

Recuadro 5 Un análisis de vulnerabilidad financiera usando el método heurístico

José Hernán Piñeros-Gordo*

En este recuadro se replica el ejercicio propuesto por Aikman *et al.* (2014) como mecanismo de alerta temprana de vulnerabilidades financieras de los establecimientos de crédito (EC). Este ejercicio combina técnicas de *clusters* (para clasificar a los EC en subgrupos homogéneos), metodologías de cálculo de umbrales de indicadores financieros y un árbol rápido y frugal de decisión de vulnerabilidad financiera para anticipar la situación financiera individual de los EC. El método empleado es heurístico en tanto consiste en una regla simple que omite parte de la información disponible, con el fin de hacer inferencias sobre el comportamiento futuro de las entidades¹. Los resultados que se obtienen con la metodología del árbol sugieren su potencial para ser empleada como mecanismo de alerta temprana para los EC en Colombia.

1. Definición de vulnerabilidad financiera y conformación de subgrupos de EC

Con el fin de establecer cualquier mecanismo de alerta temprana de vulnerabilidad financiera, es indispensable especificar qué se entiende por esta última. En este recuadro se concibe a una entidad como vulnerable si experimentó en algún momento entre 2014 y 2016 alguno de los siguientes eventos: 1) acudir a los apoyos transitorios de liquidez del Banco de la República; 2) entrar en vigilancia especial, pla-

* El autor pertenece al Departamento de Estabilidad Financiera del Banco de la República. Las opiniones aquí contenidas son responsabilidad exclusiva del autor y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva. El autor agradece la valiosa contribución de Linda Mondragón para la realización de este recuadro, así como la colaboración de Felipe Clavijo y Santiago Gamba en la aplicación del enfoque de *clusters* y de la minimización de la función de pérdidas para hallar algunos de los umbrales de los grupos de los establecimientos de crédito.

1 De acuerdo con Gigerenzer *et al.* (2009), la metodología de los árboles heurísticos rápidos y frugales se caracterizan, además, por su transparencia y simplicidad. En efecto, estos procesos suelen ser precisos, claros y nada complejos, los cuales se basan en la experiencia de resolver problemas y en ver cómo otros los resuelven; además, son robustos en sus resultados, a pesar de los cambios en el entorno.

nes de capitalización o de ajuste ordenados por la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC), y 3) incurrir en la necesidad de efectuar desmontes voluntarios autorizados por la SFC. En el Cuadro R5.1 se resumen los EC por tipo que fueron identificados como vulnerables en algún momento del período de análisis.

Cuadro R5.1
Número de EC frágiles y no frágiles

Período	EC	Bancos	CFC	CF	CoF
Total de EC (diciembre de 2013)	54	23	21	5	5
Vulnerables (2014-2016)	8	1	7	0	0

Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia y Banco de la República.

Adicionalmente, y dada la heterogeneidad de los EC en el sistema financiero colombiano, para el éxito de la metodología es fundamental que sea aplicada separadamente sobre subgrupos de EC relativamente homogéneos en su negocio de intermediación financiera. Para esto se utilizó el enfoque de *clusters*², el cual permitió clasificar los EC en cuatro grupos. Grupo 1: veintisiete EC —siete bancos pequeños³, quince compañías de financiamiento (CFC) y cinco cooperativas financieras (CoF)—; de estos, un banco y tres CFC experimentaron situaciones de vulnerabilidad financiera. Grupo 2: cinco CFC; de ellas, cuatro presentaron vulnerabilidad financiera. Grupo 3: quince EC (catorce bancos y una CFC); de este grupo ninguno mostró un estado de vulnerabilidad financiera. Grupo 4: seis EC (un banco y cinco CoF), de los cuales ninguno evidenció una situación de vulnerabilidad financiera. Dado que entre 2014 y 2016 para los grupos 3 y 4 no existían EC que cumplieran con las características de entidades con vulnerabilidad financiera definidas en el presente estudio, se tuvo que recurrir a un procedimiento estadístico para identificar las entidades vulnerables de cada uno de estos grupos⁴. Para el grupo 3 se obtuvieron tres bancos financieramente vulnerables y para el grupo 4 solo uno.

2 Este enfoque se realizó teniendo en cuenta: i) estructura financiera de captación (CDT/depósitos y depósitos/activos); ii) estructura de colocación (cartera/activos, inversiones/activos y disponible/activos), y iii) nicho de mercado caracterizado por sus gastos administrativos y laborales y su margen financiero bruto (gastos administrativos y laborales/activos, y margen financiero bruto/activos). Para ello se utilizó información de los estados financieros de los EC a diciembre de 2013.

3 Cada uno con menos del 1% del total de activos del sistema bancario.

4 El procedimiento estadístico ad hoc consistió en: a) todos los indicadores financieros a evaluar se estandarizaron aplicándoles una transformación para que tomaran valores entre cero y uno; b) estos indicadores se agruparon en cinco categorías: solvencia, rentabilidad, liquidez, eficiencia y riesgo de crédito. Para cada categoría se calculó una variable como el promedio de los indicadores transformados pertenecientes a dicha categoría; c) se alinearon en la misma dirección de vulnerabilidad los indicadores de eficiencia y riesgo de crédito con los demás indicadores (multiplicando por -1), y con ello se hizo un promedio simple de las cinco categorías a fin de obtener un único indicador de vulnerabilidad por entidad, y d) se identificaron las entidades vulnerables de los grupos 3 y 4 mediante la sustracción de una desviación estándar a la media.

2. Indicadores financieros empleados

Tal como lo señalan Aikman *et al.* (2014), los bancos quiebran por una variedad de factores que impactan desde diversos ángulos el desempeño financiero del sistema financiero, sugiriendo que es importante combinar la información de diferentes indicadores que incluyan la gestión financiera y administrativa de las entidades. En este recuadro se emplearon veintidós indicadores que cubren seis áreas financieras: actividad bancaria, solvencia, liquidez, rentabilidad, eficiencia y riesgo de crédito. La lista completa de indicadores y su definición o explicación se presenta en el Anexo 1.

3. Umbrales relevantes para los indicadores financieros individuales

Utilizando la metodología de funciones de pérdida de Sarlin (2013) y aplicada por Aikman *et al.* (2014), es posible encontrar umbrales para cada indicador a partir de los cuales estos anticipan óptimamente una situación de vulnerabilidad financiera. Estos umbrales óptimos minimizan la función de pérdidas:

$$0,5 \times Pr(\text{falsa alarma}) - 0,5 \times Pr(\text{acierto})$$

Donde *acierto* corresponde al caso en que el indicador supera el umbral en diciembre de 2013 y el EC efectivamente experimenta vulnerabilidad en algún momento entre 2014 y 2016, y *falsa alarma* corresponde al caso en que el indicador supera el umbral en diciembre de 2013 y el EC no experimenta vulnerabilidad en ningún momento entre 2014 y 2016⁵. Las probabilidades se calculan por medio de frecuencias. Esta función de pérdida refleja una ponderación igual de falsas alarmas y aciertos. Así, cuanto menor sea la pérdida, mejor es el indicador. Una señal perfecta detectaría todas las “quiebras” con $Pr(\text{aciertos}) = 1$, y no produciría falsas alarmas, dando así una función de pérdidas de -0,5.

4. Árbol rápido y frugal (*fast and frugal tree: FFT*)

De acuerdo con Aikman *et al.* (2014), a partir de los umbrales calculados para cada indicador individual es posible obtener un valor de función de pérdida menor mediante el diseño heurístico de un árbol binomial rápido y frugal (FFT, por su sigla en inglés). El FFT consiste en una única señal de vulnerabilidad conformada por varios indicadores financieros (con umbrales previamente calculados) ordenados en “niveles”. Para cada entidad se evalúa el primer indicador

(nivel), con una bandera roja de salida si supera el umbral (y en consecuencia con pronóstico de vulnerabilidad financiera) o con una bandera verde de salida si no lo hace, para ser evaluado en el siguiente nivel o, si es el último nivel, para que se le asigne una señal de no vulnerabilidad. La clave del método reside en el número de niveles y su ordenamiento, que se realiza mediante juicio de experto⁶.

Para este ejercicio se utilizaron cinco indicadores (señales) o niveles para cada uno de los grupos de EC, ordenados por el valor de la función de pérdida, teniendo cuidado de escoger solamente uno por área financiera. El resto de indicadores para cada grupo no se utiliza en el árbol. En el Diagrama R5.1 se ilustra el árbol escogido con cinco niveles (en color amarillo) para cada grupo mediante este método. Cada nivel contiene el umbral del respectivo indicador (al lado derecho del nombre del indicador), y entre paréntesis, el valor adoptado por la función de pérdida cuando es minimizada, y el resultado en materia de falsas alarmas. Para los grupos 1, 3 y 4 se alcanzó una tasa de aciertos del 100% para todos los niveles, con una tasa de falsas alarmas ascendente; es decir, todos los EC vulnerables, en efecto, fueron pronosticados de manera correcta, pero el aumento rápido de la tasa de falsas alarmas (especialmente para los grupos 3 y 4) sugiere que los niveles adicionales no están añadiendo información relevante y, por tanto, que un número de niveles menor podría ser deseable. Para el caso del grupo 2 se obtuvo el mínimo valor de la función de pérdida en los cinco niveles (-0,5) con una tasa de aciertos del 100% y una tasa de falsas alarmas del 0%. Teóricamente, habría una absoluta certeza de que los EC de este grupo, con esta metodología, corresponderían a los que efectivamente experimentarían vulnerabilidad entre 2014 y 2016.

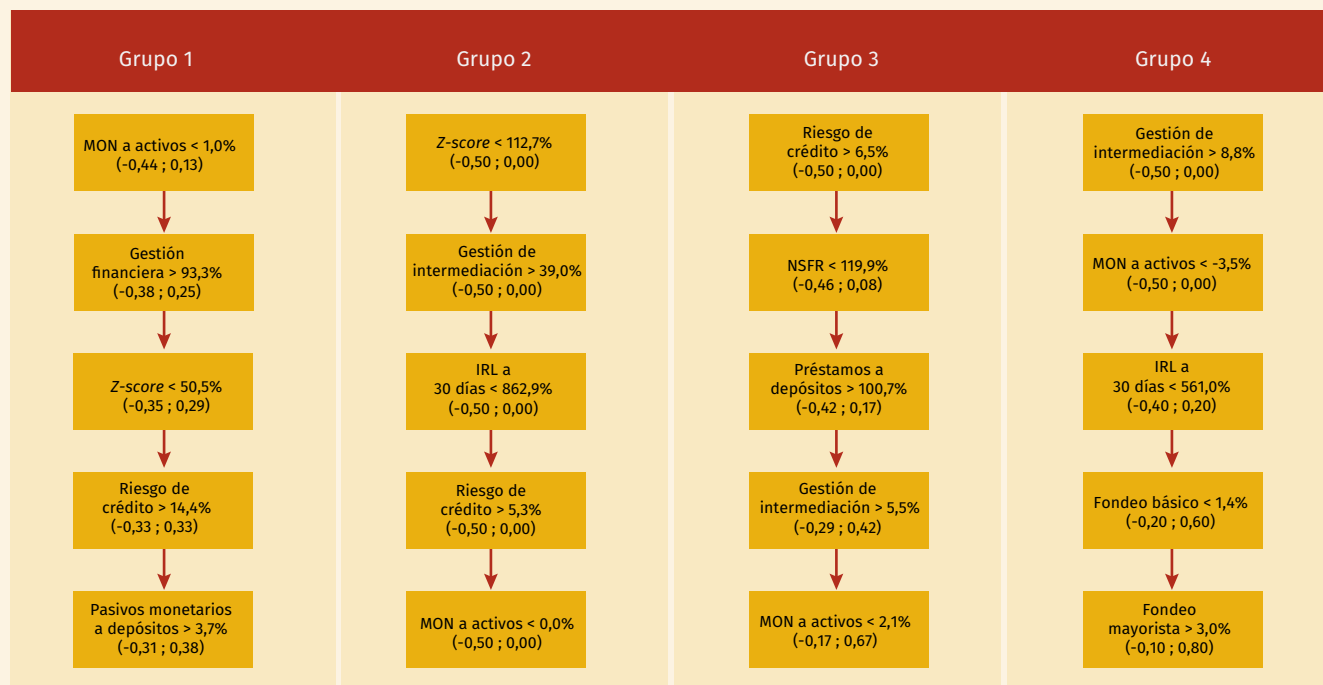
Referencias

- Aikman, D.; Galesic, M.; Gigerenzer, G.; Kapadia, S.; Katsikopoulos, K.; Kothiyal, A.; Murphy, E.; Neumann, T. (2014). “Taking Uncertainty Seriously: Simplicity versus Complexity in Financial Regulation”, Financial Stability Paper, núm. 28, mayo, Bank of England.
- Gigerenzer, G.; Brighton, H. (2009). “Homo Heuristicus: Why Biased Minds Make Better Inferences”, *Topics in Cognitive Science*, vol. 1, pp. 107-143.

5 En general, $Pr(\text{acierto})$ es la probabilidad de acierto (tasa de aciertos), y captura el número de EC que son correctamente señalados en entrar posteriormente en “quiebra”, dado un umbral de corte, en relación con el número total de bancos que en realidad quebró. $Pr(\text{falsa alarma})$ es la probabilidad de error (tasa de falsas alarmas), y captura el número de EC que son señalados de forma incorrecta en entrar posteriormente en “quiebra”.

6 Si se ordenasen los niveles de manera aleatoria, un mayor número de niveles implicaría trivialmente una mayor probabilidad de vulnerabilidad debido a que cada nivel representa un filtro adicional que las entidades tendrían que superar.

Diagrama R5.1
Árboles de vulnerabilidad financiera por grupo de EC



Fuentes: Superintendencia Financiera de Colombia; cálculos del autor.

Anexo 1

A1.1 Actividad bancaria

Crecimiento anual del activo total
 $(activo\ total_t - activo\ total_{t-1}) / activo\ total_{t-1}$

A1.2 Suficiencia de capital para absorber pérdidas derivadas del negocio de intermediación financiera

- Z-score
 $(promedio\ ROA + RST) / DS\ ROA$
 Donde *promedio ROA* es el promedio del rendimiento anualizado de los activos, *RST* es la relación de solvencia total, y *DS ROA* es la desviación estándar del ROA para los últimos doce meses a la fecha del indicador.
- Razón de capital basado en el riesgo (RST)
 $patrimonio\ técnico / activos\ ponderados\ por\ riesgo$
- Razón de capital a activo total
 $patrimonio\ técnico / activo\ total$
- Quebranto patrimonial
 $patrimonio\ neto / capital\ social$
- Apalancamiento patrimonial
 $pasivos / patrimonio\ neto$
- Razón de préstamos a depósitos

préstamos al por menor / depósitos al por menor
 Donde los *préstamos al por menor* están representados por la cartera bruta de consumo y la cartera bruta de vivienda, y los *depósitos al por menor* se constituyen como la diferencia entre los *depósitos totales* y los *depósitos mayoristas*.

A1.3 Rentabilidad

- Rentabilidad del capital (ROE)
 $utilidad\ neta / patrimonio\ promedio$
 La *utilidad neta* tiene en cuenta el flujo acumulado de ese rubro en los últimos doce meses (anualizado), y el *patrimonio promedio* corresponde a los saldos de los últimos doce meses a la fecha del indicador.
- Rentabilidad operativa neta
 $MON / activo\ total\ promedio$
 Donde *MON* es el margen operativo neto anualizado. El *MON* es la suma entre el *MON no financiero* y el *MFB* (véase el siguiente literal). El *MON no financiero* corresponde a los ingresos operacionales menos los gastos laborales y administrativos, menos los gastos por provisiones netas de recuperaciones. El *activo total promedio* corresponde a los saldos de los últimos doce meses a la fecha del indicador.

- c. Rentabilidad financiera bruta
 $MFB / activos\ promedio$
 Donde el MFB es la diferencia entre ingresos financieros y egresos financieros anualizados.

A1.4 Liquidez

- a. Razón de activos líquidos
 Se escogió el indicador de riesgo de liquidez (IRL) a treinta días, el cual se define como:
 $IRL = ALM / RNL$
 Donde ALM son los activos líquidos ajustados por liquidez de mercado y riesgo cambiario, y RNL son los requerimientos netos de liquidez en un horizonte de treinta días.
- b. Razón de activos líquidos a activo total
 $ALM / activo\ total$
- c. Razón de disponible a activo total
 $disponible / activo\ total$
- d. Razón de fondeo básico
 $(depósitos\ al\ por\ menor + fondeo\ mayor\ a\ un\ año) / activo\ total$
 Donde los *depósitos al por menor* resultan de la diferencia entre los *depósitos totales* y los *depósitos mayoristas*; los *depósitos totales* están representados por los depósitos en cuenta corriente, depósitos de ahorro, CDT, bonos, repos e interbancarios pasivos, y el *fondeo mayor a un año* corresponde a los bonos mayores a dieciocho meses y CDT mayores a un año.
- e. Razón de fondeo mayorista
 $fondeo\ mayorista / activo\ total$
 Donde *fondeo mayorista* es la suma de los siguientes rubros: depósitos mayoristas, bonos, repos e interbancarios pasivos; los *depósitos mayoristas* corresponden a la diferencia entre los depósitos totales y los depósitos provenientes de los hogares (personas naturales) que se extraen de un formato que envían los EC a la SFC, los cuales después son ajustados por los saldos de depósitos totales obtenidos de la hoja de balance.
 Los *bonos* están representados por bonos de garantía general y otros bonos menores a dieciocho meses, bonos de garantía general y otros bonos iguales o superiores a dieciocho meses, y bonos hipotecarios.
 Los *repos* e interbancarios se obtuvieron como el promedio mensual de los saldos diarios.
- f. Fondeo neto estable (NSFR)
 $NSFR = ASF / RSF$

Donde el NSFR es la razón entre el *fondeo estable disponible (ASF)* y el *fondeo estable requerido (RSF)* en los términos dispuestos por Basilea III⁷.

- g. Razón de pasivos monetarios a depósitos
 $pasivos\ monetarios / depósitos$
 Los *pasivos monetarios* están conformados por: simultáneas, transferencia de títulos valores, operaciones repo e interbancarios, los cuales se obtuvieron como el promedio mensual de los saldos diarios.

A1.5 Eficiencia

- a. Gestión financiera
 $(gastos\ administrativos\ y\ laborales + provisiones) / MFB$
 Los rubros que componen este indicador son flujos anualizados.
- b. Gestión de intermediación
 $(gastos\ administrativos\ y\ laborales + provisiones) / activo\ total\ promedio$
 Los *gastos administrativos y laborales*, y las *provisiones* son flujos anualizados, y el *activo total* es el promedio de los saldos obtenidos durante los últimos doce meses a la fecha del indicador.

A1.6 Riesgos de crédito y de mercado

- a. Riesgo de crédito
 $cartera\ riesgosa\ total / cartera\ bruta\ total$
 Donde la *cartera riesgosa total* es la cartera clasificada en las categorías B, C, D y E
- b. Razón de inversiones participativas
 $inversiones\ renta\ variable - inversiones\ de\ subordinadas / total\ inversiones$

⁷ Para una mejor comprensión, véase “Basilea III: coeficiente de financiación estable neta”, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, Banco de Pagos Internacionales, octubre de 2014.