

MODELOS ESTADÍSTICOS MULTIVARIANTES Y MODELOS DE PRONÓSTICOS Y DE CLASIFICACIÓN NO PARAMÉTRICOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO BANCARIO¹

Grupo Banca: Gerardo Colmenares², Ruth Guillén³, Alexis Melo⁴, María Alejandra Ayala⁵

Resumen

Los mecanismos de decisión pertinentes al control de riesgo bancario cada vez se ven más afectados en sus mediciones, debido a la dinámica impuesta por los mercados globales y su implicación, de impacto local e internacional, en las políticas financieras. Para las mediciones y estimaciones de las exposiciones al riesgo por parte de las instituciones financieras, es necesario utilizar metodologías y herramientas especializadas, destacándose la construcción de modelos de pronóstico y clasificación mediante técnicas *estadísticas multivariantes y de inteligencia artificial*. Estas técnicas permiten la consideración de variables y factores definitorios de los riesgos que se van a estimar; esto es, el reconocimiento de comportamientos que claramente definen los patrones de riesgo para dar respuesta a las necesidades de información consistente. Se construirán, por tanto, modelos donde el preprocesamiento de datos es un factor determinante para la generación de variables categórica (riesgo financiero) y cuantitativas (razones financieras). La identificación de estas variables y la aceptable calidad de los datos que ellas definen, son usadas en modelos híbridos de origen *paramétrico y no paramétrico* conducentes al reconocimiento de los patrones de comportamiento del riesgo en el sistema bancario mediante

¹ Esta investigación corresponde a un manuscrito preliminar de avance para un proyecto financiado por el convenio ULA-BCV al grupo transdisciplinario denominado *Grupo Banca*.

² Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela

³ Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela

⁴ Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela

⁵ Escuela de Estadística. Universidad de Los Andes. Venezuela

las opciones de pronóstico y clasificación. Las técnicas involucradas para la conformación de los modelos híbridos son: a) Análisis de Componentes Principales (ACP) como mecanismo de reducción de variables, b) Análisis Discriminante (AD), como preprocesador de la variable dependiente, c) Análisis de Supervivencia (AS), como método de pronóstico de supervivencia para cada banco, y, d) modelos no supervisados, para pronóstico y clasificación de Redes Neuronales (RN), fundamentalmente la función logística con propagación del error hacia atrás (RN-RP) y la función de base radial (RN-BR).

Palabras claves: modelos híbridos, técnicas multivariantes, redes neuronales, riesgos financieros, preprocesamiento de datos.

Introducción

La mayor movilidad internacional de los recursos, la diversificación de los productos financieros y el surgimiento de la volatilidad a nivel global son factores que confluyen en la necesidad de adoptar métodos y procedimientos para el control de riesgos.

Según las Normas para una Adecuada Administración Integral de Riesgos (Superintendencia de Bancos y otras Instituciones Financieras de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 37.703, 3 de junio de 2003), "la sólida y adecuada administración de riesgo garantiza el equilibrio operativo de las instituciones financieras, lo que permite valorar apropiadamente las operaciones de riesgo, al tiempo que coadyuva a una precisa valoración de los resultados obtenidos en las operaciones, y por ende a reflejar una real retribución a los recursos propios. *Es de vital importancia que las instituciones financieras implementen mecanismos y procesos; así como cuenten con recursos humanos calificados y experimentados en el control de los riesgos generados por sus operaciones; todo ello a*

los fines de que logren identificar, medir, monitorear, limitar, controlar, informar y revelar claramente los diferentes tipos de riesgo a que están expuestas. La administración integral de riesgos, supone la adecuación de la estructura organizativa de las instituciones financieras, a los fines de establecer la unidad administrativa y operativa requerida para la valoración, control y monitoreo de los niveles de riesgos asumidos”

El control de riesgos como herramienta de administración de instituciones financieras y productivas, opera como instrumento de medición y de control. Los indicadores para el control de riesgos conforman una guía para la adecuada comunicación de las empresas con sus acreedores e inversionistas con relación a su solvencia y operaciones, además de servir como indicadores de regulación aplicable a operaciones con valores y derivados, e indicar los requerimientos de capital.

La Administración Integral de Riesgos es un conjunto de objetivos, políticas, procedimientos y acciones que se implementan para identificar, medir, monitorear, limitar, controlar, informar y revelar los distintos tipos de riesgos a que se encuentran expuestas las instituciones financieras. Se trata de un proceso continuo que requiere por parte de las organizaciones el desarrollo de políticas, metodologías e infraestructuras. Las políticas son el resultado de definiciones sobre estrategias para enfrentar los riesgos. Los métodos incorporan mecanismos de valuación de los distintos tipos de riesgos a que puede estar expuesta una organización, tales como riesgos de mercado, de crédito y riesgos operacionales. La infraestructura se refiere a la creación y mantenimiento de las bases de datos con información pertinente, el equipamiento físico y de sistemas, y también a la capacitación de personal y el desarrollo de habilidades técnicas y gerenciales.

El Riesgo, en general, puede definirse como la volatilidad de los flujos financieros, generalmente derivada del valor de los activos o los pasivos de la organización en estudio. Las empresas están expuestas en general, a tres tipos de riesgo: riesgos de negocios, riesgos estratégicos y riesgos financieros.

Los riesgos de negocios son aquéllos que la empresa está dispuesta a asumir para crear ventajas competitivas y agregar valor para los accionistas. Los riesgos de negocios, o *riesgos operativos*, tienen que ver con el mercado del producto en el cual opera la empresa y comprenden innovaciones tecnológicas, diseño del producto y mercadotecnia. La exposición racional a este tipo de riesgo es considerada como una habilidad interna o ventaja competitiva de la propia empresa.

Los riesgos estratégicos son los resultantes de cambios fundamentales en la economía o en el entorno político. La expropiación y la nacionalización también son consideradas riesgos estratégicos. Estos riesgos difícilmente se pueden cubrir, a no ser por la diversificación a través de distintas líneas de negocios y de distintos países.

Los riesgos financieros están relacionados con las posibles pérdidas en los mercados financieros. Los movimientos en las variables financieras, tales como las tasas de interés y los tipos de cambio, constituyen una fuente importante de riesgos para la mayoría de las empresas. La exposición a riesgos financieros se puede optimizar de tal manera que las empresas puedan concentrarse en lo que es su especialidad: administrar su exposición a los riesgos de negocio. En contraste con las empresas industriales, la función principal de las instituciones financieras es administrar activamente los riesgos financieros. Los bancos, ahora, se han percatado que deben identificar y medir con precisión los riesgos para posteriormente controlarlos y evaluarlos de forma apropiada. *Un entendimiento cabal del riesgo permite que los*

administradores financieros puedan estar en condiciones de planear adecuadamente la forma de anticiparse a posibles resultados adversos y sus consecuencias y, de este modo, estar mejor preparados para enfrentar la incertidumbre futura sobre la variables que puedan afectar sus resultados. La administración del riesgo es el proceso mediante el cual se identifica, se mide y se controla la exposición al riesgo. En definitiva, la administración del riesgo financiero se ha convertido en *una herramienta esencial para la supervivencia* de cualquier actividad empresarial.

Generalmente, los riesgos financieros se pueden clasificar en riesgo de mercado, riesgo de crédito, riesgos de liquidez, riesgo operacional y riesgo legal. Este estudio se concentrará fundamentalmente a los riesgos financieros bajo la premisa de que deben identificarse y medirse con precisión estos tipos de riesgos para posteriormente controlarlos y evaluarlos de forma apropiada.

En la identificación del problema se han considerado las siguientes etapas en el proceso de análisis de riesgo:

a) *Identificación:* en un proceso dinámico y productivo aparecen nuevos y variados riesgos; es necesario establecer sistemas y metodologías para su descubrimiento oportuno.

b) *Medición:* luego de identificados, los riesgos financieros deben ser cuantificados a través de las estimaciones de ocurrencia y severidad de los eventos que impliquen riesgo. Tal es el caso de las funciones supervivencia, y la construcción de modelos conducentes al reconocimiento del riesgo mediante su pronóstico de severidad.

c) *Control:* el establecimiento de mecanismos de control permite velar por el cumplimiento de las políticas de riesgo.

Preprocesamiento de los datos

En la actualidad las series históricas de datos pueden ser aprovechadas para la generación de nueva información. La integración de técnicas en modelos híbridos (paramétricos y no paramétricos) están en capacidad de generar esta nueva información sin necesidad de incurrir en gastos exagerados de recolección de nuevos datos. A costos relativamente bajos se pueden originar los nuevos usos de la información que no habían sido identificados al momento que fue creada la fuente original de datos. Estos nuevos usos están orientados fundamentalmente a la preparación de modelos de predicción, modelos de clasificación de patrones mediante su reconocimiento, etc.

Uno de los medios para alcanzar estos objetivos es el *análisis exploratorio de datos*. Esta exploración ciertamente es requerida en ciertos procesos que conducen a la construcción de modelos de pronóstico o clasificación y se le conoce también con el nombre de *pre-procesamiento*. La selección u origen de estos conjuntos de datos a partir de las fuentes históricas debe ser representativa de su fuente original y a su vez, consistente al ser conformada, en algunos casos, por un conjunto reducido de datos (*muestras*) que caractericen la fuente histórica, mediante las variables originales o las transformadas.

Las *RN(s)* contribuyen a llenar estas expectativas. Son capaces de adquirir conocimiento a partir del estímulo-respuesta ofrecido con ejemplos que conducen inicialmente al aprendizaje y posteriormente al pronóstico. Es decir, las *RN(s)* permiten la construcción de *modelos fundamentalmente no lineales para la predicción y reconocimiento de patrones* aprovechando esas fuentes históricas de datos. A través de sus múltiples algoritmos que permiten la construcción de modelos de predicción y clasificación, se podría revitalizar el uso de esas fuentes de datos a un muy bajo costo.

La robustez de estos modelos, en cuanto a su capacidad de *aprender y generalizar*, ha sido probada lo suficiente como para indicar que representan una técnica confiable. [Colmenares, 2004], [Dong and McAvoy, 1996], [Kramer, 1992], [Tan et al., 1995], [Xue, 1999].

Sin embargo, para asegurar que los modelos sean confiables, se requiere que todos los valores observados y que van a ser incluidos como elementos de aprendizaje durante la fase de entrenamiento de la red neuronal, representen el dominio que dibuja la fuente histórica de datos, es decir, sean representativos del espacio multidimensional conformado por los datos. De este modo, se puede asegurar que un modelo de red neuronal será de poca capacidad predictiva y/o de clasificación si las observaciones para el entrenamiento no son representativas. De igual manera, un modelo bien construido no tendrá buena capacidad predictiva, si sus valores no son representativos. En definitiva, las observaciones seleccionadas desde las fuentes históricas mediante los métodos de preprocesamiento, deben representar el dominio completo de la fuente de datos. Las herramientas de preparación de los datos, previos a la construcción de los modelos, le da una mayor utilidad a la serie histórica bajo la premisa de que se extraerá información valiosa o se generará una nueva para así lograr la fuente requerida en la construcción de los *modelos híbridos*.

Propuesta

En el diagrama general se puede observar una conceptualización gráfica de los modelos híbridos. Segmentados de acuerdo al esquema de entradas, procesos y producto, se puede observar que derivados de la construcción de los datos que han sido debidamente procesados, se realizan la construcción de varios modelos.

ACP es usado para la construcción de las variables latentes seleccionadas como variables de entrada (explicativas) del modelo, un

conjunto de variables macroeconómicas que inciden como variables explicativas (entrada) y las variables cualitativas determinadas en el siguiente modelo, como variables de salida o dependientes. Estos datos seleccionados (patrones de entrada y salida) son usados por una red neuronal RN-RP para facilitar el pronóstico de las clases de riesgo.

AD permite la construcción de las variables categóricas, clasificando linealmente en dos clases distinguibles, el fenómeno de comportamiento de riesgo. Esta variable es usada por el modelo anterior y a su vez, conjuntamente con los datos organizados de las razones financieras originales, permitirán reconocer los grupos que identifican a los bancos en los grupos que serán construidos automáticamente por la red neuronal RN-RP al culminar la fase de entrenamiento. Estos grupos de algún modo sectorizan la banca comercial de acuerdo a ciertas similitudes.

Por último, *análisis de supervivencia y redes neuronales* son utilizados para describir la función de supervivencia para cada banco descrito en los datos mediante las razones financieras. Regresión lineal múltiple y redes neuronales mediante RN-RP sirven de estimadores de los parámetros de las variables explicativas que inciden directamente en la estimación de cada una de las funciones de supervivencia. Por otro lado, los umbrales de los valores de quiebra obtenidos representan una referencia de salida para la construcción de un nuevo modelo de pronóstico usando RN-RP y a su vez, valores alternativos de comparación con los pronósticos obtenidos en cada uno de los modelos construidos mencionados anteriormente

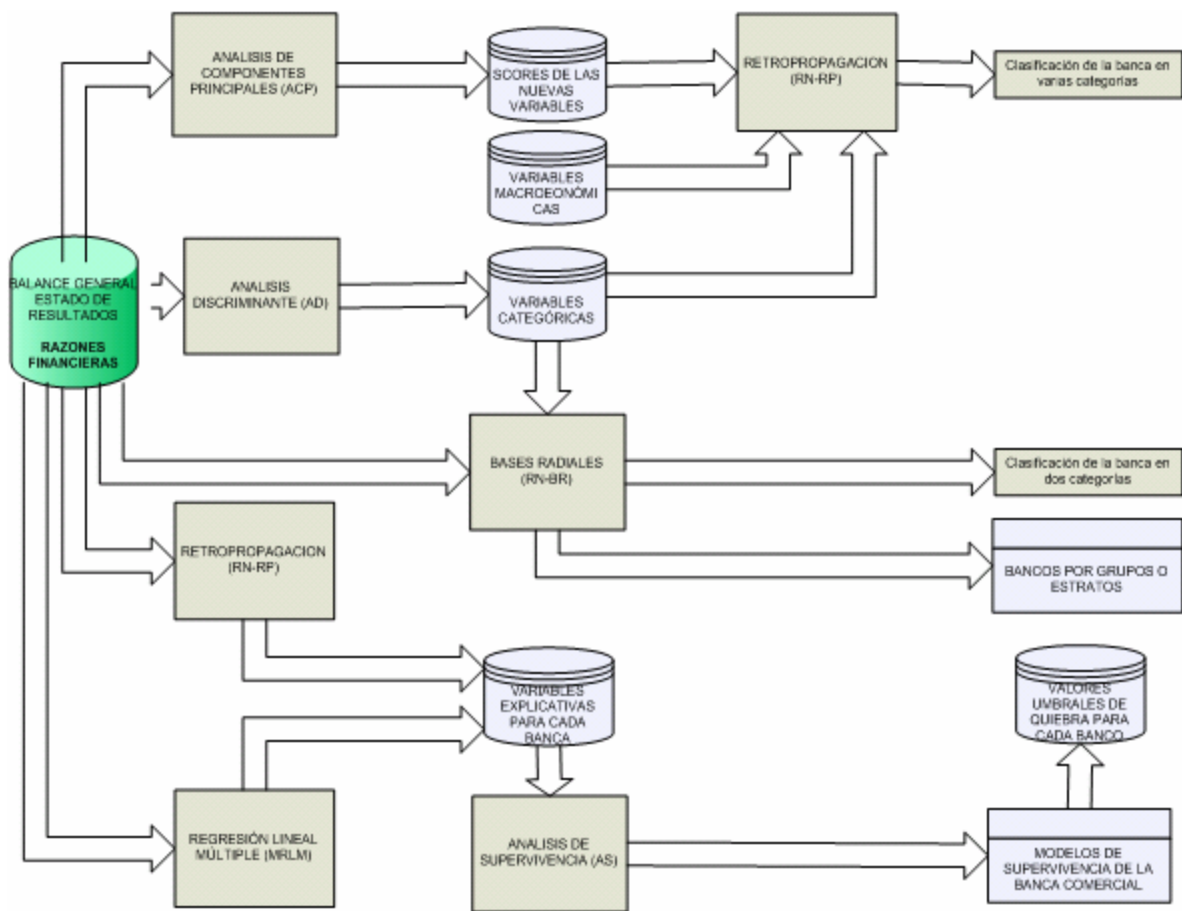


Figura 1. Diagrama General

Referencias.

Ayala, Roberto. (1999). Modelos de Alerta Temprana. El Caso Ecuatoriano: 1994-1997. Notas Técnicas No. 51. Banco Central de Ecuador.

Ayesterán, José R., Ramoni, Josefa y Orlandoni Giampaolo. (1996). Crisis y Poder: El caso del Sistema Financiero. Economía Nueva Etapa. No. 11.

Dong D. and McAvoy T. (1996). Nonlinear Principal Component Analysis -Based on Principal Curves and Neural Networks. *Computer Chem. Engng.*, vol 20, no. 1, pp. 65-78.

Guillermo Rozenwurcel y Leonardo Bleger. (1997). El Sistema Bancario Argentino en los Noventa: De la Profundización Financiera a la Crisis Sistémica. Desarrollo Económico, V 37, No. 146.

Kramer M. (1992). Autoassociative Neural Networks. *Computer Chem. Engng.*, vol. 16, no. 4, pp. 313-328.

SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y OTRAS INSTITUCIONES FINANCIERAS (2003). Normas para una Adecuada Administración Integral de Riesgos (Gaceta Oficial N° 37.703 del 3 de junio de 2003. RESOLUCIÓN N° 136-03. Caracas, 29 de mayo de 2003). REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.

Tan S. and Mavrovouniotis M. (1995). Reducing data dimensionality through optimizing neural network inputs. *AIChE Journal*, vol 41, no. 6, pp. 1471-1480.

Thomas, L., Edelman, D. and Crook, J. (2002). Credit Scoring and its applications. Oxford University Press, Oxford.

Xue Z. Wang. (1999). Data mining and knowledge discovery for process monitoring and control, Springer-Verlag. Great Britain.