

Análisis de los determinantes del riesgo de crédito. Aplicación de técnicas emergentes en el marco de los acuerdos de Basilea II y Solvencia II

REALIZADA POR Raquel Flórez López.

DIRIGIDA POR José Miguel Fernández Fernández.

LUGAR DE CELEBRACIÓN Universidad de León.

FECHA DE LECTURA 09 de febrero de 2007.

TRIBUNAL Paul D. McNelis (Presidente).

José Muñoz Pérez (Vocal).

Joaquina Laffarga Briones (Vocal).

Javier de Andrés Suárez (Vocal).

Alicia Rodríguez Pérez (Secretaría).

Planteamiento conceptual

El sistema financiero desempeña un papel crucial en el desarrollo de un país, que afecta tanto a la adecuada asignación de recursos en el tiempo como a la correcta valoración del riesgo. En los últimos años, la globalización de la economía de mercado ha disminuido la estabilidad y seguridad del negocio financiero, multiplicando los riesgos a los que se enfrentan estas entidades, entre ellos el riesgo de crédito, o posibilidad de que no se produzca la devolución puntual de una determinada cantidad de dinero que se prestó en el pasado.

Ante esta situación se han desarrollado nuevas regulaciones internacionales en materia de riesgos, entre las que destacan los acuerdos de Basilea II para entidades bancarias y de Solvencia II para entidades aseguradoras. Estas normas inciden en la necesidad de modernizar las técnicas de medición y gestión de riesgos, promoviendo el desarrollo de modelos internos basados en la clasificación de las posiciones de crédito en grupos de riesgo o ratings. Ahora bien, el desarrollo de modelos internos exige que los bancos dispongan de bases de datos que incluyan información completa sobre sus posiciones crediticias a lo largo del tiempo. Sin

embargo, los registros bancarios suelen ser limitados e incompletos, especialmente respecto a las denominadas carteras de bajo incumplimiento integradas, entre otras, por exposiciones frente a bancos, entidades aseguradoras y empresas con elevada calificación crediticia. Ante esta situación, las nuevas normas permiten la asociación de los ratings internos a escalas utilizadas por agencias externas de calificación, si bien la asociación de los ratings internos y externos debe sustentarse en una comparación rigurosa de las variables que determinan el riesgo de crédito. Asimismo, las nuevas regulaciones recomiendan el empleo de ratings externos por parte de las autoridades supervisoras como información relevante para el control de la solvencia de las propias entidades financieras.

No obstante, la identificación de los determinantes del riesgo de crédito constituye un problema complejo aún pendiente de solución, especialmente en el ámbito de las entidades aseguradoras, agentes básicos de los mercados financieros que, debido a sus peculiares características operativas, apenas han sido objeto de estudios previos.

Esta Tesis Doctoral presenta una nueva metodología para el análisis de los determinantes del riesgo de crédito combinando técnicas estadísti-

cas clásicas, análisis bayesiano y modelos basados en inteligencia artificial. Se plantean tres objetivos principales de investigación:

- Estudiar los retos a los que se enfrentan las entidades bancarias y aseguradoras para la gestión del riesgo de crédito en el entorno actual.
- Desarrollar sistemas operativos de gestión coherentes con el nuevo marco regulatorio que permitan analizar los determinantes del riesgo de crédito en el entorno actual.
- Contrastar empíricamente la utilidad de los modelos propuestos a partir de diferentes bases de datos de entidades bancarias y aseguradoras.

Estructura del trabajo

En el **Capítulo 1** se realiza una aproximación a la problemática de la gestión de riesgos financieros, con el objetivo de conocer el estado del arte en la materia, así como la normativa que afecta a las entidades financieras en este ámbito. Con ello se pretende poner de manifiesto la importancia e influencia de la gestión de riesgos en los mercados financieros, identificando los componentes del riesgo financiero, entre los que destaca el riesgo de crédito. Además, se analiza el proceso de gestión de riesgos financieros, detallando los objetivos a alcanzar y las distintas etapas a cumplimentar por los gestores, que incluyen la determinación de los objetivos a conseguir, identificación de los distintos tipos de riesgos, su medición y cuantificación, el control de riesgos y análisis de decisiones alternativas, la implementación de la decisión y la evaluación y revisión de las decisiones implementadas.

El **Capítulo 2** se inicia con un análisis descriptivo del riesgo de crédito, estudiando su tipología (riesgo de instrumentos financieros, clientes particulares y empresas) y las características específicas de su proceso de gestión. El análisis se centra en el riesgo de crédito asociado con empresas, con la finalidad de identificar las características que sería deseable que se incluyeran en los modelos para su gestión.

Posteriormente se analizan de forma crítica los distintos enfoques existentes para el modelado del riesgo de crédito, tanto para el tratamiento de posiciones individuales como respecto a los modelos integrales de gestión, entre los que des-

tacan los modelos de credit scoring, rating, modelos estructurales y modelos de valor en riesgo (*Credit VaR*). En particular, se estudia la capacidad de estos modelos para facilitar respuestas eficaces en el entorno financiero actual, justificándose la necesidad de desarrollar un nuevo enfoque que permita construir sistemas de gestión crediticia para la empresa basados en ratings internos coherentes con las nuevas tendencias internacionales.

En el **Capítulo 3** se realiza una aproximación conceptual a los sistemas de calificación crediticia o *ratings*. En primer término, se analiza de forma detallada el proceso de obtención de calificaciones, haciendo especial hincapié en las etapas del mismo, la definición de las escalas empleadas por las distintas agencias y las ventajas e inconvenientes de los procesos de calificación. Asimismo, se estudian las diferencias entre las calificaciones otorgadas por las distintas agencias y el efecto de la solicitud sobre los ratings, al objeto de conocer las limitaciones existentes en cuanto a información disponible, calidad de los datos, credibilidad de las calificaciones y capacidad discriminadora de los modelos.

Posteriormente, se introducen las principales técnicas aplicables al problema de discriminación entre categorías crediticias empresariales, exponiendo brevemente el desarrollo conceptual de los modelos y la aplicación que de los mismos ha realizado la literatura en la materia, así como los resultados conseguidos. En particular, se considera la utilidad de la información contable para el desarrollo de estos sistemas, advirtiendo tanto de sus limitaciones como de sus posibilidades de cara al análisis del riesgo de crédito. Se observa que los estudios empíricos formulados respecto a los determinantes de los *ratings* empresariales se han centrado casi exclusivamente en empresas industriales, siendo muy escasa la literatura en el ámbito financiero en general, y respecto al sector asegurador en particular. Por otro lado, las investigaciones realizadas apenas proporcionan medidas acerca de la eficacia de los modelos conseguidos, limitándose a reproducir una lista de atributos explicativos, en mayor o menor medida, de las calificaciones analizadas.

Este análisis permite identificar la principal laguna a cubrir con esta investigación, relativa a la formulación de modelos de gestión del riesgo

de crédito basados en calificaciones crediticias que, a partir de determinantes basados en información económico-financiera, permitan predecir de forma eficaz el nivel de riesgo asociado con entidades aseguradoras. Además, en un documento anexo a la tesis se incluye un estudio adicional de los determinantes del riesgo de crédito vinculado con entidades bancarias españolas, que permite contrastar la capacidad explicativa y robustez de los modelos desarrollados.

El **Capítulo 4** contiene los aspectos metodológicos y empíricos de la aplicación propuesta. En la primera sección del Capítulo 4 se analizan las características distintivas de la industria aseguradora, así como los estudios previos respecto a la solvencia de estas empresas, a nivel nacional e internacional. Posteriormente, se procede a desarrollar la metodología básica de trabajo, estructurada en seis etapas principales: 1. Selección de variables explicativas; 2. Análisis estadístico multivariante; 3. Análisis avanzado mediante Aprendizaje Máquina; 4. Combinación de metodologías; 5. Validación fuera de muestra basada en modelos de remuestreo; y 6. Validación a lo largo de tiempo. Para el desarrollo de algunas de estas etapas ha sido necesario implementar diversos programas informáticos ad hoc dada la inexistencia de software especializado en este ámbito.

A continuación se define el problema concreto objeto de estudio, las fuentes de información utilizadas y la muestra empírica seleccionada, relativa a los ratings de fortaleza financiera de 257 entidades aseguradoras europeas no vida proporcionados por la agencia Standard & Poor's para el periodo 1999-2000. Se detallan las características de la información contable disponible, su alcance temporal y la problemática de su homogenización, así como los ratios económicos y financieros definidos como variables potencialmente explicativas, que incluyen indicadores relacionados con la exposición al riesgo, uso del reaseguro, liquidez, rentabilidad, provisiones técnicas y reservas, endeudamiento, dimensión y mercado de operaciones. La ausencia de una teoría general sobre los determinantes del riesgo de crédito plantea la necesidad de aplicar herramientas para la selección de los indicadores más relevantes, que se afronta mediante un estudio univariante inicial, seguido de un estudio multivariante que integra modelos factoriales, méto-

dos bayesianos (*Gibbs sampler*) y algoritmos de selección de atributos basados en Aprendizaje Máquina (redes neuronales artificiales y modelos vinculados al algoritmo k-vecino más cercano). A partir de un amplio conjunto de ratios iniciales, finalmente se identifican 7 variables explicativas fuertemente relevantes, relacionadas con la liquidez, rentabilidad y tamaño de las entidades aseguradoras respecto a distintos periodos de tiempo previos al momento de la calificación.

Tales indicadores se utilizan, en primer lugar, para analizar la relevancia de los modelos estadísticos multivariantes más conocidos, destacando el análisis discriminante múltiple, la regresión logística multinomial y el modelo logit ordenado. Los resultados obtenidos permiten observar la mayor capacidad clasificadora de los modelos logísticos, si bien los porcentajes de acierto no resultan muy elevados.

A efectos de mejorar la capacidad explicativa del modelo, posteriormente se considera la oportunidad de aplicar modelos basados en Aprendizaje Máquina, tanto respecto al paradigma conexistente-adaptativo como al enfoque lógico-estructurado.

El análisis se inicia con los algoritmos conexionistas conocidos como redes neuronales artificiales, aplicando dos modelos particularmente interesantes en este ámbito: el Perceptrón Multicapa, desarrollado a partir de distintos algoritmos constructivos, de poda y de aprendizaje, y el Mapa Autoorganizado de Kohonen, considerando su versión original e incluyendo información lingüística mediante el modelo 2-tuplas para el tratamiento de la incertidumbre.

Posteriormente se estudia la capacidad explicativa de los modelos lógicos conocidos como árboles de decisión, analizando distintos algoritmos univariantes y multivariantes, así como diversos modelos cooperativos o bosques de decisión. Dentro del paradigma lógico-estructurado se analiza también la capacidad explicativa de los sistemas expertos, considerando distintos algoritmos de inducción de reglas basados en Lógica Borrosa. En particular, se presenta un sistema inductivo de modelado borroso y tres sistemas de modelado lingüístico.

Para cada uno de los modelos se calculan las tasas de error de clasificación asociadas con la muestra original, las estimaciones del error real

mediante *bootstrap* y otras medidas de desempeño que relacionan las categorías reales y los ratings predichos. Estas medidas de error se utilizan para comparar los distintos modelos entre sí, a fin de determinar qué sistemas presentan una mayor capacidad predictiva. En particular, se observa que algunos modelos de árboles de decisión individuales, redes neuronales y sistemas inductivos borrosos presentan de forma simultánea reducidas tasas de error y arquitecturas fácilmente interpretables por los usuarios. Las medidas de error sirven de base para formular un modelo híbrido que integra los resultados obtenidos con cada técnica en un modelo final de gestión del riesgo de crédito mediante calificaciones. El objetivo de esta propuesta se centra en explotar sinergias entre los modelos, a fin de mejorar la capacidad predictiva final pero sin introducir excesiva complejidad que dificulte la interpretación de los resultados. Para ello se consideran cuatro enfoques alternativos basados en esquemas de votación y formalismos bayesianos, observando que los modelos bayesianos constituyen una alternativa muy eficaz, cuyo desempeño supera ampliamente a los resultados disponibles en la literatura previa sobre ratings de crédito.

La necesaria validación temporal de los modelos propuestos se aborda en el **Capítulo 5**, a través del análisis de una nueva muestra de 211 *ratings* de empresas de seguros europeas, relativa al periodo 2002-2003, para la que se calculan los determinantes previamente seleccionados como relevantes. La inclusión de dos periodos de tiempo diferentes permite la comparación de las distintas circunstancias económicas y sociales y su efecto sobre las calificaciones crediticias, tales como los atentados de Nueva York del 11 de Septiembre de 2001 y la entrada en vigor del euro como moneda única europea en enero de 2002.

A partir de dichas variables explicativas, vinculadas con la liquidez, rentabilidad y tamaño de la empresa, se lleva a cabo un estudio detallado de los modelos estadísticos y técnicas de Aprendizaje Máquina desarrollados para el periodo inicial, calculando la capacidad predictiva de los modelos originales y estimando sus parámetros de acuerdo con los nuevos datos. Se considera la relevancia de las distintas propues-

tas híbridas de calificación previamente formuladas.

Los distintos modelos son comparados entre sí, analizando sus similitudes y diferencias a fin de determinar la robustez del sistema propuesto y su capacidad para adaptarse a los cambios del entorno. Se comprueba que tanto los modelos individuales previamente analizados (en particular, algunos esquemas de árboles de decisión y redes neuronales artificiales), como los esquemas híbridos propuestos resultan robustos a lo largo del tiempo. Como consecuencia, sus determinantes resultan relevantes para distintos periodos temporales, los modelos iniciales presentan una elevada capacidad predictiva a posteriori y los ajustes a formular para adaptarse a los cambios del entorno afectan únicamente a las ponderaciones de las variables explicativas. Finalmente, el **Capítulo 6** se destina a la presentación de las principales conclusiones obtenidas, analizadas a continuación.

Principales conclusiones

El análisis de los distintos periodos temporales permite concluir, por un lado, la utilidad de la información económico-financiera para la predicción del riesgo de crédito de las entidades aseguradoras europeas y, por otro, el importante impacto de los recientes acontecimientos financieros y políticos sobre el riesgo de crédito de las aseguradoras.

Se observa que los ratios de rentabilidad económica y financiera a medio y largo plazo, así como el nivel de derechos de cobro de la entidad (incluyendo el reaseguro) y la evolución de su dimensión a lo largo del tiempo, resultan variables determinantes del riesgo de crédito asociado con las distintas aseguradoras europeas, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre países. La existencia de un mercado único europeo en términos financieros se ha traducido *de facto* en una concepción común acerca de los determinantes de riesgo que afectan a las entidades operantes, con independencia del país base de operaciones, lo que facilitará la implementación paneuropea de las nuevas regulaciones en materia de riesgos.

Por otro lado, los determinantes identificados resultan robustos desde el punto de vista temporal, de forma que su capacidad explicativa se

mantiene invariable para distintos periodos. No obstante, se observa un deterioro de la capacidad predictiva de los modelos a lo largo del tiempo, de forma que en los últimos años resulta evidente la existencia de un mayor pesimismo respecto a la calificación de la fortaleza financiera de las aseguradoras analizadas; a ello ha contribuido el nuevo orden político internacional surgido a partir de los atentados del 11 de septiembre de 2001, que ha incrementado significativamente la percepción de riesgo al que están sometidas las empresas aseguradoras, y que indica la influencia de las percepciones cualitati-

vas de los agentes respecto a las calificaciones crediticias estudiadas.

Por último, los resultados obtenidos han permitido contrastar la posibilidad de construir modelos robustos y eficaces para la gestión del riesgo de crédito a partir de datos contables, incluso en presencia de muestras reducidas, lo que puede facilitar la implementación práctica de las nuevas recomendaciones formuladas por Basilea II y Solvencia II y el empleo de estos modelos como mecanismo eficaz de ayuda a la toma de decisiones por parte de los organismos supervisores.