

Determinantes de la Probabilidad de Incumplimiento de las Empresas Colombianas *

Nancy Eugenia Zamudio Gómez

Resumen

En este documento se caracteriza el endeudamiento del sector corporativo privado con el sistema financiero durante el período 1998-2005, y se hallan los determinantes de la probabilidad de que una empresa colombiana incumpla con el pago las obligaciones que ha contraído con este. A través de un modelo *logit multinomial* se encontró que la probabilidad de incumplimiento está asociada a indicadores financieros como la liquidez, al número de entidades con los que las empresas tienen créditos y a las características crediticias como los plazos, las garantías y el tipo de establecimiento de crédito. Las predicciones muestran que la probabilidad de incumplimiento se incrementó durante la crisis de finales de la década pasada y en el último año se encuentra en niveles históricamente bajos.

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

Clasificación JEL: G21, G33, G38, C25.

*Este documento fue presentado como requisito para optar al título de Magíster en Economía de la Universidad de los Andes. Agradezco especialmente a mi asesor Fernando Tenjo por su colaboración y sus consejos, y a Diego Vásquez y Munir Jalil por su ayuda en la parte econométrica. Además quiero agradecer a Felipe Lega por todo su apoyo con la organización de las bases de datos y al Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República por las discusiones sobre el tema y su apoyo constante e incondicional. El contenido de este trabajo no compromete al Banco de la República ni a su Junta Directiva. Los errores y omisiones son exclusividad del autor.

1. Introducción

El riesgo es un conjunto de eventos aleatorios que puede tener un impacto adverso sobre el valor de una firma. El riesgo de crédito, en particular, está definido como la incapacidad o el no deseo de un deudor de pagar tanto el principal como los intereses de las obligaciones que ha contraído con su acreedor. En otras palabras, es el riesgo asociado con la probabilidad de quiebra o incumplimiento de la contraparte responsable de una obligación financiera.

Dadas las funciones de intermediación que cumple el sistema financiero en la economía, en la que capta recursos de agentes superavitarios y los coloca en forma de crédito a agentes deficitarios, los activos de los establecimientos de crédito están altamente expuestos a cartera. Esta función siempre implica riesgos, específicamente, riesgo de crédito. Una posición no adecuada ante la materialización de este tipo de riesgo puede resultar en una profunda crisis financiera, cuyas consecuencias son muy costosas para las economías.

Un buen ejemplo es la crisis financiera de finales de la década pasada. Según Tenjo y López(2002), la liberalización financiera y la fuerte entrada de flujos de capital generó que la cartera de créditos creciera a un ritmo acelerado durante la primera mitad de los noventa. Cuando hay una gran disponibilidad de recursos, según estos autores, es más difícil diferenciar los proyectos de inversión buenos de los malos lo que ocasiona que se otorguen créditos a clientes más riesgosos, debido a las fallas en los mecanismos de control del riesgo. Estos problemas se presentan cuando las entidades no cuentan con buenos sistemas de administración y manejo del riesgo, dejando como consecuencia incrementos en el incumplimiento por parte de los clientes, deterioro en la calidad de la cartera y reducción de las utilidades de los bancos. Estos hechos generan crisis financieras de gran intensidad las cuales pueden resultar demasiado costosas para una economía.

El riesgo de crédito es así uno de los más importantes que enfrenta el sistema financiero y por esta razón debe ser medido y monitoreado de manera eficiente y de acuerdo con las características de la economía y del momento del ciclo económico. En ese sentido el desarrollo de este documento está enfocado hacia tres objetivos: primero, hallar los determinantes de la probabilidad de incumplimiento, segundo, caracterizar el endeudamiento del sector corporativo privado durante el período 1998-2005, y tercero, calcular las probabilidades de manera

desagregada para cada uno de los créditos y los años analizados.

Caracterizar el endeudamiento e incluir estas variables como determinantes de la probabilidad de incumplimiento es de gran importancia, debido a que éstos pueden operar como indicadores de alerta temprana de cambios en las características de los deudores. Este ejercicio tiene además la ventaja de que cruza dos fuentes muy importantes de información de las empresas en Colombia, por medio de las cuales es posible incluir tanto indicadores de desempeño como características crediticias.

A partir de la estimación de un modelo *logit multinomial*, se encontró que la probabilidad de incumplimiento de los créditos de la cartera comercial está relacionada con indicadores de desempeño de las empresas, características de los créditos y variables de entorno y de ciclo económico. En particular, en cuanto a los indicadores financieros, cuando una firma es más líquida, es menor la probabilidad de que esta incumpla con el pago de sus obligaciones con el sistema financiero. En relación con las características de los créditos, mejores garantías están asociadas a mayores probabilidades de incumplimiento, los créditos con entidades distintas a los bancos comerciales tienen una mayor probabilidad y empresas relacionadas con un número más grande de entidades de crédito tienen menor probabilidad de no pagar. En cuanto al plazo, el signo del estimador de esta variable resultó positivo el cual es contrario al esperado. La variable PIB es significativa y con el signo negativo esperado, indicando que entre más crezca la economía, menor es la probabilidad de que los créditos vigentes en ese momento se deterioren en términos de calificación. Estos resultados de la estimación se mantienen ante el cambio de especificación de algunas variables y la inclusión de interacciones entre ellas.

En línea con los signos de los estimadores, las probabilidades de incumplimiento estimadas fueron mucho más altas para el período de la crisis financiera de finales de la década pasada, a partir de allí se redujeron de manera continua y alcanzaron el nivel más bajo en el año 2005. Los créditos con garantías distintas a las idóneas, contraídos con los bancos comerciales y de empresas con buena liquidez y más relaciones bancarias, reportan menores probabilidades de incumplimiento. Por sectores económicos, las empresas mineras y las comercializadoras presentaron las menores probabilidades de que sus créditos estén mal calificados, mientras que la construcción posee la mayor probabilidad.

Este documento contiene cuatro secciones adicionales a esta introducción. En la sección

2 se hace una clasificación de los modelos de riesgo de crédito y una revisión de algunas aplicaciones de estos modelos. En la sección 3 se caracteriza el endeudamiento del sector corporativo privado y se presenta una breve descripción de indicadores de desempeño de las firmas, durante el período 1998-2005. En la sección 4 se especifica el ejercicio econométrico, las variables incluidas y los principales resultados. Finalmente, en la parte 5 se concluye.

2. Una breve revisión de los modelos de riesgo de crédito

Hay una gran variedad de modelos de riesgo de crédito, los cuales pueden ser clasificados a partir de distintos criterios. Para facilitar la presentación de estos modelos, se utilizó una combinación de las clasificaciones llevadas a cabo por Jackson, Nickell y Perraudin(1999) y Márquez(2006)¹.

De acuerdo con estos autores, los modelos de riesgo de crédito se pueden clasificar de la siguiente manera²:

- Modelos estructurales.
- Modelos de forma reducida.

2.1. Modelos estructurales

El modelo de Merton(1974) es utilizado como herramienta fundamental de los modelos estructurales. Está fundamentado en el hecho de que una empresa entra en quiebra cuando el valor de sus activos cae por debajo del de sus pasivos, generando un problema de insolvencia que le impide cumplir con el pago de sus obligaciones; utiliza para este fin la estructura de capital de la empresa, el valor de mercado de sus activos y la volatilidad de los retornos de la firma. Estas variables, difíciles de estimar en algunos casos, es la razón principal por la cual funciona bien para empresas que cotizan en bolsa.

¹En esta tesis no se pretende hacer una evaluación de los modelos de riesgo de crédito, simplemente se hace una revisión con el objetivo de poner en contexto las diferentes metodologías existentes.

²En el anexo 2 se encuentra una breve explicación de los modelos de riesgo de crédito de mayor difusión a nivel internacional.

El modelo de Merton ha sido establecido como una referencia teórica y una herramienta útil para analistas encargados de la estimación de los elementos fundamentales del riesgo de crédito. Las diferencias en su aplicación están basadas en la distribución de los activos y en la definición del umbral de los pasivos que implica insolvencia del deudor. En todas las metodologías es necesario hacer supuestos y es fundamental la parte cualitativa que es determinada por el analista encargado de la medición del riesgo de crédito.

2.2. Modelos de forma reducida

Los modelos de regresión especifican ecuaciones de forma reducida, y estiman la probabilidad de incumplimiento a partir de información histórica de clientes de los establecimientos de crédito o de instrumentos de deuda que se transan en los mercados financieros. Esta probabilidad es función de un conjunto de factores de riesgo, relación que es estimada a través de modelos discretos (*probit* o *logit*), los cuales tienen como objetivo final asignar una calificación a cada entidad o instrumento de deuda considerado.

En este tipo de modelos, la variable dependiente y_i está relacionada con una variable no observada y_i^* de la siguiente manera:

$$y_i^* = \alpha + x_i' \beta + z' \mu + u_i$$

donde $y_i = 1$ si $y_i^* > 0$
o $y_i = 0$ en otro caso

(1)

Las variables incluidas en la matriz x_i son indicadores de las firmas o de los créditos, z representa variables de control, y u_i es el término de error. Estas variables pueden ser recogidas de la investigación teórica y/o empírica especializada en riesgo de crédito.

2.3. Algunas aplicaciones de los modelos de forma reducida

El modelo pionero fue creado por Altman(1968) y es conocido como parte de los modelos lineales discriminantes. Este modelo fue utilizado para predecir cuando una empresa se acerca

a un problema de insolvencia, a través de dividir los potenciales tomadores de crédito en dos grupos: empresas quebradas y empresas vigentes³.

El modelo de Altman es un modelo lineal, que después de varias estimaciones, presenta la siguiente forma funcional:

$$Z = 0,012X_1 + 0,014X_2 + 0,033X_3 + 0,006X_4 + 0,999X_5 \quad (2)$$

donde,

X_1 es el capital de trabajo sobre los activos totales.

X_2 es igual a las utilidades retenidas sobre los activos totales.

X_3 es la utilidad antes de impuestos e intereses (EBIT) sobre los activos totales.

X_4 es la relación entre el valor de mercado del capital y el valor en libros de la deuda total.

X_5 es igual a las ventas sobre los activos totales.

Z es igual al índice total.

De acuerdo con el modelo lineal discriminante, las empresas con un $Z > 2,99$ se ubican en el grupo de las buenas firmas, mientras que con Z por debajo de 1.81 están ubicadas aquellas en quiebra. Las que cayeron entre 1.81 y 2.99, están en la zona de ignorancia, la cual no está definida.

Posteriormente, en 1989, Altman calculó tasas de mortalidad para el período 1971-1987, definidas como el cociente entre el valor de la deuda que no se pagó y el valor total de los bonos. Según el autor, esto resultaría en una medición más compleja que la anterior, en la medida que involucraba bonos con calificación y múltiples períodos de tiempo.

Los modelos de forma reducida encuentran gran aplicabilidad en los bancos centrales y los organismos reguladores alrededor del mundo. En general, aunque las técnicas de estimación pueden variar, los objetivos son similares y lo mismo las variables incluidas.

En el Banco de España, Jiménez y Saurina(2004) estimaron la probabilidad de incumplimiento de los créditos en España para los años 1987, 1990, 1993, 1997 y 2000 en función de

³La razón de esto es que estudios previos habían mostrado que los indicadores de desempeño de firmas en liquidación y firmas vigentes eran muy diferentes. Altman cita por ejemplo a Smith y Winakor(1935) y a Merwim(1942).

características específicas de los créditos, a partir de un modelo logit binomial.

De este trabajo es conveniente mencionar el papel que juegan el colateral y las relaciones bancarias de los deudores como determinantes del riesgo de crédito. Con respecto al colateral, los autores señalan que este puede actuar como un atenuante del problema de selección adversa de los bancos y ayuda a reducir el riesgo moral al alinear los intereses de prestamistas y prestatarios. Desde este punto de vista, el efecto del colateral sobre el riesgo de crédito debería ser negativo. Sin embargo existe una segunda interpretación, que corresponde a la percepción de las entidades de crédito, y es que la exigencia de colateral es vista como una señal de mayor riesgo de crédito *ex-post* generando una relación positiva entre las dos variables.

Los resultados del modelo estimado por los españoles, dan evidencia de que los préstamos colateralizados tienen mayores probabilidades de incumplimiento, lo que implica que los bancos en España si demandan más colateral cuando los préstamos presentan mayor riesgo *ex-post* de incumplimiento. Esta es una variable muy importante porque es un determinante clave del porcentaje que pueden recuperar los bancos después del incumplimiento de sus clientes.

En cuanto a las relaciones bancarias, variable medida como el número de bancos con que cada empresa tiene créditos e incluida como indicador del tamaño del cliente, puede también ser un determinante del riesgo que asume una entidad de crédito cuando decida prestarle a una empresa. En el caso de los españoles, el coeficiente de esta variable resultó ser negativo y significativo, indicando que prestatarios más grandes son menos riesgosos, y que es más fácil hacer una evaluación del cliente cuando cumple con estas características.

Otros resultados revelan que las tasas de incumplimiento son más altas para instituciones diferentes a los bancos, y entre mayor sea el plazo y el monto del crédito, menor será la probabilidad de incumplimiento. Encontraron también importantes diferencias entre sectores y regiones y el modelo eleva su poder de predicción cuando se controla por cualquier variable macroeconómica.

Estos mismos autores en un documento publicado en el año 2005 estimaron la probabilidad de incumplimiento de los créditos financieros en España esta vez para el período 1984-2002. En este documento estaban más interesados en buscar la relación que tiene el

deterioro de la cartera con la fase del ciclo económico. La probabilidad de incumplimiento es una función logística de características de los créditos como el tamaño del crédito, el vencimiento y el colateral, y más importante para sus objetivos, de la tasa de crecimiento de todos los créditos de cada banco. La conclusión es que entre más rápido crezcan los créditos, mayor es la probabilidad de incumplimiento, y este impacto es diferenciado de acuerdo a la fase del ciclo económico.

Otros autores diferentes a los del Banco de España han perseguido objetivos similares. Smith(2003) comparó los préstamos a firmas japonesas con las de otros cuatro países desarrollados. Para esto, caracterizó los créditos a deudores japoneses con el fin de establecer medidas de riesgo de crédito, y lo hizo a través de la calificación de la deuda de largo plazo de Moody's, el monto mediano de los préstamos, el vencimiento, el porcentaje de préstamos colateralizados y el *spread* cobrado. Lo interesante de este documento es la explicación de las posibles relaciones entre las características de los deudores y/o créditos y la probabilidad de su deterioro:

1. Las firmas más grandes y transparentes por lo general tienen una calificación que es dada por el mercado.
2. Los préstamos más pequeños pueden ser más riesgosos.
3. Los deudores más riesgosos se endeudan a plazos más cortos.
4. El colateral debe operar para reducir el riesgo de crédito⁴.
5. Un mayor *spread* implica un deudor más riesgoso.

Uno de los documentos más citados en la literatura en lo que se refiere a estimación de probabilidad de quiebra y sus implicaciones para la estabilidad financiera es el trabajo de Bunn y Redwood(2003) del Banco de Inglaterra. Estos autores analizaron los determinantes de la probabilidad de que una empresa sea liquidada, y por consiguiente de que le incumpla al sistema financiero.

Para esto utilizaron un modelo *probit* en el que la probabilidad de quiebra es función de la rentabilidad del activo (ROA), la cobertura de intereses, el endeudamiento y la liquidez,

⁴Esta explicación para el colateral es contraria a lo encontrado por el Banco de España.

controlando por características de las firmas como el tamaño, la industria a la que pertenecen y si son subsidiarias (si tiene capital extranjero y no son sucursales), e incluyendo la tasa de crecimiento del PIB. Los autores encuentran que la probabilidad de que una firma se quiebre está positivamente relacionada con el endeudamiento y negativamente con la rentabilidad, la cobertura de intereses, el tamaño y la inversión extranjera.

Benito y Vlieghe(2000) incluyen en su análisis una explicación bastante útil de diferentes indicadores financieros que son determinantes de salud financiera de las firmas. Coincidiendo con muchos otros, los autores argumentaron que la investigación teórica y empírica sobre el riesgo de crédito han determinado conjuntamente que la probabilidad de quiebra de una empresa está explicada por tres indicadores financieros, los cuales en situaciones adversas se deterioran simultáneamente:

- Rentabilidad: es el mejor indicador de salud financiera de las empresas, y está medida a través del retorno sobre el capital o los márgenes de utilidades. El retorno sobre el capital después de impuestos es igual a la tasa de interés real libre de riesgo más una prima de riesgo, mientras el margen es un mejor indicador de poder de mercado.
- Endeudamiento: los autores se refieren a endeudamiento a través de dos indicadores, la relación entre deuda neta y costo de reemplazo del capital y a una medida de presión financiera de la compañía. La primera es simplemente una medida de apalancamiento y la otra está directamente afectada por tasas de interés y rentabilidad.
- Liquidez: es la cantidad de activos líquidos que tiene una empresa para cubrir sus pasivos de corto plazo. Dado que el endeudamiento puede generar insolvencia, la falta de liquidez puede ser un indicador del fracaso de una empresa. Tres indicadores son usados generalmente para medir liquidez: activos corrientes/pasivos corrientes, activos corrientes-inventarios/pasivos corrientes y efectivo + inversiones negociables/pasivos corrientes.

En su análisis los autores encuentran que para 1998, de acuerdo con los datos de compañías inglesas, un tercio de las empresas con los más altos niveles de endeudamiento tienen también la menor rentabilidad, y un tercio de las de mayor deuda tienen también los menores

niveles de liquidez. Esta combinación puede generar que la empresa sea más vulnerable a la presencia de choques no esperados.

Para el caso colombiano, pueden ser identificados unos pocos trabajos sobre riesgo de crédito. Arango, Zamudio y Orozco(2005) siguiendo el trabajo de Bunn y Redwood, encontraron para el caso colombiano los mismos determinantes de la probabilidad de quiebra de las empresas inglesas. Con una definición un poco diferente a la de los autores ingleses, muestran que la rentabilidad, el endeudamiento, el tamaño de la firma, la inversión extranjera, la tasa de crecimiento del PIB y algunas interacciones entre las variables financieras, son indicadores de la probabilidad de que una empresa colombiana entre en liquidación obligatoria.

Posteriormente, Gómez, Orozco y Zamudio(2006) estimaron la probabilidad condicional de incumplimiento utilizando un modelo de duración⁵. Para esto partieron de la estimación de un modelo Camel⁶ y encontraron que el endeudamiento es el principal determinante de la probabilidad condicional de incumplimiento. La función de riesgo estimada indicó que la probabilidad condicional aumentó hasta alcanzar su punto más alto durante la crisis de finales de la década pasada y hoy se encuentra en su nivel mínimo. Los autores hicieron además comparaciones de la función de riesgo entre grupos de empresas, organizados de acuerdo a sus niveles de rentabilidad y por sectores económicos, encontrando diferencias significativas para las empresas con rentabilidad negativa y para aquellas pertenecientes a la industria manufacturera y la construcción.

Martínez(2003) encontró los determinantes de fragilidad de las empresas del sector corporativo privado. Para esto, estimó un modelo *probit* para el año 2001, en el que la variable dependiente es igual a 1 si la empresa se quebró o entró a ley de reestructuración económica⁷. El autor encontró con un alto poder de predicción que la rentabilidad, la liquidez y el endeudamiento son los indicadores claves a la hora de medir la insolvencia de una compañía colombiana.

⁵Esta probabilidad es condicional a que hasta el momento t la empresa no le ha dejado de pagar al sistema financiero.

⁶Esta sigla indica los términos en inglés de cinco indicadores financieros: $C = Capital\ protection$, $A = Asset\ quality$, $M = Management\ competence$, $E = Earnings\ strength$ y $L = Liquidity\ risk$.

⁷La ley 550 de 1999 o ley de reestructuración económica fue introducida por el gobierno colombiano en diciembre de 1999 con el fin de dar apoyo a las empresas que tuvieron dificultades durante la crisis económica de finales de la década pasada.

2.4. Sistema de administración del riesgo crediticio (SARC) de la Superintendencia Financiera de Colombia

El sistema de administración del riesgo crediticio (SARC) es una nueva reglamentación que está empezando a implementar la Superintendencia Financiera de Colombia para el manejo del riesgo de crédito. El objetivo principal del SARC es fortalecer la suficiencia y consistencia de las provisiones del sistema financiero de acuerdo con el nivel de riesgo existente en cada momento del tiempo (Banco de la República, 2006). Para obtener dichas provisiones utiliza los componentes de los modelos internos de Basilea II de la siguiente manera:

$$PE = PI \times PDI \times EAI \quad (3)$$

donde,

PE = Pérdidas esperadas

PI = Probabilidad de incumplimiento

PDI = Pérdida dado el incumplimiento

EAI = Exposición al incumplimiento

Cada uno de estos factores debe ser calculado por la institución de crédito o por el ente regulador. La exposición al incumplimiento es el saldo vigente en el momento de la medición; la pérdida dado el incumplimiento se calcula a partir de las garantías de acuerdo con unos porcentajes propuestos por Basilea II; y la probabilidad de incumplimiento se calcula a partir de las matrices de transición⁸.

Con esto, lo que pretende el ente regulador colombiano es que cada institución establezca internamente políticas para evaluar, calificar y controlar el riesgo de crédito, y de esta manera, estimar de la forma más eficiente posible la probabilidad de incumplimiento de los créditos (Banco de la República, 2006). La diferencia con el sistema actual de provisiones es que estas son calculadas sobre la cartera vencida, generando que sea una medida de riesgo ex post de los deudores. Lo que se pretende con el SARC es que sea una medición ex ante del riesgo a

⁸Una matriz de transición es un arreglo rectangular de las probabilidades de transición de un proceso estocástico Markoviano. El procedimiento de matrices de transición permite estimar la probabilidad de pasar de un estado (i) en cierto período de tiempo (t), a un estado (j) en el período (t+1). Tomado de 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.

través del cálculo de las pérdidas esperadas con el fin de hacer un seguimiento continuo de sus deudores y así prevenir o aminorar eventos adversos.

Dado que las entidades son las mejores medidoras de sus propios riesgos, el SARC incentiva a que estas desarrollen sus propios modelos. Para revisar y validar estos modelos, la Superintendencia Financiera de Colombia ha creado una agenda por medio de la cual pretende desarrollar modelos de referencia para cada una de las cuatro modalidades de crédito: comercial, consumo, hipotecaria y microcrédito. A la fecha tiene construido el modelo de referencia para la cartera comercial (MRC) y este orden fue así determinado pues esta constituye el 70 % de la cartera bruta total⁹.

El primer paso en el MRC fue un ejercicio de interpolación para incorporar calificaciones intermedias entre las calidades corrientes utilizadas regularmente (A, B, C, D, E). Este proceso generó una nueva escala de calidad de cartera que contiene las siguientes calificaciones: AA, A, BB, B, CC, C, D y E; por medio de estas son creadas las matrices de transición, las cuales identifican el incumplimiento con la nueva calificación C, la cual en términos de altura de mora es igual a 150 días o más de vencimiento.

La Superintendencia justifica el uso de las matrices de transición al asegurar que estas contienen todos los factores determinantes del incumplimiento de las empresas. Estas matrices son divididas por tamaño de la empresa y por estados de la economía. La clasificación por tamaño produce 4 matrices distintas y el estado de la economía 2 más, generando 8 matrices de transición definitivas¹⁰. Con esta herramienta se analiza el porcentaje de créditos que llegaron al estado de no pago durante el año siguiente y de esta manera es establecida la probabilidad de incumplimiento.

Tal y como sucede en los modelos especializados en incumplimiento, en particular los de las agencias calificadoras, las matrices de transición que son la herramienta fundamental del MRC no permiten conocer las causas por las cuales una empresa en particular entra en cesación de pagos con el sistema financiero. Dado que es un promedio de una gran cantidad

⁹Las entidades pueden construir sus propios modelos, implementar los modelos de referencia o hacer una combinación entre los dos conceptos. A partir del 1 de julio de 2007 las entidades que no desarrollen un modelo propio para medir y monitorear el riesgo de crédito deberán implementar el modelo de referencia de la Superintendencia Financiera de Colombia.

¹⁰Por tamaño de activos son divididas en empresas grandes, medianas, pequeñas y personas naturales, y dependiendo del porcentaje de créditos que migraron a calificaciones mejores o peores, se especifica el estado A como bueno y el B como malo.

de deudores provenientes de negocios y contratos de crédito distintos, no controlar por el sector económico al que pertenecen las empresas y por las características de los créditos y de las firmas, hace que esta metodología omita variables de gran importancia para la medición del riesgo de crédito. Adicionalmente, aunque el modelo divide las matrices de transición de acuerdo a la parte alta y baja del ciclo, la intensidad de las crisis no afecta por igual a todas las empresas.

3. Evolución de los créditos al Sector Corporativo Privado

3.1. Información utilizada y características de la muestra

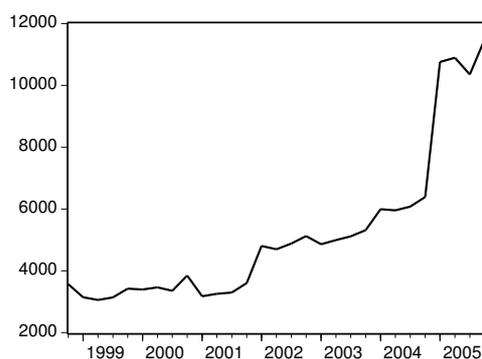
Para el desarrollo de este documento se utilizó la información de la cartera comercial¹¹ y de los estados financieros de las empresas colombianas, tanto las que están inscritas en el mercado público de valores como las que vigila la Superintendencia de Sociedades; por esta razón los datos utilizados provienen de dos fuentes distintas:

- Superintendencia Financiera:
 1. Operaciones activas de crédito de los deudores de la cartera comercial, con periodicidad trimestral y para el período 1998:4-2005:4.
 2. Balance general y estado de resultados de las empresas inscritas en el registro nacional de valores. Periodicidad trimestral y durante el período 1998:4-2005:4.
- Superintendencia de Sociedades:
 1. Balance general y estado de resultados de una muestra más grande de empresas, con periodicidad anual y para el período 1998-2005.

Debido a la necesidad de usar información de fuentes distintas, fue indispensable cruzar las empresas incluidas en las dos bases de datos. El objetivo de este ejercicio preliminar fue

¹¹De acuerdo con las definiciones de cartera, antes se consideraba cartera comercial a los créditos superiores a 300 salarios mínimos legales mensuales. En 2001 se cambió la definición, y la cartera comercial correspondía a los créditos distintos a los de vivienda, de consumo y microcrédito. En julio de 2005 fue modificada nuevamente, para dar paso a una definición más acorde con el destino del crédito, y en este caso la cartera comercial quedaría conformada por aquellos créditos otorgados a personas naturales o jurídicas para el desarrollo de actividades económicas organizadas, distintos a los otorgados bajo la modalidad de microcrédito. Esta es la definición que permanece vigente en este momento.

Figura 1: Número de empresas de la muestra



Fuente: Superintendencias de Sociedades y Financiera

obtener información de estados financieros para los deudores de la cartera comercial, la cual es fundamental para el desarrollo de este documento.

El número de firmas incluidas en este documento se presenta en la figura 1. Como porcentaje de la cartera comercial privada, el endeudamiento de las 3543 empresas consideradas en diciembre de 1998 fue igual a 26.1 %, el cual permaneció constante en 1999 a pesar de la reducción en el número de empresas (3423). A partir de este año, el número de firmas se ha incrementado y en 2005 fue igual a 11493 empresas, las cuales representaron cerca del 50 % de la cartera comercial privada total¹².

Las entidades de crédito incluidas en el análisis son los bancos comerciales, los bancos especializados en crédito hipotecario (BECH), las corporaciones financieras, las compañías de financiamiento comercial y las cooperativas. El número de entidades ha oscilado alrededor de 51 en promedio¹³.

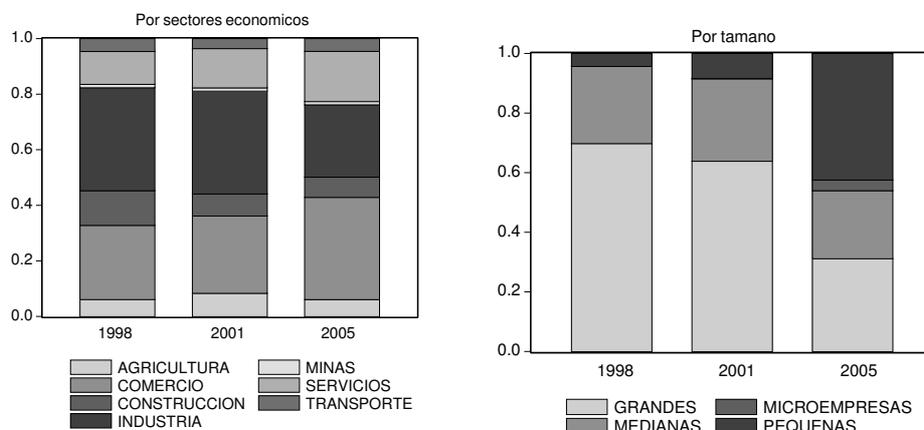
La figura 2 muestra como se distribuyen las firmas por sectores económicos y por tamaño¹⁴. Al inicio del período, el sector económico dominante era la industria manufacturera, con el 37 % de las empresas de la muestra, pero fue perdiendo terreno frente al grupo de las empresas

¹²Durante el último año, 19227 empresas reportaron estados financieros a la Superintendencia de Sociedades; por esta razón, el número de deudores considerado en 2005 es mucho mayor, debido a que un número más grande de nits de la base de endeudamiento cruzó con aquellos en Supersociedades.

¹³Los BECH dejan de registrar como una clasificación aparte de los bancos comerciales a partir de marzo de 2002. Las cooperativas aparecen en esta muestra desde diciembre de 2003.

¹⁴La clasificación por sectores se hace a partir de la clasificación CIU incluida en la información de estados financieros de las empresas.

Figura 2: Distribución de las empresas de la muestra

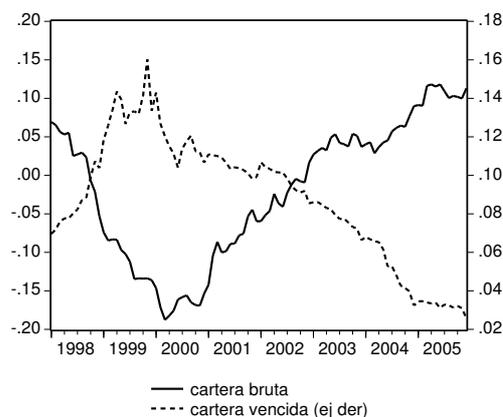


Fuente: Superintendencias de Sociedades y Financiera, cálculos del autor

comercializadoras quienes ocuparon el primer lugar en diciembre de 2005. La construcción, que en 1998 era el tercer sector en participación, pasó a ser de los de menor contribución en 2001 posiblemente como consecuencia de la quiebra de muchas empresas de este sector durante la crisis. La participación de la agricultura ha permanecido casi constante al igual que las empresas de transporte y las mineras. Los servicios también tuvieron un incremento importante.

En la clasificación por tamaño, el 70% de las empresas en 1998 eran grandes y no había microempresas incluidas¹⁵. En 2001 el porcentaje de empresas grandes se redujo para dar cabida a más empresas pequeñas y unas pocas microempresas, y en 2005 la participación de las grandes se redujo a la mitad y nuevas empresas de menor tamaño fueron incluidas en la muestra¹⁶.

Figura 3: Crecimiento real de la cartera bruta e indicador de cartera vencida



Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia

3.2. Cartera comercial y características de los contratos de crédito

Durante el período considerado en este análisis, es posible observar un cambio en la tendencia de las variables relacionadas con el sistema financiero, cambio que coincide perfectamente con la crisis de finales de la década pasada. La figura 3 muestra el crecimiento real de la cartera bruta y el indicador de cartera vencida: el crecimiento de la cartera fue bastante alto algunos años antes de la crisis, en particular 19.2 % en promedio para 1995, año desde el cual empezó a reducir su dinámica, alcanzando solo 2.7 % en 1998 y volviéndose negativa e igual a -10.9 % en 1999. Al mismo tiempo que la cartera perdía su impulso, la cartera vencida aumentaba, pasando de 5.7 % en 1995 a 13.5 % en 1999¹⁷.

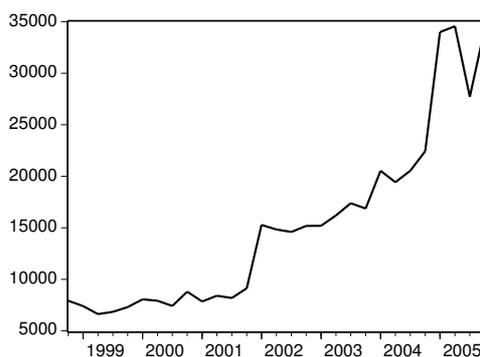
De acuerdo con Uribe y Vargas (2002) la tasa real de crecimiento de la cartera entre 1998 y 2001 fue igual a -4.2 % en promedio y el deterioro de la solvencia de los establecimientos de crédito se debió al gran incremento de la cartera vencida. El análisis que hacen estos

¹⁵Para determinar el tamaño de las empresas de la muestra, se utilizó el criterio consignado en la ley 590 de 2000 por medio de la cual se buscó promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas. Para más información sobre la forma en que se clasifican las empresas ver anexo 1.

¹⁶Como ya se mencionó, este es un fenómeno exclusivo de los datos, debido a que durante 2005 la Superintendencia de Sociedades recogió información de estados financieros de un número más grande de empresas, al ampliar el rango de activos requerido.

¹⁷Tanto en el caso de la cartera bruta como en el indicador de cartera vencida está incluido la cartera comercial total (pública y privada), la cartera de consumo, la cartera hipotecaria sin titularizaciones y la cartera de leasing. No hay que dejar de lado que en este documento solo se está haciendo un análisis de la cartera al sector corporativo privado, y que la reducción de la cartera bruta total no fue generada únicamente por este tipo de cartera; la crisis sufrida por la cartera hipotecaria y la cesación de pagos de los créditos de vivienda por parte de los hogares fue mucho más profunda que la de los otros tipos de cartera.

Figura 4: **Número de créditos al sector corporativo privado**



Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia

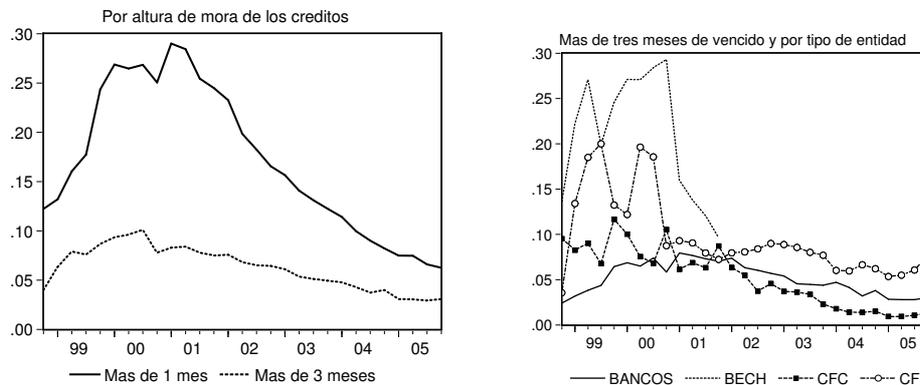
autores muestra que los mayores flujos de capital hacia el país durante la primera parte de los noventa, aumentaron el gasto público y privado, apreciaron el peso en términos reales e incrementaron la demanda por bienes no transables como la vivienda. Cuando se frenaron los flujos de capital, entre 1997 y 1999, se generó una gran depreciación del peso, aumentaron de manera considerable las tasas de interés, cayeron los precios de la vivienda y el PIB se contrajo en más de 4 % real durante 1999.

El rápido crecimiento del crédito para cubrir dicha demanda, estuvo acompañado de un fuerte deterioro de los indicadores de calidad de la cartera, y con la posterior reversión de los flujos de capital, el sistema financiero experimentó problemas de liquidez e incrementos en el costo de los fondos prestables. El aumento en las tasas de interés y el deterioro de la economía generó que empeoraran los problemas de cartera vencida y solvencia, trayendo como consecuencia el estancamiento del crédito en Colombia. Los fuertes ciclos económicos en Colombia caracterizados por lo descrito anteriormente, son para Uribe y Vargas una de las tres causas del boom y la posterior crisis del crédito de finales de la década pasada. Las otras dos causas para estos autores fueron la alta vulnerabilidad de la estructura del sistema financiero y las fallas en los frentes de regulación y supervisión bancaria.¹⁸.

¿Cómo se vio este deterioro a nivel de los establecimientos de crédito? La figura 4 pre-

¹⁸La crisis financiera colombiana de finales de la década pasada no fue un fenómeno aislado, pues tal y como lo explica Calvo(2001), este fue un hecho que se presentó en las economías emergentes a partir de diciembre de 1994. Este autor afirma que el punto de partida de las crisis es el alto crecimiento de los flujos de capital que hace que el crédito crezca de manera acelerada; cuando este flujo de capitales es interrumpido abruptamente, la economía experimentan problemas de liquidez y solvencia, hay una reducción en el crédito y por consiguiente en la producción y el empleo.

Figura 5: **Indicador de cartera vencida**



Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia, cálculos del autor

senta el número total de créditos vigentes de la muestra seleccionada durante el período 1998-2005. Aunque no hay muchos datos previos a la crisis, el número de créditos al sector corporativo privado inicia con un descenso durante 1998 y 1999, coincidiendo perfectamente con la crisis financiera y manteniéndose en un nivel muy bajo hasta 2001.

La figura 5 presenta dos gráficos: el indicador de cartera vencida dependiendo de la altura de mora de los créditos y la cartera con más de 3 meses de vencida por tipo de entidad¹⁹. Tanto en el caso de un mes como en el de tres meses de vencimiento, el monto de la cartera que las empresas dejaron de pagar al sistema financiero se incrementó durante la crisis financiera de 1998-1999 y alcanzó el punto más alto durante el año 2000. En particular, este indicador alcanzó casi 30 % en el primer caso y 10 % en el segundo. En esta sección se utilizará el criterio de más de tres meses de vencimiento para hacer más breve la presentación de los indicadores.

El incremento en el vencimiento de los créditos se presentó de manera generalizada en todas las entidades de crédito, tal y como lo ilustra el panel B de la figura 5: los bancos comerciales y las compañías de financiamiento comercial presentaron los menores incrementos (7.9 % y 11.7 % los puntos más altos, respectivamente) mientras los BECH y las corporaciones financieras vieron incrementar sus indicadores de cartera vencida a niveles extraordinariamente altos, de 30 % para los primeros y 20 % para las segundas.

¹⁹El indicador de cartera vencida es el cociente entre la cartera vencida y la cartera bruta.

Los bancos comerciales con el paso del tiempo se han convertido en los oferentes de crédito más importantes para las empresas del sector corporativo privado, debido a la desaparición de los BECH y las corporaciones financieras. Aunque estas últimas fueron creadas con el objetivo de dar financiamiento de largo plazo a las empresas, la tendencia de los últimos años hacia la multibanca ha convertido a los bancos en las instituciones que concentran la mayor parte de la cartera comercial privada.

La figura 6 muestra la participación de cada una de las entidades en el total²⁰. En 1998 los bancos comerciales concentraban el 42 % de los créditos y este mismo porcentaje era recogido por las compañías de financiamiento comercial. Al analizar los montos de los créditos, la historia es muy diferente: los bancos comerciales tenían el 60 % del total de la cartera en 1998 mientras que las compañías de financiamiento comercial solo el 10 %. En diciembre de 2005, el poder de los bancos es todavía mayor, pues los porcentajes sobre los montos son iguales a 74 % y 15 % para los bancos comerciales y las compañías de financiamiento comercial, respectivamente. Este incremento contrasta con la reducción de la participación de las corporaciones financieras en esta cartera, debido a que han desaparecido completamente del sistema financiero, pasando de ser 24 en diciembre de 1995 a solo 1 en 2006²¹.

La mayor participación de los bancos también se refleja, por consiguiente, en el indicador de cartera vencida, en donde los bancos pasaron de concentrar el 50 % de la cartera con más de tres meses de vencimiento en 1998 al 70 % en 2005.

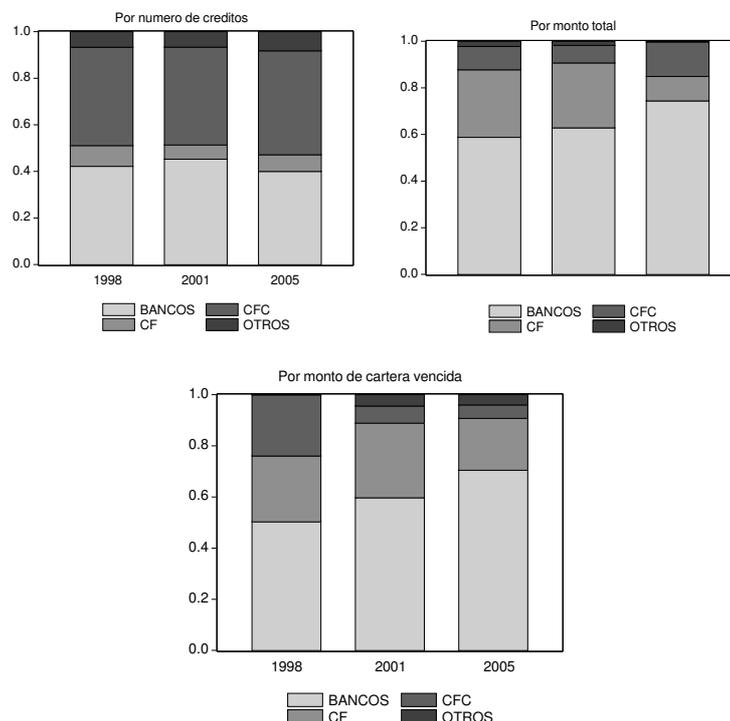
Las características de los créditos son aspectos relevantes a la hora de analizar la probabilidad de incumplimiento de las empresas con el sistema financiero; del costo del crédito, las garantías exigidas o el tiempo al vencimiento puede depender que una empresa decida en un momento del tiempo no pagarle su crédito a la entidad respectiva.

Los plazos de los créditos se presentan en la figura 7. El comportamiento en el tiempo de dicha variable ha sido muy desigual dependiendo de la entidad que otorga el crédito: para los bancos comerciales, el plazo al vencimiento aumentó de 18 a 56 meses entre 1998 y 2005, mientras que en el caso de las corporaciones financieras y las compañías de financiamiento comercial los plazos permanecieron alrededor de 36 meses durante este mismo período. Es

²⁰El panel a muestra este porcentaje medido de acuerdo con el número de créditos, el panel b de acuerdo con el monto del crédito y el panel c de acuerdo con el monto de cartera vencida.

²¹A la fecha existe como corporación financiera solo Corficolombiana.

Figura 6: Participación de las entidades de crédito en la cartera comercial

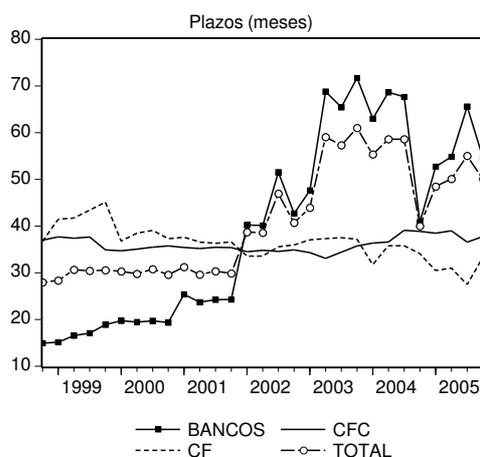


Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia, cálculos del autor

importante resaltar que en la primera parte del período analizado y hasta 2001, las corporaciones financieras fueron las entidades que otorgaron créditos a plazos más largos, siendo este hecho consistente con los objetivos de su creación. A partir de 2002 se presentó un cambio en la tendencia de los plazos de los bancos comerciales, posiblemente como consecuencia de la confianza retomada en la economía.

Una característica adicional de los créditos que es importante tener en cuenta es el tipo de garantías que han solicitado las entidades crediticias a sus deudores. La forma como se incluyen en este documento es el porcentaje de créditos que tiene una garantía idónea, la cual es considerada la de mayor calidad (Figura 8). El porcentaje de créditos con garantía idónea ha permanecido alrededor de 33.5 % durante todo el período y al parecer con una tendencia contraria al ciclo económico: las garantías de más alta calidad aumentaron durante la época de la crisis hasta 44.6 % para el total, y a partir de allí se redujeron, alcanzando 28.5 % en el último año; esto ha sido de manera similar para los bancos comerciales.

Figura 7: Plazos de los créditos



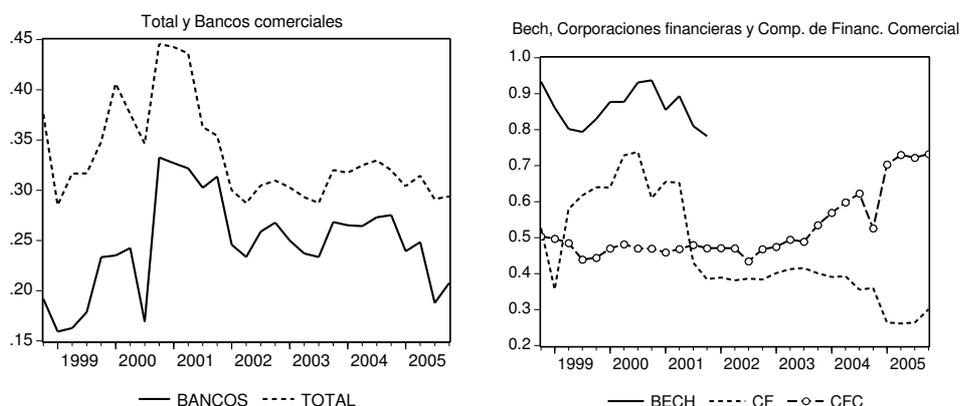
Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia

¿Cuál puede ser la razón por la que las garantías se han movido de forma contraria al ciclo? Una buena explicación es que el requerimiento de garantías ha sido relajado por parte de las instituciones de crédito durante épocas de expansión de la economía cuando la competencia por los clientes es más alta; cuando llega la recesión y hay más restricciones en el acceso al crédito, los bancos se quedan con los mejores clientes y la calidad de las garantías vuelve a aumentar; después de superada la crisis las exigencias vuelven a relajarse. Tal y como lo anotan Jiménez y Saurina(2004), en la parte alta del ciclo los prestatarios más riesgosos consiguen financiación del sistema financiero más fácilmente, y la cantidad de créditos colateralizados se reduce. Por estas razones, el efecto de las garantías debería ser positivo, como en Jiménez y Saurina(2004).

Como se observa en el gráfico, la exigencia de garantía idónea de los BECH, las corporaciones financieras y las compañías de financiamiento comercial ha sido mucho mayor, en particular en el caso de las primeras, las cuales deben exigir como garantías bienes inmuebles principalmente.

Otro aspecto adicional que puede resultar relevante en este tipo de análisis son las relaciones crediticias de las empresas, considerado aquí como el número de entidades de crédito con las que una empresa está relacionada (Figura 9). El promedio de entidades durante los últimos 8 años ha aumentado, desde 1.8 entidades en 1998 hasta 2.5 en 2004 y con un leve

Figura 8: Porcentaje de créditos con garantía idónea



Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia

descenso a 2.1 en el año 2005²². Al analizar la distribución de las firmas por esta variable, al inicio del período, más del 50 % tenía relación con una sola entidad de crédito, y el porcentaje restante estaba dividido entre 2 y más entidades.

Con el paso del tiempo, las empresas empezaron a relacionarse con más entidades de crédito; el porcentaje de empresas relacionadas con una sola entidad disminuyó 17 puntos porcentuales entre 1998-2004, participación que fue ganada por aquellas con más de dos relaciones bancarias, las cuales representaron en 2004 el 36 %²³.

3.3. Indicadores de desempeño de las empresas

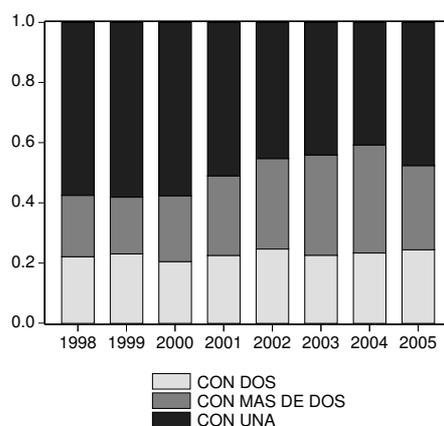
Teniendo como elementos el comportamiento de los indicadores de cartera del sistema financiero, así como algunas características de los créditos de los deudores de la cartera comercial, es posible identificar el período 1998-1999 como uno de importantes cambios en las tendencias de estas variables relacionadas con la intermediación financiera.

El análisis de los balances de las empresas del sector corporativo privado también permite identificar cambios importantes durante el periodo de la crisis para estos agentes. Durante 1998-1999, los estados financieros de las empresas se vieron fuertemente deteriorados por la drástica disminución de sus flujos de caja. Las ventas del sector corporativo privado se

²²Esto puede ser explicado por la mayor cantidad de empresas pequeñas durante este año.

²³El porcentaje de empresa relacionadas con 2 entidades ha permanecido casi constante y alrededor de 23 %.

Figura 9: Distribución por número de entidades de crédito



Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia, cálculos del autor

redujeron 12.7 % en 1999 mientras que los gastos operacionales, que son los relacionados con el objeto propio del negocio, lo hicieron a una tasa menor igual a 5.5 %. Los gastos no operacionales de los que hacen parte los intereses que se pagan por la deuda con el sistema financiero, sí continuaron creciendo a una tasa positiva hasta 1999 (5 %), generando una incapacidad de las firmas de cubrir sus egresos y una reducción acelerada de las utilidades percibidas al final del año²⁴. A medida que se agudizaba la crisis financiera, las utilidades se volvieron negativas dejando a las empresas en situación de insolvencia, cesación de pagos, y hasta procesos de liquidación obligatoria.

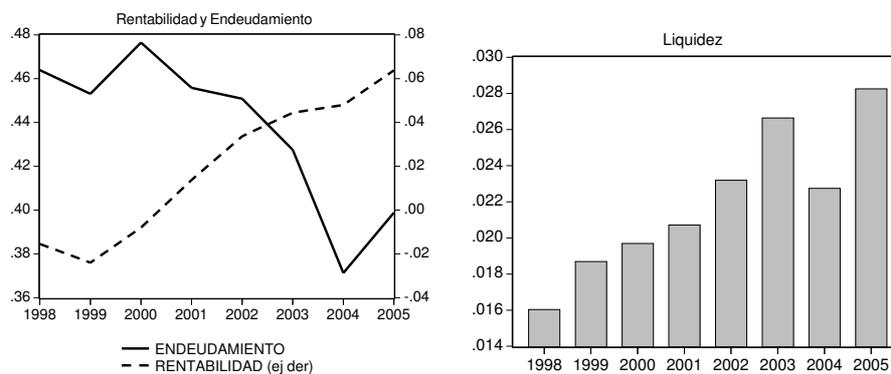
La figura 10 presenta la rentabilidad, el endeudamiento y la liquidez²⁵. Como consecuencia de la drástica disminución de las utilidades, la rentabilidad del activo se redujo considerablemente hasta alcanzar -2.4 % durante la recesión, se recuperó posteriormente y llegó en diciembre de 2005 a 6.4 %, el nivel más alto del período analizado para esta muestra en particular.

El endeudamiento tuvo exactamente el comportamiento contrario: los pasivos como porcentaje de los activos fueron muy altos en promedio durante la crisis (46.4 %), momento

²⁴Estos gastos continuaron creciendo porque las empresas tuvieron que seguir pagando los créditos que habían contraído con anterioridad a la crisis que seguían vigentes hasta ese momento, y seguramente como consecuencia del fuerte incremento de las tasas de interés durante este período.

²⁵La rentabilidad es la utilidad antes de impuestos sobre los activos, la liquidez es el cociente entre el disponible y los activos y el endeudamiento es la razón entre pasivos totales y activos totales.

Figura 10: Indicadores de desempeño de las empresas



Fuente: Superintendencias de Sociedades y Financiera, cálculos del autor

desde el cual este indicador empezó a disminuir y alcanzó su punto más bajo en diciembre de 2004 (39.9 %). La reducción del endeudamiento después de la crisis, se debió a la necesidad de incluir otras fuentes de financiamiento en la estructura de capital de las empresas, principalmente las utilidades retenidas²⁶. En 2005 se observa un leve incremento, lo que va en línea con el impulso que vuelve a tomar la cartera comercial durante ese año.

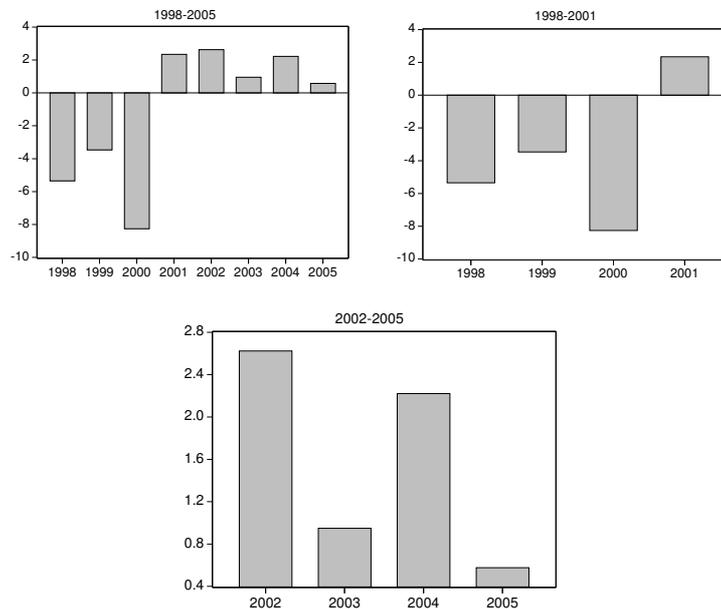
La liquidez de las empresas, determinante fundamental de la capacidad de generar activos de corto plazo, tuvo un comportamiento similar al de la rentabilidad. Este indicador partió de un nivel muy bajo de 1.7 % en 1998-1999, aumentó a partir de allí casi de manera continua, y alcanzó 3 % en 2005.

De acuerdo con la figura 11, la cual se presenta por períodos debido a la magnitud de la carga financiera durante la recesión, se puede determinar que los gastos financieros de las empresas colombianas aumentaron exponencialmente durante la recesión, hasta representar más de 8 veces las pérdidas del año 2000. Con posterioridad a este año, los gastos financieros empezaron a reducirse rápidamente como porcentaje de las utilidades, y en 2005 alcanzaron el nivel más bajo (57.6 %), aunque con un salto importante durante 2004 como consecuencia de la desaceleración de las utilidades²⁷. Aunque es importante la reducción que ha tenido la carga financiera sobre las utilidades de las empresas, llama la atención el hecho de que solo

²⁶Para más información ver Zamudio(2005). Estructura financiera del sector corporativo privado. Reportes del Emisor No. 76, Septiembre. Banco de la República.

²⁷La explicación de esta disminución radica en la menor dinámica de las empresas productoras de bienes transables durante este año, producto de la revaluación del peso durante 2004-2005.

Figura 11: Carga financiera



Fuente: Superintendencias de Sociedades y Financiera, cálculos del autor

en los años 2003 y 2005, dichos gastos fueron menores que las utilidades.

4. Probabilidad de incumplimiento a partir de un modelo multinomial

Dado que se considera un período bastante complejo para la economía colombiana, que abarca el punto más difícil de una de las peores crisis vividas en Colombia y el período posterior de recuperación, hallar los determinantes de la probabilidad de que una empresa le incumpla al sistema financiero 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.

¿Coincide el deterioro de las actividades de intermediación, al menos para la cartera comercial privada, con la situación financiera de las empresas, el entorno macroeconómico y las características de los créditos? Todo el análisis aquí incluido 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 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 años considerados.

4.1. ¿Por qué un modelo de forma reducida?

En un modelo multinomial, de manera similar a los modelos binomiales que son los comúnmente utilizados, se especifica un modelo de forma reducida. Los modelos de forma reducida tienen varias ventajas sobre los modelos estructurales: primero, los requerimientos de información para los modelos de forma reducida son menores que para los modelos estructurales, por lo menos en lo que tiene que ver con información de mercado, la cual está disponible en Colombia para un número muy reducido de empresas. Segundo, los modelos de forma reducida no necesitan ser calibrados, una de las características que le imprime mayor dificultad a los modelos estructurales a la hora de ser contrastados con los datos observados. Y tercero, en los modelos estructurales es necesario modelar de manera precisa el proceso estocástico que rige los activos de la empresa.

De esta manera, aunque los modelos de forma reducida parecen ser menos rigurosos en términos técnicos y algunas veces sin respaldo teórico, en la práctica son más fáciles de estimar y por lo general de manera robusta dada la riqueza de la información utilizada.

4.2. Modelos 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 β . 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.

4.3. Características de la estimación

La estimación del modelo *logit ordenado* se llevó a cabo de la siguiente manera²⁸:

- Los individuos son cada uno de los créditos de las empresas y no las empresas mismas.
- El período de estimación es 1998-2005.
- Se llevaron a cabo dos tipos de estimación: 1. Una estimación para todo el período, con los datos agrupados (i.e *pooled*) y con una variable macroeconómica (tasa de crecimiento del PIB real) para capturar el efecto de la crisis financiera. 2. Una estimación para cada año.
- La estimación se llevó a cabo para los créditos con los bancos comerciales, las corporaciones financieras y los BECH²⁹.

El modelo estimado es de la forma:

$$Y_i^* = x_i' \beta + u_i, \quad (4)$$

dónde Y_i^* es igual a:

²⁸Los detalles del modelo *logit ordenado* se presentan en el anexo 4.

²⁹La razón para los bancos comerciales es que concentraron la porción más importante de los créditos durante el período de análisis; para los otros dos tipos de entidades, la justificación radica en lo observado a través de los hechos estilizados, indicando que fueron los que presentaron mayor deterioro en sus indicadores de desempeño.

- 1 si el crédito está calificado A, es decir, cuando tiene menos de un mes de vencido.
- 2 si el crédito es B, que significa que la cartera tiene más de un mes y menos de 3 meses de vencida.
- 3 si el crédito es C, en la cual están clasificados aquellos créditos que tienen entre 3 y 6 meses de vencidos.
- 4 si el crédito está calificado D, que significa que la cartera tiene entre 6 y 12 meses de vencida.
- 5 si el crédito es E, que es cuando tienen más de un año de vencido³⁰.

Las variables explicativas recogidas en la matriz x_i fueron elegidas a partir de trabajos empíricos existentes en la literatura que han explicado probabilidad de quiebra y/o incumplimiento, en particular los documentos desarrollados en el Banco de Inglaterra y en el Banco de España. Adicionalmente fueron utilizados criterios estadísticos, en particular AIC (Criterio de información de Akaike) y BIC (Criterio de información Bayesiano), para elegir entre modelos jerarquizados³¹:

- Indicadores financieros de las firmas (Basados en los trabajos de Bunn y Redwood y Benito y Vlieghe):
 1. Liquidez: disponible sobre activos totales.
 2. Carga financiera: gastos financieros sobre utilidad antes de impuestos.
- Relaciones bancarias y características de los créditos (A partir del trabajo de Jiménez y Saurina(2004)):
 1. Número de entidades con que tiene relación cada empresa.
 2. Tipo de garantías: dummy que toma el valor de 1 si el crédito tiene garantía idónea y 0 en caso contrario.
 3. Plazo de los créditos
 4. Tipo de entidad: dummy que toma el valor de 1 si el crédito es con una corporación financiera o un BECH y 0 en el caso de los bancos comerciales.
- Variables de control:
 1. Entorno: es una variable dummy que toma el valor de 1 si la empresa pertenece a un

³⁰Es importante tener en cuenta que un cliente puede ser considerado riesgoso sin haber dejado de pagar.

³¹La matriz x_i no incluye un intercepto.

sector económico específico y 0 en otro caso. 2. PIB: tasa de crecimiento del PIB real.

Los errores u_i siguen una función de distribución condicional logística.

Cuadro 1:

FRECUENCIA DE LAS ALTERNATIVAS						
	A	B	C	D	E	Total
1998	87.3	6.8	2.2	2.1	1.6	100.0
1999	78.4	12.2	3.5	3.0	3.0	100.0
2000	82.5	10.6	2.6	2.4	2.0	100.0
2001	82.9	9.9	2.5	2.8	2.0	100.0
2002	88.7	5.7	2.1	1.9	1.6	100.0
2003	89.9	5.1	1.6	1.5	1.8	100.0
2004	91.6	4.0	1.3	1.2	1.9	100.0
2005	94.0	3.3	0.9	0.8	1.0	100.0
TOTAL	89.3	5.8	1.7	1.6	1.7	100.0

El cuadro 1 presenta la frecuencia de cada una de las alternativas durante el período elegido para este análisis. El 89.3 % de los créditos ha sido calificado A, el 5.8 % como B y el 1.7 %, 1.6 % y 1.7 % como C, D y E, respectivamente, en promedio, durante todo el período. Esta distribución sufrió un fuerte cambio en la época de la crisis: el porcentaje de créditos tipo A se redujo hasta 78.4 % y el tipo E aumentó hasta 3 % durante 1999. Desde este año empezó a incrementarse la A y a reducirse la E hasta alcanzar en 2005, 94 % la primera y 1 % la segunda, representando este último el porcentaje más bajo de todo el período.

Es interesante analizar la distribución de los créditos por calificaciones a partir de algunas de las variables explicativas. Como se observa en el cuadro 2, el 43 % de los créditos calificados tipo A fueron concedidos a firmas relacionadas con 1 o 2 entidades, y el 51 % con 3 a 8 entidades. A medida que se migra a las peores calificaciones, hay mayor concentración hacia pocas relaciones.

Por tipo de garantía, solo el 20 % de los créditos calificados como tipo A tuvieron una garantía idónea, y este porcentaje aumenta a medida que se baja en la calificación: el 40 % de los créditos B, 46 % de los C, 43 % de los D y 45 % de los E tuvieron una garantía idónea. Estos porcentajes fueron mayores que el promedio durante el año de la crisis, y menores para el año 2005 (Cuadro 3).

Cuadro 2:

DISTRIBUCION POR NUMERO DE ENTIDADES						
	A	B	C	D	E	Total
1	0.22	0.18	0.20	0.27	0.35	0.22
2	0.21	0.19	0.22	0.23	0.26	0.21
3	0.16	0.17	0.18	0.19	0.17	0.16
4	0.12	0.13	0.13	0.10	0.11	0.12
5	0.09	0.10	0.09	0.09	0.05	0.09
6	0.06	0.08	0.07	0.07	0.04	0.06
7	0.04	0.05	0.04	0.02	0.01	0.04
8	0.03	0.05	0.03	0.02	0.00	0.03
9	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02
10	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02
11	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
12	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
13	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Cuadro 3:

DISTRIBUCION POR TIPO DE GARANTIA						
	A	B	C	D	E	Total
IDONEA	0.20	0.40	0.46	0.43	0.45	0.22
OTRA	0.80	0.60	0.54	0.57	0.55	0.78
TOTAL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

En cuanto al tipo de entidad, los bancos comerciales concentraron una gran parte, tanto de la cartera A como de la E, aunque en diez puntos porcentuales la primera por encima de la segunda (91 % frente a 81 %) (Cuadro 4). Aunque no reportado en el cuadro, durante la crisis el porcentaje de los créditos con las corporaciones financieras y con los BECH y calificados tipo E fue más del doble del presentado como promedio.

Cuadro 4:

DISTRIBUCION POR TIPO DE ENTIDAD						
	A	B	C	D	E	Total
CF Y BECH	0.09	0.18	0.20	0.26	0.19	0.10
BANCOS	0.91	0.82	0.80	0.74	0.81	0.90
TOTAL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4.4. Resultados

4.4.1. Resultados de las estimaciones

La regresión se presenta en el cuadro 5³². La liquidez es significativa y con el signo negativo esperado: a medida que aumenta la liquidez de la firma es menos probable que la cartera de esta se deteriore o se mueva hacia las peores calificaciones. No hay diferencias en el signo de este variable en las regresiones por años. Esto es consistente con los trabajos de Bunn y Redwood y Benito y Vlieghe, los cuales encontraron que la liquidez tiene un efecto negativo sobre la probabilidad de fracaso de una empresa. En la aplicación para Colombia que hacen Arango et.al del modelo de estos autores, la liquidez no resultó significativa.

Por otro lado, la variable de carga financiera resultó no significativa para la regresión total. En el caso de la regresión por años, este coeficiente es significativo para los años 2002 y 2004, en el primer caso con signo negativo y en el segundo con el signo positivo esperado.

Más relaciones bancarias disminuyen la probabilidad de que los créditos contraídos alcancen las peores calificaciones; esto es consistente con lo encontrado en los datos, y es que en los créditos más deteriorados se concentraron en empresas con menos relaciones bancarias. Este resultado es similar también a lo encontrado por Jiménez y Saurina(2004) para el caso del mercado de crédito en España. Este coeficiente es significativo para todos los años con excepción de 2001 y 2005, y para los años de la crisis tiene el signo contrario.

Aunque los españoles incluyen esta variable como una aproximación del tamaño de la empresa, en una regresión adicional fue incluido el logaritmo natural de los activos totales para capturar este efecto. El coeficiente de la variable es positivo, indicando que empresas más grandes tienen mayor probabilidad de deterioro de sus créditos, resultado que es contrario al

³²En los cuadros 9 y 10 del anexo 5 se encuentran los resultados correspondientes al resto de los años.

Cuadro 5:

LOGIT ORDENADO								
	1999		2002		2005		TOTAL	
	COEF	$P > Z $	COEF	$P > Z $	COEF	$P > Z $	COEF	$P > Z $
Liquidez	-13.764	0.000	-9.645	0.000	-6.614	0.000	-10.805	0.000
Carga financiera	-0.002	0.114	-0.005	0.012	0.000	0.772	0.000	0.915
Plazo	0.013	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000
Garantía	0.343	0.000	1.147	0.000	0.522	0.000	0.870	0.000
No. Entidades	0.072	0.000	-0.055	0.000	-0.018	0.104	-0.019	0.000
Tipo de entidad	-0.231	0.016	0.635	0.000	0.768	0.000	0.394	0.000
Agricultura	-0.076	0.607	-0.230	0.051	-0.037	0.704	-0.261	0.000
Minería	0.009	0.981	-0.874	0.030	-0.323	0.235	-0.631	0.000
Construcción	0.991	0.000	0.589	0.000	-0.166	0.105	0.403	0.000
Comercio	0.103	0.278	-0.311	0.000	-0.728	0.000	-0.410	0.000
Transporte	0.263	0.114	0.141	0.401	-0.385	0.013	-0.077	0.214
Servicios	-0.019	0.868	-0.042	0.661	-0.413	0.000	-0.158	0.000
PIB							-10.071	0.000
Cut1	1.879		2.034		2.357		1.762	
Cut2	2.966		2.849		3.198		2.650	
Cut3	3.503		3.362		3.625		3.104	
Cut4	4.282		4.199		4.189		3.801	
Observaciones	5562		11681		25977		92373	
LR Chi2(13)	688		745		520		5758	
$Prob > Chi2$	0.000		0.000		0.000		0.000	
Log likelihood	-3965		-5385		-7508		-40373	
Pseudo R2	0.079		0.065		0.033		0.067	

esperado. El coeficiente de las demás variables se mantuvo inalterado.

Al analizar la correlación entre la variable de tamaño del balance y la calculada a partir de las relaciones crediticias, se encontró que dicho coeficiente es igual a 0.4531. Al excluir la variable de relaciones crediticias el efecto del tamaño continuó siendo positivo. Las regresiones con estos cambios se encuentran en el cuadro 11 del anexo 5.

Cuando un crédito tiene garantía idónea aumenta la probabilidad de que este se deteriore. Este resultado apoya la hipótesis presentada en el documento de Jiménez y Saurina(2004), que argumenta que los establecimientos de crédito le han exigido mejores garantías a las empresas que consideran más riesgosas. No hay variaciones en las regresiones por años con respecto a este resultado.

Plazos más largos están asociados a una mayor probabilidad de deterioro de los créditos, resultado que es contra-intuitivo en términos de la posición del establecimiento de crédito, que es precisamente otorgar créditos de más largo vencimiento a sus mejores clientes. Además, créditos con las corporaciones financieras y los BECH implican mayor probabilidad de no pago por parte de las empresas pues el coeficiente es positivo y significativo. Este último resultado es también similar a lo que se encontró para el caso español.

La inclusión de manera conjunta de las variables de plazo y tipo de entidad, puede ser la razón por la que el signo de la primera es contrario al esperado. En la medida en que los BECH y las corporaciones financieras fueron las entidades que prestaron a plazos más largos, y al mismo tiempo, fueron las que mayor deterioro presentaron en sus indicadores, es posible que la inclusión de la variable correspondiente al tipo de entidad cambie el efecto esperado del plazo.

Las variables incluidas como controles de industria y ciclo también arrojan información interesante. La tasa de crecimiento del PIB real tiene un coeficiente negativo y significativo, indicando que durante los años de la crisis, en el que dicha tasa cayó hasta volverse negativa, aumentó la probabilidad de que las empresas no pagaran sus créditos y por tanto la cartera se deteriorara en términos de calificación.

En una regresión adicional, la tasa de crecimiento del PIB fue reemplazada por dummies para cada uno de los años con el fin de capturar efectos fijos en el tiempo que afectan de manera similar a todos los individuos. Los resultados son similares a aquellos en la regresión inicial y los coeficientes de las dummies son positivos lo que significa que factores comunes a las empresas las afectó de manera importante durante todo el período, en particular durante la crisis pues el coeficiente para 1999 es el mayor de todos; a partir de este momento los coeficientes de los demás años muestran un comportamiento descendente, indicando que tal efecto se ha reducido con el paso del tiempo. Esta regresión se encuentra en el cuadro 12 del anexo 5.

Las variables de sector indican que en comparación con la industria manufacturera, que es la ausente en la regresión, estar en el sector construcción representa un mayor riesgo de incumplimiento. Este resultado no debe ser interpretado aisladamente, implicando que sus empresas serán siempre los peores deudores, sino como un sector para el que el fuerte de-

terioro durante 1998-1999 genera un resultado negativo para todo el período. Por años, el resultado de los sectores muestra que durante el año de la crisis pertenecer a cualquier sector implicó mayor riesgo de crédito.

Con el fin de determinar si el efecto de algunas variables explicativas se encuentra afectado por la tasa de crecimiento del PIB, fueron incluidas interacciones de ésta con el plazo, la liquidez y las garantías. Dado que el resultado para las variables que no interactúan se mantiene, en el cuadro 6 presentado a continuación son incluidos solo los coeficientes de las interacciones (en el cuadro 13 del anexo 5 se pueden consultar las regresiones completas).

Cuadro 6:

INTERACCIONES CON LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB		
1. CON EL PLAZO		
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR
PLAZO	0.0048	0.0002
PIB*PLAZO	-0.0007	0.0000
2. CON LA LIQUIDEZ		
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR
LIQUIDEZ	-0.1188	0.0063
PIB*LIQUIDEZ	0.0033	0.0015
3. CON LA GARANTIA		
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR
GARANTIA	0.8465	0.0305
PIB*GARANTIA	0.0093	0.0078

Cuando el PIB interactúa con el plazo, el signo negativo de la variable de interacción genera que el efecto positivo del plazo sobre la probabilidad de default se reduzca a medida que la tasa de crecimiento de la economía se incrementa. En el caso de la liquidez, cuando la economía crece a una tasa mayor atenúa el efecto de esta sobre la probabilidad de incumplimiento. Por último, el efecto de la garantía solo depende de su coeficiente pues la interacción no resultó significativa.

Finalmente, se llevó a cabo la estimación del modelo con las variables iniciales pero esta vez no a partir de un *logit multinomial* sino de un *logit binomial* en el que la variable dependiente toma el valor de 1 si el crédito fue calificado B, C, D o E y 0 en caso contrario. Los resultados son similares en cuanto a la significancia de las variables y a los signos de los coeficientes. Para más detalles ver el cuadro 14 del anexo 5.

4.4.2. Predicciones de las probabilidades

Después de la estimación se hicieron predicciones para calcular las probabilidades de incumplimiento de cada uno de los créditos en cada momento del tiempo. La probabilidad de que un crédito caiga en una de las 5 categorías definidas para la variable dependiente se calculó como:

$$\begin{aligned} \text{CategoríaA} &: Pr(xb + u < Cut1) \\ \text{CategoríaB} &: Pr(Cut1 < xb + u < Cut2) \\ \text{CategoríaC} &: Pr(Cut2 < xb + u < Cut3) \\ \text{CategoríaD} &: Pr(Cut3 < xb + u < Cut4) \\ \text{CategoríaE} &: Pr(Cut4 < xb + u) \end{aligned} \tag{5}$$

Los *Cuts* son los parámetros de umbral definidos como α en la explicación del modelo y estimados en la regresión.

Antes de presentar las probabilidades promedio, se llevó a cabo un ejercicio que permite ilustrar de una forma detallada que significa poder obtener las probabilidades para cada uno de los créditos. Aunque es posible calcular la probabilidad para cada una de las calificaciones a partir de la ecuación 5, aquí fue considerado el peor escenario, es decir, la probabilidad de que un crédito alcance una calificación igual a E. El ejercicio consiste en elegir dos créditos idénticos en todas las variables menos en una de ellas. Las variables elegidas para este fin fueron el tipo de garantía y el tipo de establecimiento de crédito.

Para este ejercicio fueron elegidos créditos de empresas grandes y del sector comercio. Los resultados de los ejercicios se presentan en el cuadro 7. En el caso de las garantías, el crédito con garantía idónea obtuvo una probabilidad mayor de obtener calificación E (0.0184), frente al crédito con otro tipo de garantía, el cual tiene una probabilidad igual a 0.0084. En cuanto a la entidad crediticia con la que se relaciona la empresa, el crédito contraído con una corporación financiera tiene una probabilidad más grande de terminar con calificación igual a E (0.0195), frente al 0.0069 que obtuvo el crédito de la misma empresa pero contraído con un banco comercial.

Cuadro 7:

EJERCICIOS DE PROBABILIDADES								
	Garantía				Tipo de entidad			
	otra	idonea	xb(otra)	xb(idonea)	bancos	cf y bech	xb(bancos)	xb(cf y bech)
Garantía	0	1	0	0.869	0	0	0	0
Tipo entidad	0	0	0	0	0	1	0	0.393
PIB	0.053	0.053	-0.529	-0.529	0.006	0.006	-0.057	-0.057
Agricultura	0	0	0	0	0	0	0	0
Minería	0	0	0	0	0	0	0	0
Industria	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción	0	0	0	0	0	0	0	0
Comercio	1	1	-0.409	-0.409	1	1	-0.409	-0.409
Transporte	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0
Plazo	70.030	24.360	0.070	0.024	1.030	12.160	0.001	0.012
No. Entidades	4	4	-0.072	-0.072	3	3	-0.054	-0.054
Liquidez	0.007	0.007	-0.076	-0.076	0.001	0.001	-0.007	-0.007
Carga financiera	2.013	2.013	0	0	-0.519	-0.519	0	0
Cut4	3.801							
XB			-1.015	-0.192			-0.527	-0.122
Cut4-XB			4.817	3.993			4.328	3.924
$Pr(U_j > Cut4 - XB)$			0.008	0.018			0.013	0.019

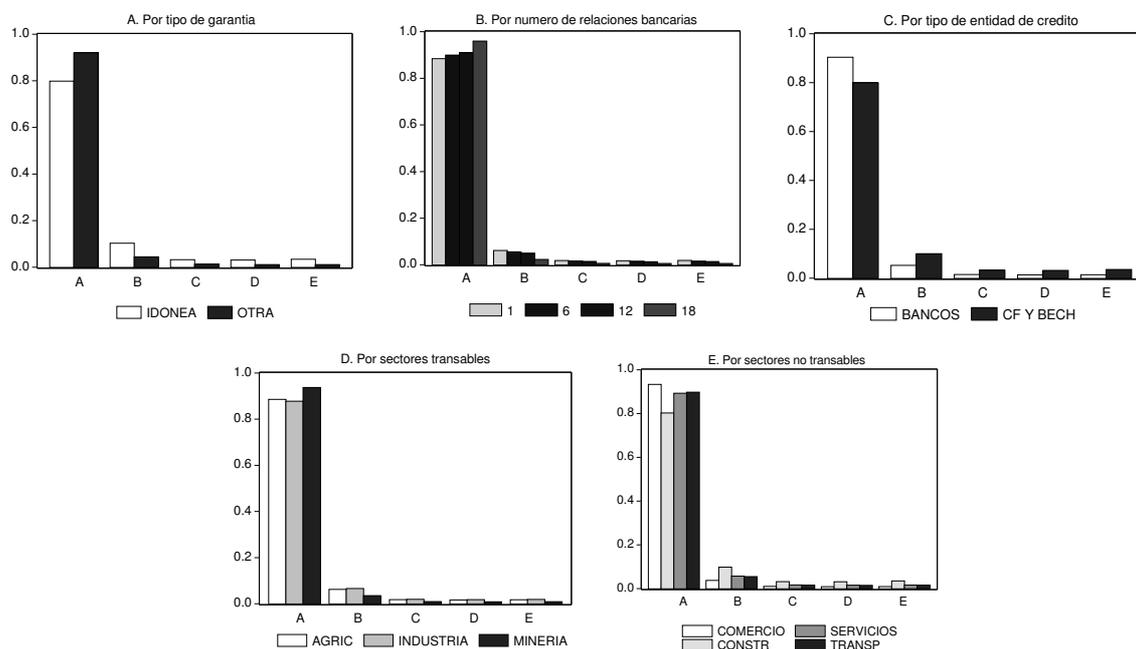
El cuadro 8 presenta las probabilidades promedio calculadas para cada año, y la figura 12 las presentan por grupos de créditos.

Cuadro 8:

PROBABILIDADES POR AÑOS					
	A	B	C	D	E
1998	0.840	0.084	0.026	0.024	0.026
1999	0.772	0.113	0.037	0.037	0.042
2000	0.869	0.070	0.021	0.019	0.021
2001	0.865	0.073	0.022	0.020	0.021
2002	0.889	0.061	0.018	0.016	0.017
2003	0.902	0.053	0.015	0.014	0.015
2004	0.920	0.045	0.012	0.011	0.012
2005	0.924	0.042	0.012	0.011	0.011
TOTAL	0.893	0.058	0.0169	0.0158	0.0167

La probabilidad de estar en la mejor calificación (A) se redujo 7 puntos porcentuales en el año 1999, y aumentó la probabilidad de que los créditos se ubicaran en las calificaciones con más de 1 mes de vencimiento. Después de la crisis el comportamiento fue exactamente el opuesto, la probabilidad de estar en A volvió a incrementarse mientras se redujo la de estar en calificaciones de B en adelante. La probabilidad de estar en A siguió aumentando de manera

Figura 12: Probabilidades de las calificaciones por grupos de empresas



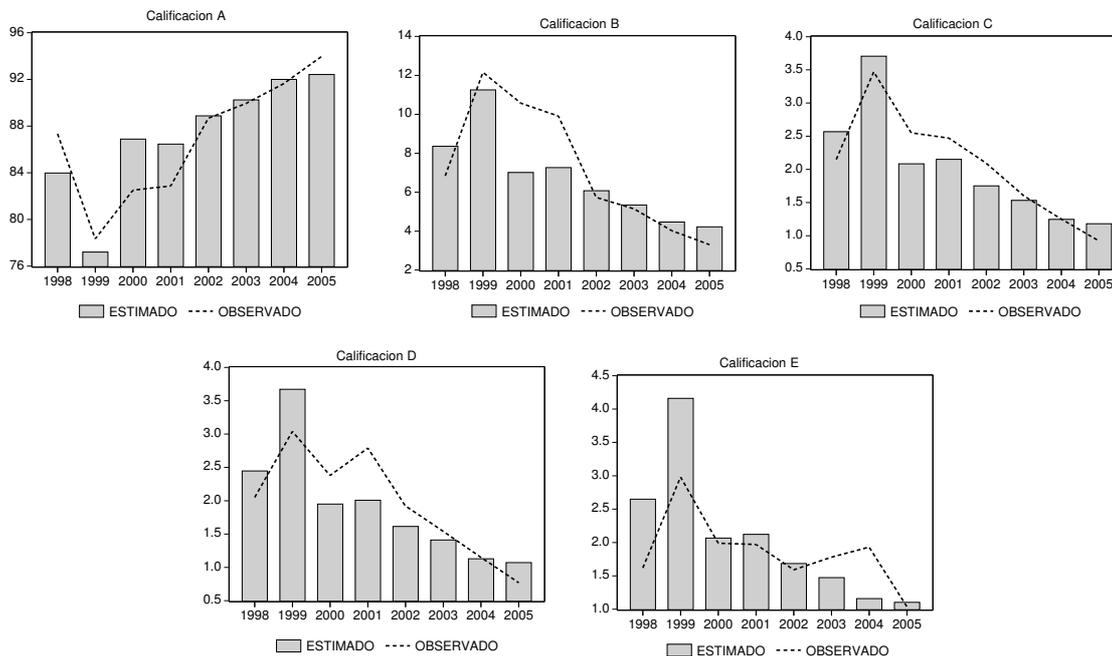
continúa y la de estar en B, C, D o E se redujo, al punto de alcanzar solo 4 % en el caso de la B y solo 1 % en el caso de la C, D y E, respectivamente.

Los paneles A, B y C de la figura 12 muestran que los créditos con garantías distintas a las idóneas, contraídos con los bancos comerciales y de empresas con más relaciones bancarias, reportan mayores probabilidades de tener buenas calificaciones, y por el contrario, probabilidades muy reducidas de estar en la peor calidad (E). Los paneles D y E distribuyen estas probabilidades por sectores económicos, el D muestra las empresas productoras de bienes transables y el E las productoras de no transables. La minería y el comercio presentan, en promedio, las mayores probabilidades de que sus créditos estén bien calificados, mientras que la construcción posee la mayor probabilidad de malas calificaciones³³.

¿Cómo se relacionan estas probabilidades estimadas con los datos observados? La figura 13 muestra que el modelo predice bastante bien las probabilidades para cada una de las calificaciones de cartera, principalmente las más bajas, es decir, C, D y E, las cuales son las que deben tenerse en cuenta cuando se habla de incumplimiento.

³³ Como ya se mencionó, los resultados por sectores están recogiendo toda su historia, y por tanto no deben interpretarse aisladamente.

Figura 13: Probabilidades observadas vs. estimadas



De acuerdo con lo encontrado en la regresión y con las probabilidades, indicadores financieros de las empresas, características de los créditos y variables de industria y ciclo son fundamentales a la hora de determinar la probabilidad de incumplimiento de las firmas colombianas. Los resultados indican además que el riesgo de estos deudores aumentó de manera significativa durante la recesión y que el último año considerado, 2005, fue el que presentó el menor riesgo para el sistema financiero, al menos por el lado de la cartera comercial.

5. Conclusiones

Un modelo adecuado de riesgo de crédito es fundamental para las entidades de crédito y para las instituciones encargadas de la regulación y seguimiento del sistema financiero, en la medida en que se convierte en una herramienta que les permite pronosticar de manera más acertada la respuesta de los deudores ante choques adversos de la economía o ante el deterioro de sus balances.

La caracterización del endeudamiento durante el período 1998-2005 muestra que durante

la crisis de finales de la década pasada se presentaron cambios tanto en los indicadores de desempeño de las empresas y de los establecimientos de crédito, como en las condiciones de los créditos. Este análisis permitió de manera preliminar, establecer posibles relaciones entre estas variables y la probabilidad de incumplimiento de los créditos.

La identificación de los determinantes de la probabilidad de incumplimiento es fundamental, no solo porque estos factores pueden operar por sí solos como indicadores de alerta temprana para anticipar los cambios en la situación de los deudores, sino porque con ellos se calcula dicha probabilidad para cada uno de los créditos y en cada momento del tiempo, obteniendo así una herramienta fundamental de cualquier modelo de riesgo de crédito.

Por medio de un *logit ordenado*, se encontró que la probabilidad de incumplimiento de los créditos de la cartera comercial está relacionada con indicadores de desempeño de la firma como la liquidez, características de los créditos como el plazo, el tipo de garantía y el tipo de entidad que lo otorgó, número de relaciones crediticias que tiene la empresa y variables de industria y de ciclo. En particular, créditos de empresas más líquidas y relacionadas con más entidades tienen menores probabilidades de incumplimiento, mientras créditos con garantía idónea, mayores plazos y contraídos con entidades distintas a los bancos tienen mayor probabilidad de incumplimiento. Adicionalmente, a medida que la tasa de crecimiento de la economía es más alta, menor es la probabilidad de que los tenedores de obligaciones con el sistema financiero incumplan con sus pagos.

Algunas especificaciones alternativas fueron estimadas. Cuando se incluyó una variable de tamaño tomada del balance, el coeficiente es significativo pero positivo el cual es contrario al esperado. Por otro lado, fueron incluidas interacciones del plazo, las garantías y la liquidez con la tasa de crecimiento del PIB; los resultados indican que cuando la economía crece a una tasa más alta, el efecto de las dos primeras sobre la probabilidad de incumplimiento se ve atenuado. Un ejercicio adicional, en el que la tasa de crecimiento del PIB real fue reemplazada por dummies de tiempo, presenta resultados similares y muestra que el año 1999 fue el que más afectó a las empresas. Por último, los coeficientes no presentaron variaciones cuando el modelo fue estimado a partir de un *logit binomial*.

Las probabilidades de incumplimiento estimadas fueron mayores durante la crisis y menores durante 2005. Las variables medidoras del entorno indicaron que la empresas que pertenecen

a la minería y el comercio presentaron las probabilidades más grandes de que sus créditos estén bien calificados, mientras que las de construcción poseen la mayor probabilidad de malas calificaciones.

El aporte de este documento radica en el hecho de proponer un enfoque distinto para medir el riesgo de los clientes de la cartera comercial. Lo innovador frente a otros modelos, es que combina en un mismo análisis indicadores de desempeño de las empresas (derivados directamente de sus estados financieros y de sus relaciones crediticias), características de los créditos como las garantías exigidas, los plazos y el tipo de entidad crediticia, variables de industria que recogen características del entorno en donde se desenvuelve la firmas, y una variable macroeconómica que ubica al crédito en el momento y la intensidad del ciclo económico. Cuando se incluye solo información de los créditos o solo de las firmas, el modelo está dejando por fuera factores fundamentales para medir el riesgo de crédito. Por esta razón el modelo propuesto en este documento es una excelente opción para las entidades encargadas de modelar y medir este riesgo tan importante para el sistema financiero colombiano.

A futuro sería interesante hacer pruebas de pronóstico por dentro de muestra, las cuales permiten conocer cual es el ajuste del modelo propuesto, o en otras palabras, determinar de manera más precisa cuál es la capacidad de este para predecir correctamente la probabilidad de incumplimiento. Otros ejercicios interesantes son las pruebas por fuera de muestra, por medio de las cuales es posible determinar, con el modelo estimado, cuáles créditos se deteriorarían en términos de calificación durante el año siguiente al último considerado en el ejercicio.

Referencias

- Altman, E. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, Vol. 23, No. 4, pp. 589-609.
- Altman, E. (1989). Measuring corporate bond mortality and performance. *Journal of Finance*, Vol. 44, No. 4, pp. 909-922.
- Amaya, C., Orozco, I., Martínez, O. (2006). El riesgo de crédito: respuestas de la regulación y de las instituciones privadas. Mimeo.
- Arango, J.P., Zamudio, N., Orozco I. (2005). Riesgo de crédito: un análisis desde las firmas. Reporte de Estabilidad Financiera, Diciembre. Banco de la República.
- Avella, M., Muñoz, S., Piñeros, H. (2004). Los acuerdos bancarios de Basilea en perspectiva. Reporte de Estabilidad Financiera, Julio. Banco de la República.
- Banco de la República (2006). Recuento Normativo sobre la cartera de créditos de los establecimientos de crédito (1999-2005). Sección Apoyos de Liquidez y Control de Riesgos. Subgerencia Monetaria y de Reservas.
- Banco de la República, Reporte de Estabilidad Financiera, publicación semestral.
- Benito, A., Vlieghe, G. (2000). Stylized facts on UK corporate financial health: evidence from micro-data. *Financial Stability Review*, Junio. Bank of England.
- Benito, A., Whitley, J., y Young, G. (2001). Analysing corporate and household sector balance sheets. *Financial Stability Review*, Diciembre. Bank of England.
- Black, F., Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, Vol. 81, No. 3, pp. 637-654.
- Bunn, P., Redwood, V. (2003). Company accounts based modeling of business failures and the implications for financial stability. Working paper No. 210. Bank of England.
- Calvo, G.(2001). Economic policy in stormy waters: financial vulnerability in emerging economies. *Journal of Applied economics*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-25.

- Cameron, A., Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics, methods and applications*. Cambridge University Press. 1 ed.
- Credit Suisse/First Boston (1997). *CreditRisk+*: a credit risk management framework.
- Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria (1999). *Credit risk modeling: current practices and applications*.
- Crouhy, M., Galai, D., Mark, R. (2000). A comparative analysis of current credit risk models. *Journal of banking and finance*, Vol. 24, No. 1-2, pp. 59-117.
- Freixas, X., Rochet, J.C (1998). *Microeconomics of Banking*. The MIT Press 3 ed, Chap. 4, pp 91-135. Chap. 8, pp 221-256.
- Gómez, J.E., Orozco, I., 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.
- Hsiao, C. (1986). *Analysis of Panel Data*. Cambridge University Press, Chap. 7, pp 154-180.
- Inaba, N., Kozu, T., Sekine, T., Nagahata, T. (2005). Non-performing loans and the real economy: Japan's experience. BIS papers No. 22.
- Jackson, P., Nickell, P., Perraudin, W. (1999). *Credit risk modeling*. Financial Stability Review, Junio. Bank of England.
- Jimenez, G., Saurina, J. (2004). Collateral, type of lender and relationship banking as determinants of credit risk. Documentos de trabajo No. 0414. Banco de España.
- Jimenez, G., Saurina, J. (2005). Credit cycles, credit risk and prudential regulation. Documentos de trabajo No. 0531. Banco de España.
- J.P. Morgan(1997). *CreditMetrics*, documento técnico.
- Judge, G., Griffiths, W., Carter Hill, R., Lütkepohl, H., Lee, T. (1985). *The Theory and Practice of Econometrics*, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, Chap. 13, pp 515-560.
- Márquez, J. (2006). *Una nueva visión del riesgo de crédito*. México 1 ed.

- Martínez, O. (2003). Determinantes de fragilidad en las empresas colombianas. Borradores de Economía No. 259. Banco de la República.
- Merton, R. (1974). On the pricing of the corporate debt: the risk structure of interest rates. *Journal of Finance*, Vol. 29, No. 2, pp. 449-470.
- Merwin, C. (1942). Financing small corporations. Bureau of economic research, New York.
- Ruano-Pardo, S., Salas-Fumás, V. (2006). Morosidad de la deuda empresarial bancaria en España, 1992-2003. Documentos de trabajo No. 0622. Banco de España.
- Smith, R.F., Winakor, A.H. (1935). Changes in the financial structure of unsuccessful corporations. Bureau of business research, University of Illinois.
- Smith, C., Smithson, C., Wilford, D.S. (1989). Managing financial risk. *Journal of Applied Corporate Finance*. Winter.
- Smith, C.W. (1995). Corporate risk management: theory and practice. *The Journal of Derivatives*. Summer.
- Smith, D. (2003). Loans to Japanese borrowers. International finance discussion papers No. 769. Board of Governors of the Federal Reserve System.
- 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.
- Tenjo, F., López, E. (2002). Burbuja y estancamiento del crédito en Colombia. Borradores de Economía No. 215. Banco de la República.
- Uribe, J.D., Vargas, H. (2002). Financial reform, crisis and consolidation in Colombia. Borradores de Economía No. 204. Banco de la República.
- Zamudio, N. (2005). Estructura financiera del sector corporativo privado. Reportes del Emisor No. 76, Septiembre. Banco de la República.

6. Anexos

6.1. Modelo de Merton (1974)

El modelo de Merton es la herramienta fundamental de los modelos estructurales, en los cuales la quiebra de una empresa es generada cuando el valor de los activos cae por debajo del de los pasivos. Se supone que existe una sola obligación, que la empresa no paga dividendos y que los mercados financieros son perfectos, es decir no hay impuestos ni costos de transacción.

Una firma pide prestado una cantidad D_0 en el momento $t = 0$ para pagar D en $t = T$.

La tasa de interés r_L está definida por:

$$D = D_0 e^{r_L T} \quad (6)$$

Por otro lado los activos de la firma son iguales a:

$$V(t) = D(t) + E(t) \quad (7)$$

En T pueden presentarse dos situaciones:

- Si $D \leq V(t)$ el banco consigue D y el resto corresponde al valor de los accionistas.
- Si $D > V(t)$ la firma quiebra, sus activos son liquidados y el banco consigue solo $v(t)$.
Los accionistas reciben cero.

El pago que el banco recibirá será el menor valor entre $V(t)$ y D , y el valor de mercado del capital de la firma en T , que corresponde a los accionistas, será el excedente entre el valor de la firma y lo que tiene que pagar a sus acreedores externos. Si este excedente es negativo, los accionistas recibirán cero. Lo anterior puede ser expresado como:

$$\text{Max}(0, V(t) - D) \quad (8)$$

que es exactamente igual al perfil de pago de una opción *call* de los accionistas sobre los activos de una firma con *strike price* igual a D y plazo T . Esto significa que el banco compra la opción de readquirir los activos de la firma por un precio igual a D .

Dado lo anterior, es posible valorar el capital de la firma por medio de la fórmula básica de Black y Scholes(1973) considerando algunos supuestos: $V(T)$ sigue una caminata aleatoria geométrica, que significa que los retornos sobre V son independiente e idénticamente distribuidos (iid.), y la tasa libre de riesgo y la volatilidad son constantes.

Según la fórmula de Black-Scholes, el valor de mercado del capital es igual a:

$$E_0 = V_0\phi(d_1) - De^{-rT}\phi(d_2) \quad (9)$$

donde

$$d_1 = \frac{\text{Ln}(V_0/F) + (r + \sigma_v^2/2)T}{\sigma_v\sqrt{T}} \quad (10)$$

$$d_2 = \frac{\text{Ln}(V_0/F) + (r - \sigma_v^2/2)T}{\sigma_v\sqrt{T}} \quad (11)$$

De acuerdo con (7), la deuda es igual a:

$$D_0 = V_0 - E_0 \quad (12)$$

Por medio de (11) es posible determinar la probabilidad de incumplimiento. $\phi(d_2)$ es la probabilidad neutral de que la opción esté *in-the-money* en el momento T , lo que significa que el valor de los activos $V(t)$ es mayor que el valor de la deuda a pagar D . Si esto ocurre, la empresa no tendría problemas para pagar. Dado que $\phi(d_2)$ es la probabilidad de no incumplimiento, entonces $1 - \phi(d_2)$ es la probabilidad de incumplimiento.

De la formula de Black-Scholes es posible obtener también la tasa de interés de la deuda riesgosa D la cual es igual a:

$$y = \frac{-1}{T} \text{Ln} D_0 D e^{-rT} \quad (13)$$

así como el *Credit Spread*:

$$CS = y - r \quad (14)$$

6.2. Características de algunos modelos importantes

El modelo CreditMetrics de JP Morgan y el modelo KMV son los modelos estructurales más conocidos y utilizados en el mundo financiero. Estos modelos denominados por Jackson et al.(1999) como modelos teóricos de portafolio, estiman la distribución del valor del portafolio de créditos y encuentran las pérdidas esperadas de cambios en la calidad de los créditos a través de ejercicios de Valor en Riesgo (VaR).

En particular, CreditMetrics desarrolla el modelo de riesgo de crédito a través de las siguientes etapas:

- Especifica un sistema de calificaciones y una matriz de transición, utilizando la información de las agencias calificadoras (Moody's o Standard&Poor's).
- Establece un horizonte de tiempo (por lo general es de un año).
- Desarrolla un modelo de valoración.
- Analiza los cambios en el valor del portafolio de créditos.
- Define el incumplimiento como el momento en el cual el valor de los activos se encuentra por debajo del valor facial de los créditos.

El problema de este modelo es que las matrices de transición son tomadas de las agencias calificadoras la cuales calculan simplemente un promedio con información de muestras de firmas durante distintos ciclos económicos. Debido al uso de este insumo, CreditMetrics debe hacer un supuesto bastante fuerte, y es que los agentes emisores son todos homogéneos.

KMV contrario a CreditMetrics, deriva las probabilidades de incumplimiento de cada deudor a través del modelo de Merton para no usar las matrices de transición de las agencias

calificadoras. Estas probabilidades son función de la estructura de capital, la volatilidad de los retornos y el valor de los activos.

Dado el requerimiento de información, KMV es un modelo que funciona mejor para las empresas que transan en el mercado público de valores. Primero, determina el valor de los activos a través del valor del capital el cual se puede observar en el mercado, y del valor de los pasivos, calculado a través del modelo de Merton. Luego estima la volatilidad de los retornos a través de una técnica iterativa.

Después de valorar los activos y las volatilidades, KMV calcula la *distancia al default*, que es una medida intermedia antes de la probabilidad de incumplimiento, y por tal razón constituye un indicador que anticipa el camino hacia el *default*. Esta consiste en una modificación de la definición de incumplimiento de Merton, cuya diferencia radica en que la empresa incumple con sus obligaciones cuando el valor de sus activos cae por debajo de un umbral que está definido entre el valor de los pasivos totales y la deuda de corto plazo. Posteriormente, esta medida de *distancia al default* es mapeada a las probabilidades de incumplimiento, y con estas últimas calcula las clasificaciones, construye las matrices de transición y estima la distribución de las pérdidas esperadas del portafolio. Como dato adicional, KMV calcula las correlaciones de los retornos de los activos por medio de un modelo estructural en el que el proceso generador de retornos es determinado por factores sistemáticos e idiosincrásicos de riesgo.

Dado que KMV calcula desde las probabilidades hasta las correlaciones a través de modelos estructurales, se caracteriza por requerir una gran cantidad de información proveniente del mercado y por tanto, por un gran nivel de dificultad en su aplicación.

En cuanto a los modelos de forma reducida, uno de los más importantes que puede ser tenido en cuenta en esta clasificación, es el modelo CreditPortfolioView de McKinsey. Este utiliza un modelo *logit* para calcular la probabilidad condicional de incumplimiento, la cual es función de un índice de entorno macroeconómico. Este índice es derivado de un modelo multifactor que depende de variables macroeconómicas como la tasa de desempleo, la tasa de crecimiento del PIB, la tasa de interés de largo plazo, la tasa de cambio, el gasto del gobierno, la tasa de ahorro agregada, entre otros. Cada una de estas variables se supone que sigue un proceso autoregresivo univariado de segundo orden (AR(2)).

Este modelo consiste de un sistema de tres ecuaciones: en la primera, la probabilidad de incumplimiento es función del índice macroeconómico mencionado; en la segunda, el índice es determinado por las variables macroeconómicas y en la tercera, las variables macroeconómicas siguen un AR(2). Este sistema debe ser resuelto para que el modelo pueda ser calibrado (a nivel de cada país y de cada industria), y de esta manera poder simular la distribución condicional conjunta de incumplimiento. El objetivo final de este modelo, es ajustar las matrices de transición que vienen de las calificadoras, de tal manera que estas últimas reflejen el verdadero estado de la economía.

La dificultad de este modelo radica en la necesidad de una gran cantidad de información a nivel de país e industria, la cual es requerida para llevar a cabo el ejercicio de calibración.

El modelo CreditRisk+ de Credit Suisse Financial Products es otro modelo especializado en riesgo de crédito; este se concentra solo en el cálculo de la probabilidad de incumplimiento y no es incluido aquí ni como modelo estructural ni como modelo de forma reducida por la incompatibilidad de sus características con las de estos modelos. Para el cálculo de la probabilidad de incumplimiento supone que el número de incumplimientos es una variable aleatoria cuya distribución de probabilidad en un período de tiempo determinado es Poisson. A diferencia de los otros modelos, no es posible establecer una relación de dicha probabilidad con elementos de la firma, y por esta razón no es posible hacer supuestos sobre las causas que generan el incumplimiento como en los otros modelos.

Con la característica adicional de que la tasa promedio de incumplimiento es una variable aleatoria que se distribuye Gamma, se calculan las pérdidas esperadas netas que son divididas en bandas para posteriormente calcular las funciones generadoras de probabilidad, y con estas la distribución de las pérdidas esperadas³⁴. La ventaja de este modelo es que es de fácil implementación pues se concentra solo en incumplimiento, sin embargo, tiene el problema de que dicho incumplimiento no depende de cambios en la calidad de los créditos lo que hace que ignore el riesgo de migración, condición fundamental de este tipo de modelos.

³⁴Las pérdidas esperadas son netas porque tienen en cuenta las tasas de recuperación.

6.3. Ley 590 de 2000

La ley 590 de 2000 se creó con el fin de promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas. El documento que hace referencia a la ley presenta una clasificación de las empresas de acuerdo al número de empleados o al total de activos. Siguiendo el nivel de activos, que fue la variable elegida para llevar a cabo la clasificación de las firmas en este documento, la ley 590 las divide de la siguiente manera:

- Microempresas: empresas con activos totales menores a 501 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV).
- Pequeñas: empresas con activos totales entre 501 y 5001 SMMLV.
- Medianas: empresas con activos totales entre 5001 y 15000 SMMLV.

Las empresas grandes son aquellas que sobrepasan los 15000 SMMLV en el valor de sus activos.

6.4. Una breve explicación del modelo logit ordenado

El modelo a estimar es de la forma³⁵:

$$Y_i^* = x_i' \beta + u_i, \quad (15)$$

en el cual el conjunto de variables x_i no incluye un intercepto.

Si se tienen m alternativas para la variable dependiente entonces:

$$\begin{aligned} Y_i &= j \\ \text{si } \alpha_{j-1} &< Y_i^* \leq \alpha_j \end{aligned} \quad (16)$$

donde $\alpha_0 = -\infty$ y $\alpha_m = \infty$.

³⁵La descripción del modelo *logit multinomial* es tomada de Cameron y Trivedi(2005).

De acuerdo con lo anterior, la probabilidad de que la alternativa elegida sea j , es decir que $Y_i = j$, es igual a:

$$\begin{aligned}
Pr[Y_i = j] &= Pr[\alpha_{j-1} < Y_i^* \leq \alpha_j] \\
&= Pr[\alpha_{j-1} < x'_i \beta + u_i \leq \alpha_j] \\
&= Pr[\alpha_{j-1} - x'_i \beta < +u_i \leq \alpha_j - x'_i \beta] \\
&= F(\alpha_j - x'_i \beta) - F(\alpha_{j-1} - x'_i \beta)
\end{aligned} \tag{17}$$

6.4.1. Estimación por máxima verosimilitud

Los parámetros β y $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ son obtenidos al maximizar la función de máxima verosimilitud:

$$\ell = \ln L_n = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m Y_{ij} \ln p_{ij} \tag{18}$$

donde i denota el i -ésimo individuo entre un total de N individuos, j denota la j -ésima alternativa de m alternativas y p_{ij} es definido como en (17).

Las condiciones de primer orden para obtener el estimador de β se tienen al resolver:

$$\frac{\partial \ell}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m \frac{Y_{ij}}{p_{ij}} \frac{\partial p_{ij}}{\partial \beta} = 0 \tag{19}$$

Como la distribución de y_i es multinomial, la especificación adecuada del proceso generador de datos implica correcta especificación de $F_j(x_i, \beta)$ para las probabilidades p_{ij} . Esta condición garantiza consistencia, por lo que

$$E\left[\frac{\partial \ell}{\partial \beta}\right] = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m \frac{\partial p_{ij}}{\partial \beta} = 0 \quad (20)$$

$$\text{dado que } \sum_{j=0}^m p_{ij} = 1$$

Diferenciando (18) con respecto a β' y usando $E[y_{ij}] = p_{ij}$ se obtiene:

$$\hat{\beta} \sim^a N\left[\beta_0, \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m \frac{1}{p_{ij}} \frac{\partial p_{ij}}{\partial \beta} \frac{\partial p_{ij}}{\partial \beta'} - \frac{\partial^2 p_{ij}}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta_0}\right)^{-1}\right] \quad (21)$$

Dado que el modelo elegido es un *logit ordenado*, los errores u siguen una función de distribución condicional logística que es igual a:

$$F(z) = \frac{e^z}{1 + e^z} \quad (22)$$

El número de parámetros a estimar es $k + m - 1$, donde k es el número de regresores sin incluir un intercepto.

6.4.2. Interpretación de los estimadores

Los estimadores β pueden ser interpretados directamente de la salida de la regresión. Los efectos marginales de las variables x_i sobre la probabilidad están definidos como:

$$\frac{\partial Pr[y_i = j]}{\partial x_i} = F'(\alpha_{j-1} - x_i' \beta) - F'(\alpha_j - x_i' \beta) \beta \quad (23)$$

6.5. Regresiones alternativas

Cuadro 9: Regresiones para los años 1998, 2000 y 2001

LOGIT ORDENADO PARA LOS AÑOS 1998, 2000 Y 2001						
	1998		2000		2001	
	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>
Liquidez	-21.408	0.000	-15.029	0.000	-17.673	0.000
Carga financiera	-0.001	0.501	0.000	0.685	0.001	0.820
Plazo	0.009	0.000	0.014	0.000	0.019	0.000
Garantía	0.632	0.000	0.536	0.000	0.532	0.000
No. Entidades	0.079	0.000	0.084	0.000	-0.006	0.704
Tipo de entidad	-0.282	0.011	0.050	0.541	-0.380	0.000
Agricultura	-0.276	0.151	-0.280	0.046	-0.437	0.001
Minería	-0.424	0.427	0.178	0.689	-0.460	0.310
Construcción	0.400	0.001	0.720	0.000	0.783	0.000
Comercio	0.024	0.828	-0.072	0.482	-0.193	0.047
Transporte	-0.215	0.350	0.054	0.757	0.093	0.657
Servicios	-0.260	0.077	0.044	0.699	-0.253	0.033
Cut1	2.258		2.225		1.935	
Cut2	3.162		3.406		3.085	
Cut3	3.661		3.938		3.581	
Cut4	4.514		4.804		4.566	
Observaciones	5909		6547		6951	
LR Chi2(13)	383		838		1162	
<i>Prob</i> > <i>Chi</i> 2	0.000		0.000		0.000	
Log likelihood	-2945		-3880		-3961	
P pseudo R2	0.061		0.098		0.128	

Cuadro 10: Regresiones para los años 2003 y 2004

LOGIT ORDENADO PARA LOS AÑOS 2003 Y 2004				
	2003		2004	
	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>
Liquidez	-9.906	0.000	-11.368	0.000
Carga financiera	0.000	0.849	0.001	0.021
Plazo	0.001	0.000	0.007	0.000
Garantía	0.981	0.000	0.839	0.000
No. Entidades	-0.073	0.000	-0.055	0.000
Tipo de entidad	0.561	0.000	0.495	0.000
Agricultura	-0.389	0.001	-0.434	0.000
Minería	-0.642	0.070	-2.106	0.000
Construcción	0.343	0.001	-0.033	0.760
Comercio	-0.484	0.000	-0.616	0.000
Transporte	-0.007	0.969	-0.506	0.004
Servicios	-0.250	0.008	-0.539	0.000
Cut1	1.858		2.121	
Cut2	2.662		2.858	
Cut3	3.085		3.228	
Cut4	3.734		3.723	
Observaciones	13010		16736	
LR Chi2(13)	605		884	
<i>Prob</i> > <i>Chi</i> 2	0.000		0.000	
Log likelihood	-5553		-6116	
P pseudo R2	0.052		0.067	

Cuadro 11: Regresiones con variable de tamaño tomada del balance

LOGIT ORDENADO				
CON VARIABLES DE TAMAÑO				
	CON LAS DOS VARIABLES		SOLO CON LA DE BALANCE	
	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>
Liquidez	-0.106	0.000	-0.106	0.000
Carga financiera	0.000	0.920	0.000	0.904
Tamaño	0.045	0.000	0.021	0.001
Plazo	0.002	0.000	0.002	0.000
Garantía	0.878	0.000	0.878	0.000
No. Entidades	-0.034	0.000		
Tipo de entidad	0.373	0.000	0.371	0.000
Agricultura	-0.247	0.000	-0.230	0.000
Minería	-0.674	0.000	-0.623	0.000
Construcción	0.412	0.000	0.432	0.000
Comercio	-0.377	0.000	-0.378	0.000
Transporte	-0.075	0.229	-0.052	0.405
Servicios	-0.146	0.000	-0.118	0.000
PIB	-0.096	0.000	-0.103	0.000
Cut1		2.456		2.188
Cut2		3.344		3.076
Cut3		3.797		3.529
Cut4		4.495		4.226
Observaciones		92373		92373
LR Chi2(13)		5793		5751
<i>Prob</i> > <i>Chi</i> 2		0.000		0.000
Log likelihood		-40356		-40377
P pseudo R2		0.067		0.067

Cuadro 12: Regresión con efectos fijos de tiempo

LOGIT ORDENADO		
CON EFECTOS FIJOS DE TIEMPO		
	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>
Liquidez	-0.108	0.000
Carga financiera	0.000	0.891
Plazo	0.002	0.000
Garantía	0.854	0.000
No. Entidades	-0.021	0.000
Tipo de entidad	0.344	0.000
Agricultura	-0.263	0.000
Minería	-0.620	0.000
Construcción	0.434	0.000
Comercio	-0.377	0.000
Transporte	-0.059	0.338
Servicios	-0.143	0.000
D1998	0.448	0.000
D1999	1.126	0.000
D2000	0.855	0.000
D2001	0.931	0.000
D2002	0.632	0.000
D2003	0.445	0.000
D2004	0.365	0.000
Cut1	2.552	
Cut2	3.443	
Cut3	3.898	
Cut4	4.596	
Observaciones	92373	
LR Chi2(13)	6106	
<i>Prob</i> > <i>Chi2</i>	0.000	
Log likelihood	-40199	
P pseudo R2	0.071	

Cuadro 13: Regresiones con interacciones entre las variables

LOGIT ORDENADO						
CON INTERACCIONES ENTRE LAS VARIABLES						
	Plazo*PIB		Liquidez*PIB		Garantía*PIB	
	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>
Liquidez	-0.108	0.000	-0.119	0.000	-0.108	0.000
Carga financiera	0.000	0.906	0.000	0.915	0.000	0.916
Plazo	0.005	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
Garantía	0.826	0.000	0.869	0.000	0.847	0.000
No. Entidades	-0.019	0.000	-0.019	0.000	-0.019	0.000
Tipo de entidad	0.319	0.000	0.393	0.000	0.398	0.000
Agricultura	-0.267	0.000	-0.260	0.000	-0.260	0.000
Minería	-0.658	0.000	-0.634	0.000	-0.630	0.000
Construcción	0.386	0.000	0.401	0.000	0.405	0.000
Comercio	-0.422	0.000	-0.409	0.000	-0.409	0.000
Transporte	-0.089	0.152	-0.076	0.217	-0.076	0.218
Servicios	-0.188	0.000	0.036	0.000	-0.157	0.000
PIB	-0.073	0.000	-0.107	0.000	-0.104	0.000
Interacción	-0.001	0.000	0.003	0.029	0.009	0.238
Cut1	1.836		1.743		1.754	
Cut2	2.727		2.631		2.641	
Cut3	3.183		3.085		3.094	
Cut4	3.883		3.783		3.792	
Observaciones	92373		92373		92373	
LR Chi2(13)	5926		5763		5760	
<i>Prob</i> > <i>Chi</i> 2	0.000		0.000		0.000	
Log likelihood	-40290		-40371		-40373	
P pseudo R2	0.069		0.067		0.067	

Cuadro 14: Regresión a partir de un logit binomial

LOGIT BINOMIAL		
	COEF	<i>P</i> > <i>Z</i>
Liquidez	-0.106	0.000
Carga financiera	0.000	0.861
Plazo	0.002	0.000
Garantía	0.873	0.000
No. Entidades	-0.008	0.067
Tipo de entidad	0.384	0.000
Agricultura	-0.255	0.000
Minería	-0.635	0.000
Construcción	0.400	0.000
Comercio	-0.409	0.000
Transporte	-0.059	0.340
Servicios	-0.157	0.000
PIB	-0.106	0.000
Constante	-1.787	0.000
Observaciones	92373	
LR Chi2(13)	5682	
<i>Prob</i> > <i>Chi</i> 2	0.000	
Log likelihood	-28586	
P pseudo R2	0.090	