiales. Los modelos binomiales son aquellos en los que la variable dependiente puede tomar solamente dos valores, uno si un evento tiene lugar y cero en caso contrario. La probabilidad de que este evento ocurra, es por lo general, función de una serie de variables explicativas x_i y de un vector de

parámetros desconocidos. En el caso de los modelos multinomiales se consideran más de dos posibles respuestas o alternativas y es por esto que los modelos binomiales pueden ser considerados un caso particular de los modelos multinomiales. Existen diferentes modelos multinomiales que pueden ser clasificados a partir de tres criterios distintos: dependiendo de las formas funcionales de las probabilidades, tal y como sucede con los modelos *probit* y *logit* en el caso binomial; de acuerdo con la variación de los regresores, es decir, si estos cambian por alternativas para un individuo en particular o son constantes por alternativas; y dependiendo de la existencia o no de un orden en las alternativas. Dadas las características de la información, el modelo elegido fue el *logit ordenado*. Como se verá más adelante, las alternativas de la variable dependiente en este modelo están definidas por la calificación de los créditos (A, B, C, D, E) y es evidente que entre ellas existe un orden natural. Si tal orden existe, es óptimo sacar provecho de esta condición.

5.3 CARACTERISTICAS DE LA ESTIMACION

La estimación del modelo *logit ordenado* se llevó a cabo de la siguiente manera: Los individuos son cada uno de los créditos de los individuos mismos. El período de estimación es el mes de agosto de 2007.

El modelo definitivo se presenta en la siguiente tabla, como se puede observar mirando el test de wald todas las variables resultan ser conjuntamente significativas y si miramos el estadístico de prueba z utilizado para contrastar significancia individual, cada una de las variables resulta ser individualmente significativa, ahora analicemos el signo encontrado para cada una de las variables, como podemos observar a mayor plazo mayor probabilidad de incumplimiento ya que entre mas tiempo dura el crédito la probabilidad de que el individuo se quede sin trabajo es mayor , a mayor tasa de interés mayor probabilidad de incumplimiento ya que esta variable representa el costo del dinero en el tiempo . El

hecho de ser hombre con relación a ser mujer, manteniendo lo demás constante implica una mayor probabilidad de incumplimiento. A mayor antigüedad menor probabilidad de incumplimiento ya que los individuos que tienen mayor experiencia en las empresas tienen garantías mayores. Y el hecho de tener garantía con relación a no tenerla, manteniendo lo demás constante implica una mayor probabilidad de incumplimiento.

Tabla 6. Estimación del modelo logit ordenado

Ordered probit regression		Number of obs = 13956		Wald chi2(5) = 383.00		Prob > chi2 = 0.0000	
Log pseudolikelihood = -6870.3831							
default	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]		
plazo	.0065021	.0013837	4.70	0.000	.0037901	.009214	
tasainter	1.130449	.1480041	7.64	0.000	.8403665	1.420532	
dummysexo	.1233882	.0291624	4.23	0.000	.0662309	.1805455	
antigedad	-.0571787	.0039767	-14.38	0.000	-.0649729	-.0493845	
garantia	-.1460072	.0418479	-3.49	0.000	-.2280276	-.0639868	
/cut1	2.798598	.2453368			2.317746	3.279449	
/cut2	2.914945	.2449944			2.434764	3.395125	
/cut3	2.986371	.2448653			2.506444	3.466298	
/cut4	3.059916	.2449954			2.579734	3.540098	
/cut5	3.136494	.2448303			2.656636	3.616353	

5.4 EFECTOS MARGINALES DEL MODELO LOGIT

Hora analicemos los efectos marginales para el caso en el cual $P(Y=0)$ teniendo presente las características de una persona promedio, si el plazo incrementa en un mes del promedio de 25.89 meses, la probabilidad de que esta persona cumpla con sus obligaciones disminuye en 0.11%. Si la tasa de interés aumenta en 1% del promedio del 1.44%, la probabilidad de que esta persona cumpla disminuye en 20.18%. Un hombre tiene un 2.16% mayor probabilidad de incumplir que una mujer. Si la antigüedad aumenta en un año del promedio de 5.23 años, la probabilidad de cumplir aumenta en 1.02%. El no tener garantía tiene un 2.53% mayor de probabilidad de cumplir que una persona que si la tenga.

Por ultimo una persona promedio tiene una probabilidad de cumplir de 0.89.

Tabla 7. Efectos marginales

Marginal effects after oprobit							
$y = \text{Pr}(\text{default}=0) (\text{predict}, \text{outcome}(0))$							
$= .89756799$							
Variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]		
plazo	-.0011613	.00024	-4.77	0.000	-.001639	-.000684	25.8974
tasainteres	-.2018963	.02552	-7.91	0.000	-.251923	-.151869	1.44739
dummysexo*	-.0216739	.00503	-4.31	0.000	-.031538	-.01181	.608197
antigüedad	.010212	.00066	15.42	0.000	.008914	.01151	5.23416
garantia*	.0253213	.00711	3.56	0.000	.011379	.039264	.339496
(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1							

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se desarrollo un modelo logit ordenado para el cálculo de la probabilidad de incumplimiento crediticio a partir de los parámetros propuestos por el comité de Basilea II, el cual considera la gestión de riesgos como el elemento fundamental para el desarrollo de la actividad de intermediación financiera. A su vez, el modelo se desarrollo teniendo en cuenta las exigencias que la Superintendencia Bancaria de Colombia hace a los bancos y establecimientos de crédito, previniendo así balances perjudiciales en momentos de crisis financieras.

La presencia de crisis financieras frecuentes, resultado de momentos de incertidumbre por parte de los agentes, hace necesario que los establecimientos de crédito tengan una provisión de capitales adecuada, que vaya acorde con la posibilidad de pago o no de un cliente, pero que también permita mitigar riesgos tanto particulares como generales, ya que no sólo se perjudica una compañía como tal; sino posiblemente todo un sector de la economía, afectando variables macroeconómicas fundamentales como la producción, el empleo y el crecimiento económico.

En la metodología se incluyeron dos elementos fundamentales: el modelo logit ordenado y el cálculo de la pérdida en el momento que se dé el incumplimiento. Esta combinación nos permite conocer la pérdida esperada de un crédito. A partir de esto, las entidades de crédito pueden decidir con más certeza si conceder o no un préstamo, y en caso afirmativo aprovisionar la pérdida esperada desde el momento del otorgamiento hacia adelante, mantenido en toda la vida de las obligaciones crediticias de los clientes la provisión correspondiente de acuerdo con el saldo de la operación y el riesgo que represente dentro de la cartera de créditos de la entidad.

En economías emergentes, entre ellas Colombia, no es muy común encontrar calificaciones de riesgo para todas las empresas, excepto para aquellas empresas grandes reconocidas mundialmente, con ciertos montos de transacciones internacionales a través de importaciones y exportaciones. Este modelo permite por tanto, asignar calificaciones de riesgo a cada empresa cliente o prospecto de cliente, sea pequeña, mediana o grande, o inclusive a personas naturales.

La Superintendencia Financiera propone un modelo de referencia para la cartera comercial que puede desconocer el comportamiento interno de los clientes de determinada entidad, lo que llevaría a que se produzcan unos requerimientos de capitales mayores ocasionando un deterioro en las utilidades que no es necesario. Debido a esto las entidades deberían empezar a desarrollar modelos internos que les permitan mantener evaluados permanentemente los riesgos implícitos en su cartera de créditos.

En la actualidad se cuenta con diferentes metodologías para calcular las probabilidades de incumplimiento como modelos expertos, paramétricos o condicionales. Los modelos expertos se basan en criterios subjetivos propios de la experiencia de un analista de crédito, bajo los paramétricos la probabilidad de incumplimiento se determina teniendo en cuenta ciertas variables predeterminadas de acuerdo con cada modelo en particular, que en ocasiones no son aplicables a todos los clientes lo cual es un factor limitante. Por esta razón en este trabajo utilizamos la tercera metodología, en la que se desarrolla un análisis basado en las relaciones de causalidad entre las variables propias de la entidad objeto de estudio y la relación que éstas tienen en la predicción del default.

La industria bancaria es uno de los principales actores en la economía. Su actividad principal es la intermediación financiera. Esto lo realiza, entre otras actividades, a través de la inversión crediticia. Al otorgar crédito está sujeto a una serie de riesgos, el mayor de ellos es el riesgo de crédito. El riesgo de crédito, en

lugar de evitarse, debe gestionarse adecuadamente para generar una rentabilidad que compense. En esta gestión una de las fases más importantes es la medición del riesgo de crédito. Los reguladores han desarrollado una serie de normas para asegurarse que las instituciones financieras cuentan con un capital suficiente para afrontar pérdidas inesperadas sin poner en peligro al sistema. La regulación de más amplia aceptación ha sido el Acuerdo de Capital de Basilea, extendido a más de 100 países convirtiéndose en la mayoría de ellos en norma de obligado cumplimiento a través de los bancos centrales respectivos. Esta a punto de terminarse un Nuevo Acuerdo que realiza una medición más sensible al riesgo. Su gran novedad es la posibilidad de que las instituciones financieras, previa autorización del supervisor, puedan utilizar sus propios sistemas de rating internos para efectuar esa medición y en consecuencia cumplir con los requerimientos de capital. La propuesta hecha por el Comité de Basilea no está exenta de críticas. De hecho, el último Documento de Consulta emitido en abril 2003, está abierto a sugerencias hasta el 31 de julio de 2003. No son pocas las instituciones financieras públicas y privadas, las consultoras y los profesores universitarios que han hecho sus aportaciones en las anteriores consultas. Quedando abierto un gran campo de actuación para académicos y consultores, quienes tiene la oportunidad de colaborar con las instituciones financieras (Bancos y Cajas de Ahorros) en el desarrollo de sistemas de rating internos para la medición del riesgo de crédito y el cálculo de los requerimientos de capital con base en Basilea II.

BIBLIOGRAFIA

AGUDELO VIANA, Gabriel (2004). Modelo Logístico de Riesgo de crédito Coltefinanciera S.A.

AMAYA, C.; OROZCO, I. y MARTÍNEZ, O. (2006). El riesgo de crédito: respuestas de la regulación y de las instituciones privadas. Mimeo.

ARANGO, J.P.; ZAMUDIO, N. y OROZCO I. (2005). Riesgo de crédito: un análisis desde las firmas.

AVELLA, M.; MUÑOZ, S. y PINEROS, H. (2004). Los acuerdos bancarios de Basilea en perspectiva.

BANCO DE LA REPÚBLICA. Reporte de Estabilidad Financiera, Diciembre 2006.

BANCO DE PAGOS INTERNACIONALES (2004). Comité de Supervisión Bancaria de Basilea: Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Basilea.

BENITO, A.; WHITLEY, J. y YOUNG, G. (2001). «Analysing corporate and household sector balance sheets», *Financial Stability Review*, diciembre,

BENITO, A. y VLIEGHE, G. (2000). Stylized facts on UK corporate financial health: evidence from micro-data. *Financial Stability Review*, Junio. Bank of England.

BORRAS, Bernardí; SANCHO, Amparo y SERRANO, Guadalupe (2001). *Microeconometría y decisión*. Madrid: Ediciones Pirámide.

CAMERON, A. y TRIVEDI, P. (2005). Microeconometrics, methods and applications. Cambridge University Press. 1 ed.

COMITÉ DE BASILEA SOBRE SUPERVISIÓN BANCARIA (1999). Credit risk modeling: current practices and applications.

FERNÁNDEZ CASTAÑO, Horacio y PÉREZ RAMÍREZ, Freddy Ocaris. El modelo logístico: Una herramienta estadística para evaluar el riesgo de crédito. En: Revista de Ingeniería Universidad de Medellín. Vol. 4. No 6 (ene – jun. 2005).

GÓMEZ, J.E.; OROZCO, I. y ZAMUDIO, N. (2006). Análisis de la probabilidad condicional de incumplimiento de los mayores deudores privados del sistema financiero colombiano. Reporte de estabilidad financiera, Septiembre. Banco de la República.

GUJARATI, Damodar N. (2003). Econometría. 4 ed. Colombia: Mc Graw-Hill

MÁRQUEZ, J. (2006). Una nueva visión del riesgo de crédito. 1 ed, México

MARTÍNEZ, O. (2003). Determinantes de fragilidad en las empresas colombianas. Borradores de Economía No. 259. Banco de la República.

OTERO, Ricardo León (2003). Nuevo Acuerdo de Basilea: Aspectos críticos y desafíos para su implantación en Colombia. II Congreso de Riesgo Financiero. Cartagena de Indias,

PINDYCK, Robert y RUBINFELD, Daniel (2001). Microeconomía, Capítulo 5. 5 ed. España: Prentice.

PULIDO, Antonio (1993). Modelos Econométricos. Madrid: Ediciones Pirámide.

SUPERINTENDENCIA BANCARIA DE COLOMBIA (2005). Modelo de referencia de la SBC para la medición de las pérdidas esperadas en la cartera comercial. Documento técnico. Dirección técnica, Grupo SARC.

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA (2005). Reglas relativas a la gestión del riesgo crediticio. Capítulo II.

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA. Carta circular externa, 014 y 030 (2003); 001, 002, 004, 005, 008, 014, 020, 021, 022, 031, 035 y 052 (2005); 059 (2006)

_____ Reglas relativas a la gestión de riesgo crediticio. Anexo III: Modelo de Referencia de la Cartera Comercial. Reglas sobre la clasificación y calificación del riesgo de crédito. Circular Externa 020 y 035 (2005).

_____ Reglas relativas a la gestión de riesgo crediticio. Anexo III: Modelo de Referencia de la Cartera Comercial. Reglas sobre la clasificación y calificación del riesgo de crédito. Circular Externa 035 (2005).

TENJO, F. y LÓPEZ, E. (2002). Burbuja y estancamiento del crédito en Colombia. Borradores de Economía No. 215. Banco de la República.

ZAPATA GALINDO, Alexander. Modelando el Riesgo de Crédito en Colombia: matrices de transición para la cartera comercial. En: Apuntes de Banca y Finanzas. Asobancaria. Bogotá. No. 6. (Ene 2003).

Documento de Divulgación del Manual de Supervisión del SARC. Carta circular externa 031 (2002), 052 (2004) y 011 (2002). [En línea]. Disponible en: <<http://www.superbancaria.gov.co/comunicadosypublicaciones/supervisionsarc0805.pdf>>