



## Mapa de calor para el mercado financiero peruano

DERRY QUINTANA, DIEGO CHICANA, ALEX CISNEROS, RAFAEL NIVÍN, ELMER SÁNCHEZ Y DIEGO YAMUNAQUÉ\*

*El documento propone la elaboración de un mapa de calor para el mercado financiero peruano que sirva como una herramienta de monitoreo de riesgos a la estabilidad financiera, permitiendo la identificación de potenciales vulnerabilidades en los mercados de capitales, el sistema financiero y el mercado monetario. Tomando como base la metodología propuesta por Aikman y otros (2017), el mapa de calor elaborado para la economía peruana busca caracterizar los episodios de estrés financiero que ha atravesado el mercado financiero peruano en los últimos 15 años. Asimismo, el mapa de calor propuesto puede ser utilizado como herramienta de alerta temprana para identificar potenciales eventos estrés financiero a futuro.*

**Palabras Clave** : Mapa de Calor, Estabilidad Financiera, Alerta Temprana  
**Clasificación JEL** : G01, G12, G21, G23, G28

El monitoreo de los riesgos financieros tiene una importancia fundamental tanto para las autoridades como para los participantes del sistema financiero. En particular, luego de la última Crisis Financiera Global se hizo evidente la necesidad de mejorar la capacidad de identificar y analizar los riesgos a la estabilidad financiera con la finalidad de implementar una adecuada y oportuna respuesta de política.

En ese sentido, es de vital importancia para los bancos centrales y reguladores del sistema financiero el desarrollo de distintas herramientas e indicadores de alerta temprana que permitan monitorear los riesgos a la estabilidad financiera. En particular, la metodología de Aikman y otros (2017) se viene utilizando como referencia para la elaboración del mapa de calor de los mercados financieros para lograr tal objetivo.

Un mapa de calor es una herramienta de visualización donde se representa la concentración de eventos de estrés para un grupo de indicadores financieros asociados con el ciclo financiero y las vulnerabilidades de los mercados financieros. Esta herramienta mejora el seguimiento e identificación de los riesgos a la estabilidad financiera, dado que sintetiza un conjunto amplio de indicadores relevantes de los mercados financieros. Al respecto, los bancos centrales de Colombia, Chile y México así como la Oficina de

\* Quintana: Banco Central de Reserva del Perú (correo electrónico: [derry.quintana@bcrp.gob.pe](mailto:derry.quintana@bcrp.gob.pe)), Chicana: Banco Central de Reserva del Perú (correo electrónico: [diego.chicana@bcrp.gob.pe](mailto:diego.chicana@bcrp.gob.pe)), Cisneros: Banco Central de Reserva del Perú (correo electrónico: [alex.cisneros@bcrp.gob.pe](mailto:alex.cisneros@bcrp.gob.pe)), Nivín: Banco Central de Reserva del Perú (correo electrónico: [rafael.nivin@bcrp.gob.pe](mailto:rafael.nivin@bcrp.gob.pe)), Sánchez: Banco Central de Reserva del Perú (correo electrónico: [elmer.sanchez@bcrp.gob.pe](mailto:elmer.sanchez@bcrp.gob.pe)) y Yamunaqué: Banco Central de Reserva del Perú (correo electrónico: [diego.yamunaque@bcrp.gob.pe](mailto:diego.yamunaque@bcrp.gob.pe)).

Investigación Financiera de los Estados Unidos (Office of Financial Research - OFR) vienen implementando la herramienta de los mapas de calor como parte del *toolkit* para la evaluación de los riesgos financieros. Los resultados del mapa de calor se publican en los reportes de estabilidad financiera para el caso de los bancos centrales mencionados y en el portal institucional de la OFR.

Los mapas de calor son bastante útiles por dos motivos. Por un lado, proveen un resumen sobre la situación general y por segmentos del sistema financiero, permitiendo tener señales de alerta temprana o intensidad de episodios de estrés financieros; y, por otro, permiten identificar cambios en la tendencia o en la volatilidad de las variables financieras.

Asimismo, los mapas de calor son útiles para lidiar con el problema de exceso de información y su falta de claridad que enfrentan las autoridades. Así por ejemplo, los hacedores de política continuamente reciben una gran cantidad de información para la toma de sus decisiones. Sin embargo, procesar y sintetizar un conjunto amplio de información en periodos cortos resulta una tarea compleja, particularmente en escenarios de estrés financiero, lo que dificulta una respuesta de política apropiada e inmediata.

El presente trabajo propone un mapa de calor para el mercado financiero peruano, adoptando las mejores prácticas implementadas por los bancos centrales y muestra dos contribuciones. Primero, se establece un criterio para la agregación de las variables, tomando en cuenta el riesgo de dos colas presente en algunos indicadores financieros. Por ejemplo, el crecimiento excesivo del crédito, así como su rápida desaceleración son considerados como eventos igualmente desfavorables para la salud del sistema financiero. Segundo, se implementa un análisis de robustez de las ventanas móviles para la construcción de los indicadores y de la metodología de agregación, siendo la metodología elegida en el presente trabajo superior al resto de metodologías para identificar periodos de estrés financieros.

Los resultados muestran que el mapa de calor propuesto caracteriza los episodios de estrés financiero que afectaron al mercado financiero peruano desde el año 2005 (información más antigua de la que se tiene disponibilidad). En el caso de la crisis financiera internacional del año 2008, el mapa de calor reflejó señales de alerta en los mercados de renta fija, renta variable e indicadores de aversión al riesgo. Por ejemplo, la mayor aversión al riesgo se reflejó en una mayor volatilidad en los mercados de renta variable (el indicador VIX pasó de 15 en enero de 2007 a 60 en octubre 2008) así como en incrementos rápidos y abruptos del indicador *EMBI Global Spread*<sup>1</sup> y de los *Credit Default Swaps* (CDS) de las economías emergentes.

En este contexto, la mayor aversión al riesgo de los inversionistas a nivel global se tradujo en reducciones sustantivas en las tenencias de deuda pública por parte de inversionistas no residentes. A la vez, se observó escenarios de severa tensión en las bolsas de valores locales y un incremento en la curvas de riesgo país para la economía peruana. Por ejemplo, el indicador EMBI de Perú tuvo un salto promedio de 193 puntos básicos entre los años 2008 y 2009. En el caso de la rentabilidad real del Fondo 2 de las AFP, ésta fue de -32 % anual en el momento más álgido de la crisis.

Con respecto al sistema financiero, los años previos a la crisis financiera internacional del año 2008 se caracterizaron por un rápido crecimiento del crédito en la economía peruana, en línea con la rápida expansión de la actividad económica (en 2008, el PBI creció en 9.8 %). Sin embargo, la mayor intermediación vino acompañada de un deterioro de la calidad de los créditos. Así, la cartera morosa creció 30 % en el año 2009, lo que ocasionó un incremento en el gasto de provisiones del sistema financiero. Estos episodios son identificados en el mapa de calor para el sistema financiero y se resalta cómo un alto crecimiento de la deuda promedio de los hogares precede a una rápida expansión de la cartera morosa y del

<sup>1</sup> El indicador mide la diferencias entre el retorno promedio de bonos de gobierno de 61 economías emergentes denominadas en dólares con respecto a bonos comparables del tesoro de los Estados Unidos.

gasto en provisiones. Por su parte, el mapa de calor también identifica un período de estrés en el sistema financiero que se registró posterior al “*taper tantrum*” de la FED y que coincidió con una corrección en el precio de los *commodities* y una desaceleración de la economía peruana, lo que muestra la utilidad del mapa de calor como herramienta de identificación de riesgos financieros en la economía peruana.

Por tanto, la metodología del mapa de calor se debe considerar como una nueva herramienta del BCRP con el fin de monitorear la estabilidad financiera, la cual complementará el análisis “*off-site*” de los mercados financieros.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera: en la Sección II se hace una revisión del marco conceptual y de la experiencia internacional en el uso de los mapas de calor, la Sección III describe los indicadores y muestra la metodología para la elaboración del mapa de calor para cada uno de los segmentos, la Sección VI muestra el detalle de los datos utilizados en los 3 grupos de mercados financieros, la Sección V presenta los mapas de calor y se comentan los principales resultados, la Sección VI presenta un análisis de sensibilidad tomando en cuenta horizontes temporales distintos así como diferentes métodos de agregación y la Sección VII presenta las conclusiones del documento.

## 1. MARCO CONCEPTUAL Y EXPERIENCIA INTERNACIONAL

El mapa de calor es una representación de indicadores financieros estandarizados a lo largo del tiempo y clasificados según umbrales de riesgo y representados en una escala de colores similares a un semáforo. Los umbrales de riesgo se calibran según los episodios de estrés financiero observados cuando las series muestran cambios abruptos en su tendencia o incrementos repentinos en su volatilidad.

En la literatura empírica, [Aikman y otros \(2017\)](#) evalúan la vulnerabilidad del sistema financiero estadounidense utilizando la herramienta el mapa de calor. Para ello, los autores agregan información de 46 variables macroeconómicas y financieras en tres categorías: (i) presiones de valuación de los activos, (ii) endeudamiento del sector corporativo y (iii) salud del sistema financiero. Con esta metodología, se estandarizan cada uno de los indicadores utilizando toda la ventana (muestra) disponible para las series (desde 1990). Luego, se realiza la agregación de los indicadores estandarizados en 14 subcategorías de los 3 grupos. La agregación estándar se realiza con promedios simples, dado que los indicadores propuestos asumen riesgos de una sola cola. Los autores señalan que el mapa de calor resultante caracteriza adecuadamente la crisis financiera del año 2008 y los eventos que la precedieron, tales como el rápido crecimiento en el precio de las propiedades y la expansión del crédito. Sin embargo, la metodología de [Aikman y otros \(2017\)](#) no captura episodios de estrés financiero en periodos más cortos de tiempo, los cuales pueden ser más relevantes para el caso de economías emergentes.

Desde entonces, un conjunto de trabajos se ha venido realizando tanto en países avanzados como en países en desarrollo. Por ejemplo, [Arbatli y Johansen \(2017\)](#) construyen un mapa de calor para el caso de Noruega utilizando 39 indicadores utilizando la misma metodología propuesta por [Aikman y otros \(2017\)](#). [Arbatli y Johansen \(2017\)](#) concluyen que los mapas de calor pueden capturar desequilibrios en los mercados y proveer señales de alerta temprana de utilidad para la implementación de políticas macroprudenciales.

Por su parte, un conjunto de instituciones oficiales vienen utilizando los mapas de calor como herramienta adicional para el monitoreo de los mercados financieros. [McLaughlin y otros \(2018\)](#) proponen un mapa de calor para Estados Unidos de América, la cual se publica en los reportes de la Oficina de Investigación Financiera, entidad encargada de suministrar informes al Consejo de Estabilidad Financiera (Financial Stability Oversight Council - FSOC), el cual tiene como objetivo identificar los riesgos de la estabilidad financiera, identificar las entidades sistémicas y recomendar medidas regulatorias. La

metodología del OFR utiliza 58 variables financieras y macroeconómicas con frecuencia trimestral, los indicadores están organizados en seis categorías de riesgo: macroeconómico, mercado, crédito, solvencia, liquidez y contagio. La estandarización de los indicadores utiliza toda la información disponible.

En el caso de los países de la Alianza del Pacífico, Colombia publicó una primera versión de su mapa de calor en su informe de estabilidad financiera del año 2017 y ha continuado publicando dicho mapa en sus sucesivos informes desde entonces. Colombia utiliza 42 variables financieras en frecuencia mensual, las cuales son agrupadas en las siguientes categorías de riesgo: desempeño, liquidez, mercado, vivienda, crédito, ciclo crediticio y macroeconómico. Por su parte, los bancos centrales de México y Chile han seguido esa tendencia en sus informes de estabilidad financiera. Es importante resaltar que México sigue una metodología bastante similar a la propuesta por [Aikman y otros \(2017\)](#), mientras que Chile y Colombia adaptan metodologías diferentes en cuanto a los indicadores utilizados y sus categorías de riesgo (Ver Cuadro 1).

**CUADRO 1.** Características de los mapas de calor en instituciones oficiales

Institución	Número de Indicadores	Frecuencia	Riesgo de colas	Inicio del rango de fechas
Office of Financial Research (USA)	58	Trimestral	NO	2000
Banco de la República (Colombia)	42	Mensual	SÍ	2005
Banco Central de Chile	22	Trimestral	NO	1978
Banco de México	57	Trimestral	NO	1996

FUENTE: Entidades oficiales.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología para la construcción del mapa de calor para el mercado financiero peruano utiliza como base la propuesta de [Aikman y otros \(2017\)](#) y extiende dicho análisis para poder caracterizar las particularidades de la economía peruana, así como tener un mayor poder de identificación de los episodios de estrés financiero ocurridos durante el horizonte de análisis utilizado. Esta metodología consiste en la selección de los indicadores relevantes del mercado financiero peruano, la estandarización de dichos indicadores y la calibración de los “umbrales” de riesgo que permitan establecer los niveles de fragilidad. El Gráfico 1 resume estos pasos.

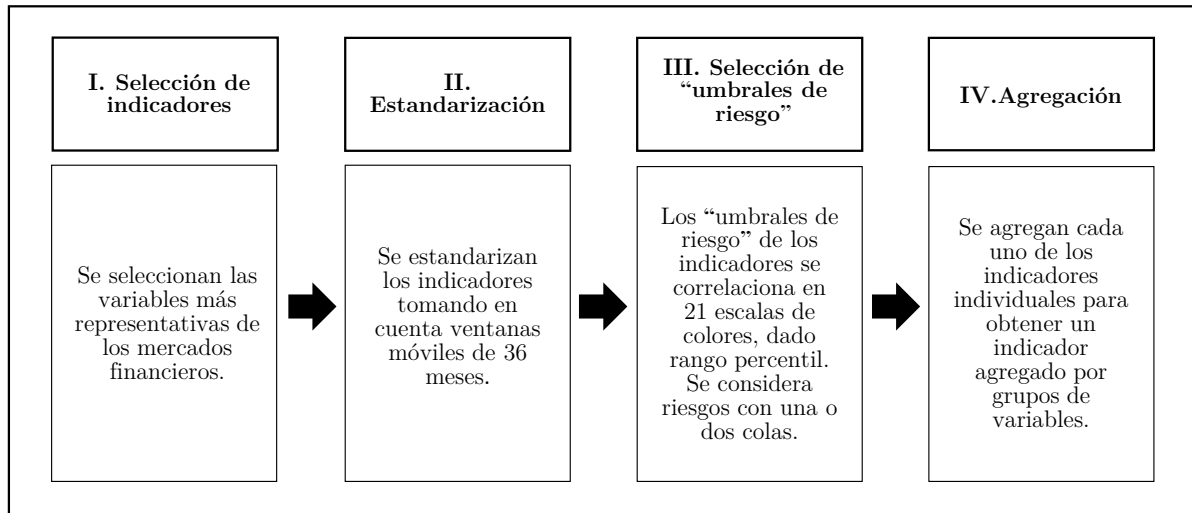
En el caso de los indicadores del sistema financiero, la caracterización del ciclo financiero debe ser consistente con el análisis “*off site*” del sistema financiero, el cual se evalúa con el Indicador de Fortaleza Financiera<sup>2</sup>. Este indicador sintetiza la posición financiera del sistema tomando en cuenta los umbrales de riesgo para las variables financieras (solvencia, calidad de activos, eficiencia operativa, rentabilidad y liquidez). En el caso de los mercados monetario y de capitales, la selección de los umbrales de riesgo toma en cuenta indicadores de valuación de activos y aversión al riesgo, considerando sus desviaciones con respecto a (i) índices de referencia (comparación intratemporal); y, (ii) promedios y volatilidad de mediano plazo (comparación intertemporal).

### 2.1. SELECCIÓN DE INDICADORES

Para caracterizar los eventos de estrés del mercado financiero peruano se clasificó las series usualmente utilizadas en los reportes del BCRP. Se tomó en cuenta indicadores cuya frecuencia de datos es mensual,

<sup>2</sup> Este índice se publica en los reportes de estabilidad financiera del BCRP.

**GRÁFICO 1. Metodología del mapa de calor**



**ELABORACIÓN:** Propia.

historia larga y cuyo rezago de actualización no sea mayor a los 45 días. Las series son clasificadas en tres mercados (mercado de capitales, sistema financiero y mercado monetario), las cuales a su vez contienen sus respectivas categorías de indicadores.

Asimismo, se emplea la menor cantidad posible de indicadores por segmento, a fin de evitar la redundancia informativa que contendrían aquellas variables que presenten un elevado coeficiente de correlación. Finalmente, la información de 32 indicadores reportados tanto en informes internos como en los Reportes de Estabilidad Financiera del BCRP (entre ellos, los utilizados en el Índice de Fortaleza Financiera<sup>3</sup>) se muestra en el Gráfico 2.

## 2.2. ESTANDARIZACIÓN

El tratamiento de los datos comienza con eliminar el componente tendencial de las series, mediante el cálculo de la variación anual de las variables que la requieran. Luego, en algunos casos se realizarán promedios móviles para suavizar el comportamiento de los datos. Posteriormente a cada indicador  $X_{it}$  se le sustrae su media móvil y se divide entre la desviación estándar móvil (ventana móvil de 36 meses). Finalmente, a la serie estandarizada  $z_{it}$  se le asigna los colores de acuerdo a su percentil histórico.

$$z_{it} = \frac{X_{it} - \mu_{it}}{\sigma_{it}} \quad (1)$$

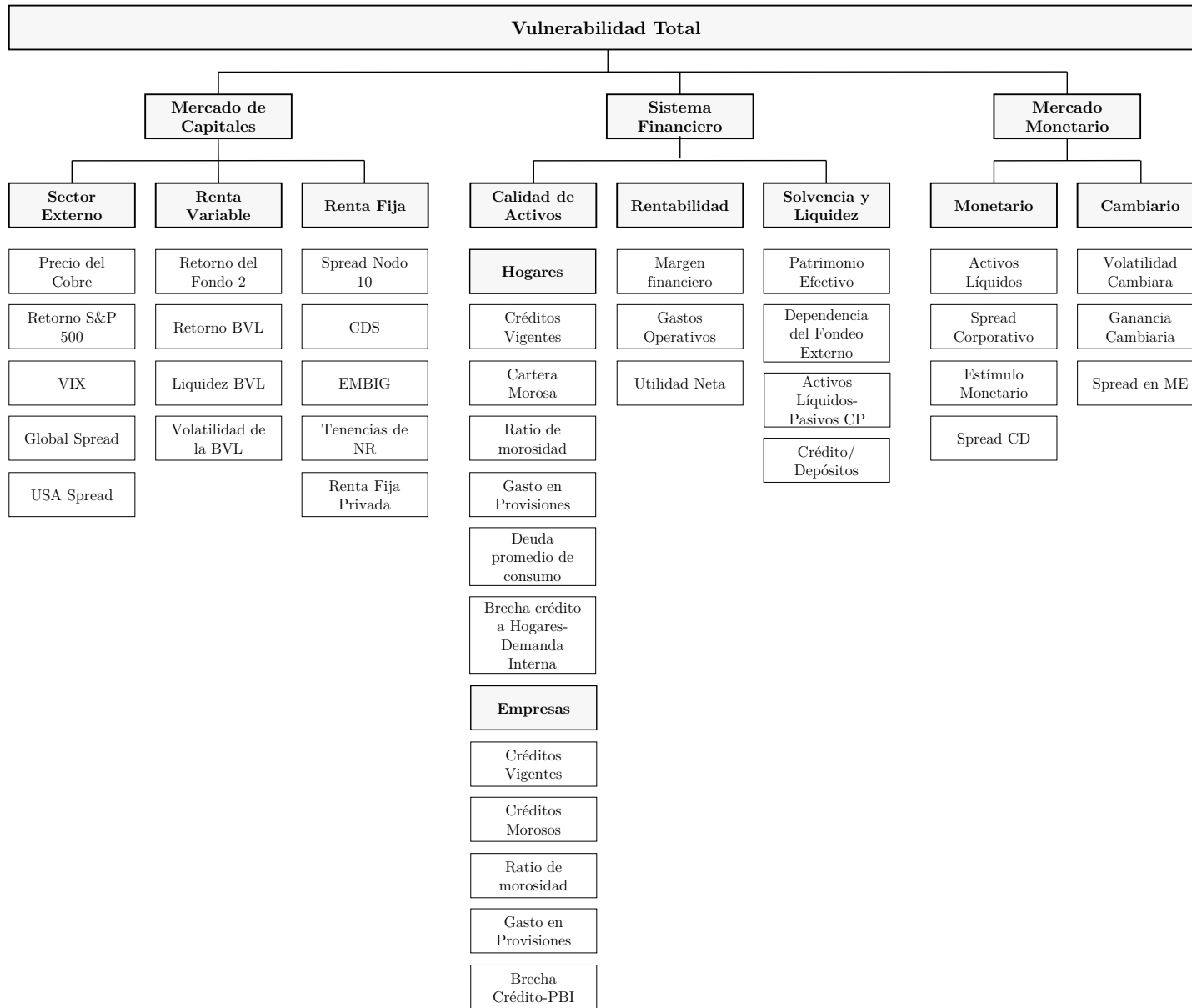
(estandarización del indicador)

$$\mu_{it} = H^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} X_{it-h} \quad (2)$$

(media aritmética móvil del indicador)

<sup>3</sup> Véase el recuadro 1 del Reporte de Estabilidad Financiera (Mayo 2015) para mayor detalle de la metodología de dicho índice.

**GRÁFICO 2. Panorama de vulnerabilidades a la Estabilidad Financiera e indicadores**



$$\sigma_{it} = \sqrt{(H - 1)^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (X_{it-h} - \mu_{it})^2} \tag{3}$$

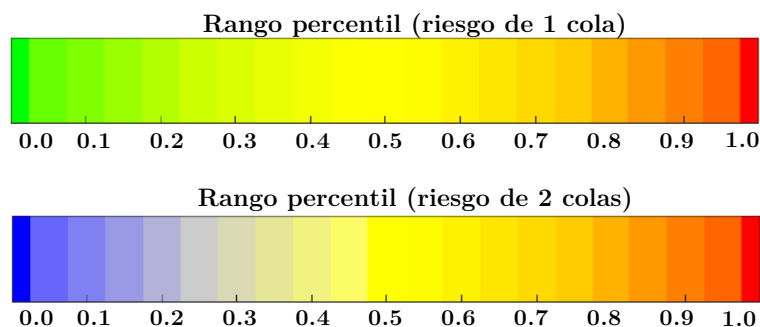
(desviación estándar móvil del indicador)

Para el mercado financiero peruano, se emplea una ventana de tiempo de 3 años ( $H = 36$ ), buscando capturar la mayor cantidad de eventos de estrés relevantes sin tener una considerable pérdida de datos. Aikman y otros (2017) consideran toda la muestra de datos para la estandarización de las series; al igual que la metodología utilizada por Colombia, Chile y México. Sin embargo, la aplicación de dicha estrategia conllevaría a caracterizar solamente el episodio de la crisis del 2008 para el caso peruano, dejando de lado eventos de estrés que afectaron los mercados financieros de las economías emergentes (tapering, crisis de deuda europea y la guerra comercial de 2018). Al respecto, Drehmann y otros (2012) caracterizan el ciclo financiero para los Estados Unidos y señalan que los indicadores financieros regularmente tienen puntos de inflexión, dada la secuencia pico/valle, dentro de los 6 trimestres entre puntos de inflexión.

### 2.3. SELECCIÓN DE LOS “UMBRALES DE RIESGO”

Una vez estandarizadas las variables se procede a calibrar los “puntos críticos” o “umbrales de riesgo” que permitan establecer los niveles de fragilidad en función a la distribución de probabilidad de las variables financieras estandarizadas. Estos umbrales deben ser consistentes con las herramientas de monitoreo de los mercados financieros. Para el sistema financiero, la calibración se realiza a partir del análisis de los ratios financieros de un grupo de bancos de referencia que ha transitado por ciclos de estrés y fortaleza financiera desde los años previos a la crisis financiera de fines de la década de los noventa. Para los mercados monetario y de capitales, la selección de los “umbrales de riesgo” es consistente con los puntos de inflexión para los indicadores de valuación de activos y de aversión al riesgo, tomando en cuenta los desvíos de la variable con respecto a índices de referencia (*benchmark intratemporal*) así como sus promedio y volatilidad recientes (*benchmark intertemporal*).

**GRÁFICO 3.** Umbrales de riesgo y escala de colores del indicador estandarizado



ELABORACIÓN: Propia.

Específicamente, la calibración de los “puntos críticos” definen las escalas de colores correspondientes a los percentiles de la distribución empírica de cada indicador a lo largo de la muestra. Ello permite identificar desvíos significativos o aumentos repentinos en la volatilidad del indicador, dado episodios de estrés financiero. Además, los intervalos definidos por los umbrales representan diversos niveles de fragilidad, dependiendo de eventos de riesgo con una o dos colas.



### **Riesgo de una cola**

Se establece un rango de 21 diferentes colores (verde, amarillo y rojo) de acuerdo a al rango percentil de la variable estandarizada (primer panel del Gráfico 3). Los colores más cercanos al verde indican que la variable se encuentra en niveles favorables, los segmentos amarillos de diferentes tonalidades reflejan escenarios de estabilidad y los colores más próximos al rojo reflejan indicios de riesgo financiero. Por ejemplo, un incremento abrupto de la prima por riesgo medido por el indicador EMBIG se resalta en rojo.

### **Riesgo de dos colas**

Si la variable financiera muestra valores relativamente altos o bajos, representando señales de riesgo financiero, se le atribuye riesgo en las dos colas de su distribución empírica. El segundo panel del Gráfico 3 muestra el color correspondiente al percentil de la variable estandarizada de acuerdo a 21 diferentes intervalos. Un ejemplo de variable con riesgo de dos colas es el crecimiento de crédito, donde una fuerte contracción, se pintará con colores más cercanos al azul, mientras que una importante expansión, genera un color cercano al rojo. Las tonalidades de amarillo reflejarían condiciones de estabilidad.

## **2.4. AGREGACIÓN DE VARIABLES**

Un desafío importante en la elaboración de mapas de calor es la agregación de indicadores. La agregación consiste en resumir o sintetizar un grupo de múltiples indicadores de diferentes dimensiones, en un solo índice agregado que sea capaz de reflejar las condiciones financieras de cada uno de los segmentos de mercado. La literatura establece diversos criterios en el proceso de agregación de indicadores. Por ejemplo, [Aikman y otros \(2017\)](#) proponen la siguiente función de agregación con elasticidad de sustitución constante:

$$V_t = \sum_{i=1}^N [w_i z_{it}^r]^{\frac{1}{r}} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad (5)$$

Donde  $V_t$  es el valor del índice agregado en el periodo  $t$ ,  $z_{it}$  es el  $i$ -ésimo indicador estandarizado en el momento  $t$ ,  $w_i$  corresponde a la ponderación del  $i$ -ésimo indicador (las ponderaciones no cambian en el tiempo) y  $r$  es el parámetro de sustitución.

La utilidad de la función radica en la posibilidad de crear diversas funciones de agregación en base a los valores del parámetro de sustitución  $r$  y las ponderaciones  $w_i$ .

- **Media aritmética** ( $r = 1$ ,  $w_i = 1/N$ ): La media aritmética asigna igual ponderación o importancia a cada indicador.
- **Media geométrica** ( $r = 0$ ,  $w_i = 1/N$ ): La media geométrica permite considerar las interacciones entre variables y les asigna un efecto significativo sobre el valor del índice agregado. Este tipo de agregación es útil para escenarios de crisis financieras, dado que considera efectos “*feedback*” de las variables, por lo que el impacto del aumento de dos variables sobre el índice agregado es mayor que la suma del efecto individual de cada una.
- **Raíz cuadrática media** ( $r = 2$ ,  $w_i = 1/N$ ): La raíz cuadrática media permite que incrementos en algunos



indicadores puedan ser suficientes para que el índice agregado refleje el deterioro de las condiciones financieras, incluso si los demás indicadores se mantienen estables.

- **Componentes principales:** Es la agregación más compleja dado que requiere asignar un parámetro  $r = 1$  y vector de ponderaciones  $w_i$  es igual al vector propio asociado con el valor propio de mayor valor en la matriz de varianza-covarianza de los indicadores. A diferencia de los casos anteriores, la agregación por componentes principales captura la variación conjunta de los datos, así como su patrón de correlaciones. Esta alternativa de agregación es especialmente útil cuando las variables históricamente presentan tendencias similares. Por ejemplo, la rentabilidad de los bancos y el crecimiento de los créditos.

En este documento se evalúan los siguientes tipos de agregaciones: media aritmética, raíz cuadrática media y componentes principales. La agregación de media aritmética se utiliza como base para comparar las demás funciones de agregación en el análisis de sensibilidad de la Sección VI. Con este análisis se determina que la función de agregación de media aritmética no muestra mayores diferencias con respecto a las demás alternativas de agregación. Finalmente, los mapas de calor elaborados en este documento (Sección V) consideran una estandarización con una ventana móvil de 36 meses y una función de agregación de media aritmética, dada su simplicidad y correlato con episodios de estrés financiero en Perú.

### ***Tratamiento de variables de dos colas para realizar la agregación***

Una condición necesaria que deben cumplir las variables para realizar algún método de agregación es la consistencia. Por tanto, los valores altos o bajos cuando se trata de indicadores deben reflejar de igual manera el deterioro o mejora de las condiciones del sistema financiero. En el caso de las variables de dos colas, valores del indicador estandarizado  $z_{it}$  cercanos a 0 reflejan estabilidad para el indicador mientras que los valores extremos, ya sean negativos o positivos, reflejan condiciones de mayor riesgo. En cambio, las variables de una cola muestran condiciones de mejora financiera cuanto menor sea el valor de  $z_{it}$ . Por tanto, si se realizara la agregación sin considerar estas diferencias, el índice agregado puede distorsionarse y los resultados agregados serían inconsistentes con las condiciones reales del mercado. Por ello, Los indicadores con riesgo de dos colas se transforman de tal forma que sean comparables con los indicadores de riesgo de una cola.

Por ello, es necesario encontrar una función que permita homologar las características principales de ambos tipos de variables (de 1 o 2 colas). Para ello, se parte de la distribución poblacional de los  $z_{it}$  de las variables de una cola, que tienen mediana y media igual a 0 (presenta simetría), así como desviación estándar igual a 1. La función antes descrita debe transformar las variables con riesgo de dos colas en una variable con las características antes descritas. Para ello, se asume que el 50% de los datos de los  $z_{it}$  de las variables con riesgo de dos colas se encuentran en el intervalo definido por los valores  $\phi^{-1}(0.25)$  y  $\phi^{-1}(0.75)$ , donde  $\phi^{-1}(p)$  es la inversa de la función de distribución acumulada normal estandarizada.

Tomando en cuenta los supuestos anteriores y las características de ambas distribuciones, se establece que la función debe cumplir las siguientes características:

I Límite asintótico inferior:

$$\lim_{z \rightarrow 0} f(z) = -\infty$$

ii Límite asintótico superior:

$$\lim_{z \rightarrow +\infty} f(z) = +\infty$$

iii Simetría:

$$f(z) = f(-z)$$

iv Mediana de la variable transformada:

$$f\left(\phi^{-1}(0.25)\right) = f\left(\phi^{-1}(0.75)\right) = 0$$

v Esperanza de la variable transformada:

$$\mathbb{E}(f(z)) = 0$$

vi Varianza de la variable transformada:

$$\mathbb{V}(f(z)) = 1$$

Una función de transformación que satisface las características mencionadas es la siguiente:

$$f(z) = \ln\left(\frac{|z|}{\phi^{-1}(0.75)}\right) * \left(0.73793 + 0.62782 * \mathbb{I}\left(|z| > \phi^{-1}(0.75)\right)\right) \quad (6)$$

Donde  $\mathbb{I}(x)$  es la función indicador. Una vez que se homologan las variables es factible realizar la puntuación del indicador agregado.

### 3. DATOS

El primer paso para la construcción del mapa de calor es transformar todo el conjunto de series de tal modo que éstas sean estacionarias. La mayor parte de transformaciones se obtuvieron aplicando tasas de crecimiento de 12 meses y variaciones de ratio a un año. Al respecto se tomó en cuenta los indicadores usualmente utilizados por parte del BCRP para el seguimiento de la fortaleza de los mercados financieros. Considerando que hay varios indicadores que tienen alta correlación se optó por discriminar entre los mismos de acuerdo a los siguientes criterios:

- i Representatividad. Este criterio toma en cuenta el mejor indicador entre un conjunto de indicadores alternativos, escogiéndose aquél que caracteriza mejor los episodios de riesgo por cada segmento de los mercados financieros.
- ii Disponibilidad. La variable a escoger debe tener una historia suficientemente larga y es de rápida actualización.
- iii Regularidad estadística. Los cuatro primeros momentos de la serie del indicador estandarizado son finitos.

### 3.1. MERCADO DE CAPITALES

El mercado de capitales se subdivide en tres categorías: sector externo, renta variable y renta fija. Para el **sector externo**, se considera el rendimiento del precio internacional de cobre, el retorno del índice S&P 500, el índice VIX, el índice *global spread* y el diferencial de las tasas de 10 años y 3 meses de los bonos del tesoro de los Estados Unidos. De acuerdo a [Zevallos y del Carpio \(2015\)](#) y [Zevallos y otros \(2017\)](#), el seguimiento del precio del cobre se debe a que es el principal producto de exportación de la economía doméstica, tiene una alta correlación con los demás *commodities* exportados e influye significativamente en el índice bursátil peruano.

Para el bloque de **renta variable**, se incluye el rendimiento anual del Fondo 2 del sistema privado de pensiones peruano<sup>4</sup>, el rendimiento anual del índice general de la Bolsa de Valores de Lima (IGBVL), el monto negociado mensual en la BVL (como porcentaje de la capitalización bursátil) y la volatilidad de la bolsa<sup>5</sup>. Finalmente, el bloque de **renta fija** cuenta con tres indicadores de deuda pública: el diferencial del retorno del bono del tesoro peruano con respecto a la tasa interbancaria, el riesgo país representado por el *Emerging Market Bond Index Global* (EMBIG) elaborado por JP Morgan, la tasa de los *Credit Default Swaps* a 5 años y la variación anual de las tenencias de valores de deuda pública por parte de los no residentes. Para la deuda privada se considera la variación anual de los saldos de los bonos del sector privado.

El Cuadro 2 muestra la lista de variables considerada en el Mercado de Capitales, la descripción de cada una, la fuente de los datos y la vulnerabilidad que podría presentarse si el indicador toma niveles altos o bajos.

### 3.2. SISTEMA FINANCIERO

El sistema financiero<sup>6</sup> involucra 3 categorías: (i) calidad de activos e intermediación, (ii) rentabilidad y gestión y (iii) liquidez y solvencia.

La primera categoría, **calidad de activos e intermediación**, incluye indicadores del riesgo crediticio y del crecimiento de las colocaciones. El riesgo crediticio (o también denominado riesgo de incumplimiento) es el principal riesgo al que se enfrentan las entidades financieras, dado que los créditos directos son el principal componente del activo. Como indicadores de calidad de cartera se incluyen: el crecimiento de la cartera morosa<sup>7</sup>, la variación del ratio de morosidad y el crecimiento del gasto en provisiones. Además, los indicadores de calidad de cartera e intermediación financiera fueron divididos por segmento de hogares (créditos de consumo y a los créditos hipotecarios) y empresas (créditos a las empresas corporativas, grandes, medianas y MYPE), debido a que presentan dinámicas diferenciadas (responden a determinantes diferentes y con distinta sensibilidad).

Los indicadores de intermediación están relacionados al crecimiento de los créditos de los hogares y de las empresas. En particular, se considera el crecimiento de los créditos vigentes, el crecimiento del ratio crédito total/PBI y el crecimiento del ratio créditos a hogares/demanda interna. Intuitivamente, un continuo y acelerado crecimiento del crédito superior al crecimiento de la actividad económica, podría originar una vulnerabilidad en el futuro. Por otro lado, el crecimiento de la deuda promedio del crédito de

<sup>4</sup> El Fondo 2 de las AFP tiene un importante componente de inversión en valores del exterior (42 % de la cartera en marzo de 2019).

<sup>5</sup> La volatilidad se calcula a partir del promedio mensual de la volatilidad diaria implícita resultante de un modelo GARCH (1,1) del retorno diario del IGBVL.

<sup>6</sup> No se considera el Banco de la Nación o Agrobanco en los agregados.

<sup>7</sup> La cartera morosa incluye además de los créditos vencidos y en cobranza judicial, a los créditos refinanciados y reestructurados.

CUADRO 2. Indicadores del Mercado de Capitales

Categoría	Variable	Fuente	Dirección de Vulnerabilidad	Inicio de los datos
<b>Externo</b>				
Precio del cobre	Cobre-LME(US\$ por libras-promedio del mes) - Var. % anual	BCRP	Valores Bajos	Ene-03
Retorno S&P 500	Índice S&P 500 (Var. % anual)	Bloomberg	Valores Bajos	Ene-03
VIX	CBOE Volatility Index	Bloomberg	Valores Altos	Ene-02
Global Spread Index	Diferencial de Rendimientos del Índice Global de Bonos - MSCI	Bloomberg	Valores Altos	Ene-02
USA Spread	Diferencial de Rendimientos de los Treasuries 10Y con respecto a los T3M	Bloomberg	Doble Cola	Ene-02
<b>Renta Variable</b>				
Retorno Fondo 2	Rentabilidad Real anual del SPP	SBS	Valores Bajos	Ene-02
Retorno IGBVL	Índice General BVL (base 31/12/91\$=\$100) - (Var. % anual)	Bloomberg	Valores Bajos	Feb-02
Liquidez BVL	Monto negociado en el mes (% de la capitalización bursátil)	Bloomberg	Valores Bajos	Mar-02
Volatilidad BVL	Volatilidad del mes del retorno diario con un modelo GARCH(1,1)	Bloomberg	Valores Altos	Abr-02
<b>Renta Fija</b>				
Spread nodo 10	Retorno del BTP a 10 años - tasa interbancaria	Bloomberg	Valores Bajos	May-05
EMBIG	Diferencial de Rendimientos del Índice de Bonos de Mercados Emergentes (Perú)	Bloomberg	Valores Altos	Ene-02
Credit Default Swap	Tasa de cobertura contra el riesgo de incumplimiento - Perú	Bloomberg	Valores Altos	Oct-03
Tenencia de NR	Tenencia de valores de deuda pública de No Residentes (%) - Var. Mensual	BCRP	Doble cola	Ago-05
Renta Privada	Saldo de bonos del sector privado (%) - Var. Mensual	BCRP	Valores Bajos	Ene-06

ELABORACIÓN: Propia.

consumo es relevante, dado que un aumento sostenido de dicha variable señalaría posibles problemas de sobreendeudamiento en el futuro.

En el segundo grupo, **rentabilidad y gestión**, se encuentran indicadores de rentabilidad como el crecimiento anual del margen financiero y la utilidad neta. Cabe indicar que el margen financiero es la suma de ingresos por créditos menos los gastos financieros correspondientes a depósitos, adeudos y valores. Asimismo, se toma en cuenta el crecimiento anual de los gastos operativos, dado que un aumento sostenido de estos gastos podría reflejar una pérdida de eficiencia por parte de las entidades financieras.

La última categoría, **liquidez y solvencia**, incluye indicadores de la evolución y estructura de las fuentes de financiamiento del sistema financiero. Por el lado de la liquidez, se considera el ratio activos

líquidos/pasivos de corto plazo, el ratio colocaciones/depósitos y la dependencia del fondeo externo<sup>8</sup> (ratio de adeudados de corto y largo plazo/pasivos totales). Los dos primeros indicadores de liquidez reflejan riesgo tanto para valores muy elevados, como para valores muy bajos.

En el caso del ratio de activos líquidos/pasivos de corto plazo, un valor muy bajo alertaría sobre un posible riesgo de liquidez, dado que si las obligaciones inmediatas superan en gran medida los activos con los que cuenta la entidad financiera en el corto plazo, la entidad podría no ser capaz de cumplir estas obligaciones. Por otra parte, valores altos, señalarían un exceso de activos líquidos, los cuales no se estarían empleando para generar rentabilidad y supondrían un costo de oportunidad. En el caso del ratio colocaciones/depósitos, un incremento indica que la expansión de los créditos supera a la de los depósitos y señalaría, un mayor requerimiento de liquidez. Un nivel muy bajo implicaría la incapacidad de la entidad de colocar en el mercado los recursos obtenidos de los depósitos.

Como indicador de solvencia se considera el crecimiento del patrimonio efectivo. No se incluye al ratio de capital global (el cual se define como el ratio patrimonio efectivo/activos ponderados por riesgo), debido a que, en el caso peruano, el ratio sigue un comportamiento contracíclico, es decir, en épocas de recesión, si bien las entidades reportan menores utilidades o hasta pérdidas, el ratio de capital global aumenta, debido a una más rápida desaceleración de los créditos, y, por consiguiente, de los activos ponderados por riesgo. El Cuadro 3 resume el listado de variables empleadas para el sistema financiero.

### 3.3. MERCADO MONETARIO

El mercado monetario tiene dos categorías: mercado monetario y mercado cambiario. Para el **mercado monetario**, se toma en cuenta el crecimiento anual de la base monetaria, el diferencial entre la tasa de interés corporativa en soles a 3 meses con respecto a la tasa interbancaria, el crecimiento anual de los activo líquidos de los bancos y el diferencial de la tasa de los certificados de depósito con la tasa interbancaria. El segundo bloque, **mercado cambiario**, considera la volatilidad cambiaria<sup>9</sup>, el promedio trimestral del cociente entre la ganancia cambiaria de los 4 principales bancos del Perú con respecto a sus activos totales y la diferencia entre la tasa corporativa de tres meses en dólares con respecto a la tasa LIBOR al mismo plazo. El Cuadro 4 se muestra las variables del mercado monetario.

## 4. RESULTADOS

Haciendo uso de la metodología descrita en la sección anterior, se elaboró un mapa de calor para el sistema financiero peruano. Con estos resultados a continuación se procede a describir los principales eventos de estrés financiero para la economía peruana para el período comprendido entre el año 2005 y el primer trimestre de 2019.

### 4.1. MERCADO DE CAPITALES

El mapa de calor caracteriza marcadamente los episodios de la crisis financiera internacional del año 2008 y los eventos de estrés posteriores, como el “*taper tantrum*” de mediados del 2013 que afectó a los mercados financieros y cambiarios en economías emergentes, así como el período 2005-2006 que se caracterizó por la incertidumbre en torno al crecimiento mundial, particularmente en China, y la caída en

<sup>8</sup> El indicador corresponde solo a los bancos comerciales.

<sup>9</sup> La volatilidad cambiaria se calcula en base al promedio mensual de la volatilidad implícita diaria obtenida a partir del modelo GARCH (1,1) de la variación del tipo de cambio.

CUADRO 3. Indicadores del sistema financiero

Categoría	Variable	Fuente	Dirección de Vulnerabilidad	Inicio de los datos
Calidad de activos e Intermediación				
A. Hogares				
Créditos Vigentes	Monto de los créditos a hogares en situación de vigente (S/ millones)	BCRP	Doble Cola	Ene-02
Cartera Morosa	Monto de los créditos a hogares en situación de vencido, refinanciado, reestructurado o en cobranza judicial (S/ millones)	BCRP	Valores Altos	Ene-02
Ratio de Morosidad	Cartera morosa como porcentaje de la cartera total de créditos a los hogares (%)	BCRP	Valores Altos	Ene-02
Gasto en Provisiones	Gasto en provisiones por créditos a los hogares (S/ millones)	BCRP	Valores Altos	Dic-02
Deuda Promedio de consumo	Monto de los créditos de consumo dividido por el total de deudores de consumo (S/)	BCRP	Valores Altos	Mar-04
Brecha Crédito a Hogares-Demanda Interna	Diferencia entre el crecimiento de las colocaciones a hogares y el crecimiento de la demanda interna (%)	BCRP	Doble Cola	Dic-02
B. Empresas				
Créditos Vigentes	Monto de los créditos a empresas en situación de vigente (S/ millones)	BCRP	Doble Cola	Ene-02
Cartera Morosa	Monto de los créditos a empresas en situación de vencido, refinanciado, reestructurado o en cobranza judicial (S/ millones)	BCRP	Valores Altos	Ene-02
Ratio de Morosidad	Cartera morosa como porcentaje de la cartera total de créditos a las empresas (%)	BCRP	Valores Altos	Ene-02
Gasto en Provisiones	Gasto en provisiones por créditos a empresas (S/ millones)	BCRP	Valores Altos	Dic-02
Brecha Crédito-PBI	Diferencia entre el crecimiento de las colocaciones totales y el crecimiento del PBI (%)	BCRP	Doble Cola	Ene-03
Rentabilidad				
Margen Financiero	Diferencia entre los ingresos y gastos financieros (S/ millones)	BCRP	Valores Bajos	Dic-02
Gastos Operativos	Gastos administrativos y de personal (S/ millones)	BCRP	Valores Altos	Dic-02
Utilidad Neta	Resultados del ejercicio después de impuestos (S/ millones)	BCRP	Valores Bajos	Dic-02
Solvencia y Liquidez				
Patrimonio Efectivo	Monto del patrimonio efectivo (S/ millones)	BCRP	Valores Bajos	Ene-01
Dependencia del fondeo externo	Equivale a la suma de los adeudados con el exterior más los depósitos de no residentes sobre los pasivos totales (%)	BCRP	Valores Altos	Ene-01
Activos Líquidos-Pasivos de CP	Ratio de los activos líquidos entre las obligaciones de corto plazo (%)	BCRP	Doble Cola	Ene-01
Colocaciones/Depósitos	Ratio del total de colocaciones entre el total de depósitos (%)	BCRP	Doble Cola	Dic-01

ELABORACIÓN: Propia.

los precios de *commodities*. Asimismo, el mapa de calor refleja la evolución de los mercados en el año 2018 caracterizado por un aumento de la aversión al riesgo asociado a las tensiones comerciales entre los

**CUADRO 4.** Indicadores del mercado monetario

Categoría	Variable	Fuente	Dirección de Vulnerabilidad	Inicio de los datos
Mercado Monetario				
Estímulo monetario	Base Monetaria (Var. % anual)	BCRP	Valores Altos	Ene-01
Spread corporativo	Tasa preferencial corporativa en soles de 90 días - tasa interbancaria	SBS, BCRP	Valores Altos	Mar-06
Activos Líquidos	Activos líquidos de la banca (Var. % anual)	BCRP	Valores Bajos	Feb-02
Spread CD	Tasa CD BCRP - tasa interbancaria	BCRP	Valores Altos	Set-03
Mercado Cambiario				
Volatilidad cambiaria	Volatilidad del tipo de cambio diario en el mes con un GARCH(1,1)	BCRP	Valores Altos	Ene-02
Ganancia cambiaria	Promedio trimestral de Ganancia bancaria/ Activos totales bancarios	BCRP	Valores Altos	Feb-02
Spread en ME	Tasa preferencial corporativa 90 días - tasa LIBOR a 3 meses	SBS, Bloomberg	Valores Altos	Ago-10

**ELABORACIÓN:** Propia.

Estados Unidos de América y China. El Gráfico 4 muestra el mapa de calor del mercado de capitales, detallando la evolución de las variables representativas del mercado de capitales y de sus indicadores agregados a través de la escala de colores, la cual identifica claramente la agudeza de este episodio de estrés financiero con respecto al resto de episodios que se registraron posteriormente.

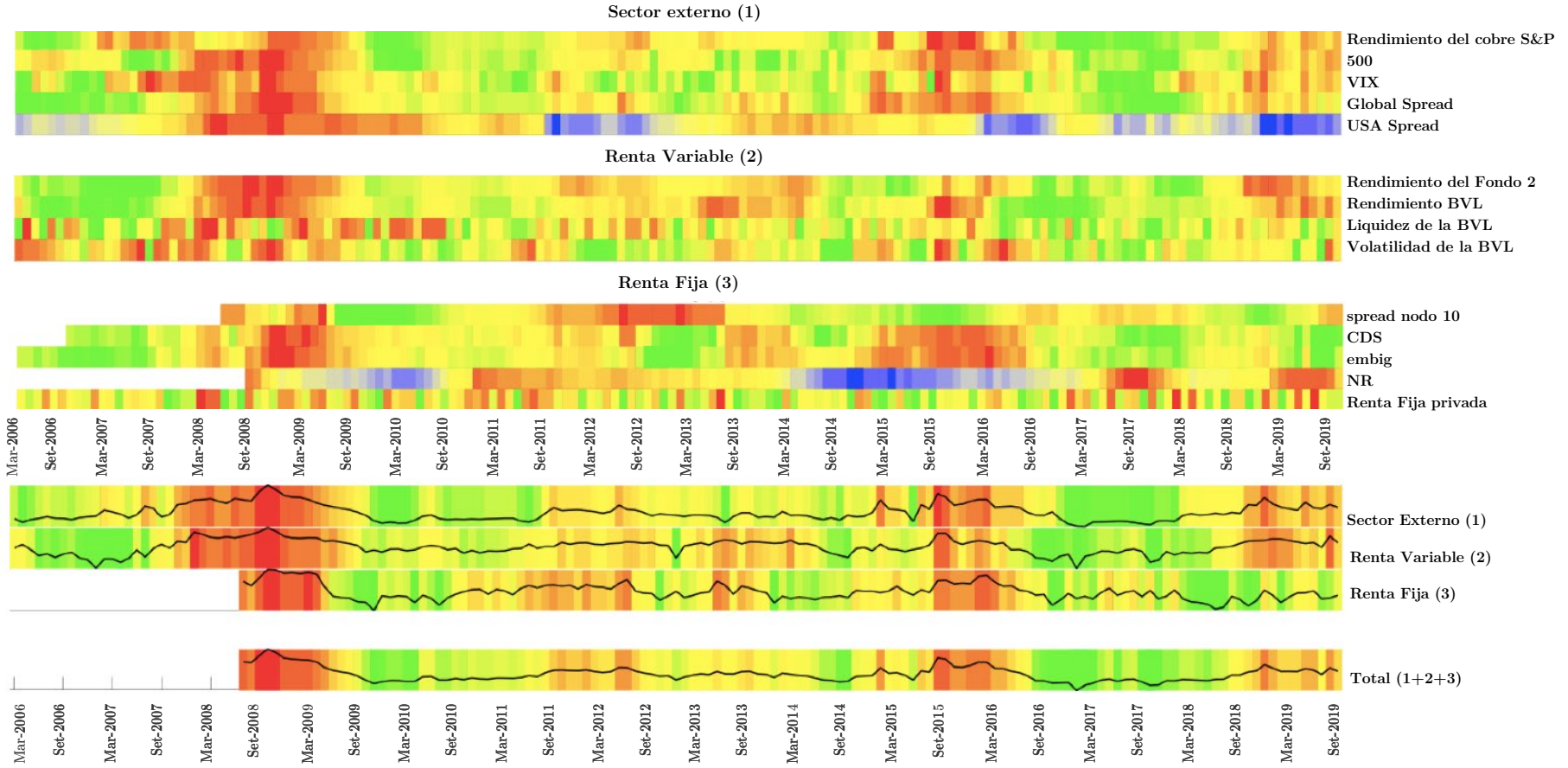
### ***Crisis Financiera 2008***

El mapa de calor identifica los episodios de tensión durante el desarrollo de crisis financiera internacional de 2008. Los años previos a esta crisis se caracterizaron por un rápido crecimiento del crédito en la economía estadounidense, especialmente en el segmento *subprime*. Ello, en parte, fue apalancado por la titulación de paquetes de créditos y la creación de derivados, atrayendo flujos aún mayores generando un superciclo de créditos a la vez que experimentaba un alto crecimiento del precio de las viviendas y bajas tasas de interés. El posterior desencadenamiento de la crisis financiera internacional afectó tanto los mercados de renta fija como de renta variable a nivel global de acuerdo a [Caballero y Krishnamurthy \(2009\)](#). Con el mapa de calor se puede identificar dicha evolución y sus efectos en el mercado financiero peruano. Así, se puede observar en el Gráfico 5 que la mayor aversión al riesgo generada por la crisis financiera se captura con la evolución del índice VIX, que mide la volatilidad de las opciones sobre el índice bursátil S&P 500. Además, para capturar el menor apetito de los inversionistas internacionales hacia economías emergentes, se ha utilizado el indicador EMBI, el cual tuvo un salto promedio de 193 puntos básicos entre los años 2008 y 2009.

Por su parte, el superciclo de *commodities* en un contexto de rápido crecimiento de la economía china se reflejó en altas rentabilidades en la Bolsa de Valores de Lima (BVL) previo al periodo de la crisis. Esto se ilustra en el Gráfico 6 a través de los indicadores de Rendimiento de la BVL y del rendimiento anual del Fondo 2 del portafolio de pensiones. Sin embargo, la caída en las bolsas mundiales y la incertidumbre por el desarrollo de la crisis se reflejaron en fuertes caídas de la rentabilidad de las acciones que cotizaban en la BVL así como en el valor del portafolio de los fondos de pensiones (la rentabilidad real del Fondo 2 registró una tasa de -32 % en el peor momento de las crisis financieras).



**GRÁFICO 4. Mapa de calor de las vulnerabilidades en el mercado de capitales (Ventana de 3 años)**



Mapa de calor para el mercado financiero peruano

**NOTA:** El primer panel del gráfico muestra el mapa de calor de las 14 variables consideradas para analizar la situación del mercado de capitales por subcategorías. El segundo bloque muestra el índice agregado por cada subcategoría y el agregado del segmento del mercado de capitales con el método de media aritmética.

**ELABORACIÓN:** Propia.

### ***Escenarios de tensión financiera posteriores a la crisis 2008***

Por su parte el índice agregado de vulnerabilidad en el mercado de capitales refleja condiciones de empeoramiento coincidentes con dos eventos: (i) el “*taper tantrum*” de la FED en el año 2013, luego de anunciarse el fin de su programa de expansión monetaria, que generó un ajuste en la percepción de riesgo por parte de los inversionistas internacionales y volatilidad en los mercados financieros y cambiarios en economías emergentes; y, (ii) temores de desaceleración de la economía china, y la consiguiente caída de los precios de *commodities*, afectando a mercados emergentes expuestos a la evolución de la economía China, lo que se reflejó en incrementos en las primas por riesgo de la deuda pública. No obstante, el incremento de la aversión en estos dos episodios fue menor que en el episodio de crisis. A diferencia de las economías desarrolladas, el episodio de *tapering* se reflejó en la dinámica de los indicadores EMBIG y CDS. Asimismo, se observó menores rendimientos de la BVL y del Fondo 2 del portafolio de pensiones administrado por las AFP, en un contexto de mayor volatilidad cambiaria. Finalmente, entre los años 2015-2016 se observó una caída en los precios de las materias primas en un contexto de menor crecimiento de la economía China. En este sentido el efecto se materializó con correcciones en los retornos de la BVL y alza en el spread de la deuda pública y, en menor medida, en el Rendimiento del Fondo 2.

### ***Tensiones comerciales y volatilidad en los mercados de valores en el año 2018***

A inicios del año 2018, el índice S&P 500 alcanzó un récord histórico. No obstante, durante el primer trimestre de 2018, la amenaza de elevación de los aranceles a los productos procedentes de China por parte de Estados Unidos de América se tradujo en incrementos del índice VIX así como en caídas del índice S&P 500. En este contexto el Fondo 2 de las AFP reflejó pérdidas, dada la volatilidad de los mercados globales de renta variable y de renta fija. En términos de mapa de calor, el endurecimiento de las condiciones financieras en el mercado de capitales se reflejó particularmente en los indicadores de rentabilidad del mercado de capitales. Es importante mencionar que poco menos del 50 % de los fondos de pensiones están invertidos en el exterior, por lo que su dinámica está fuertemente ligada a la evolución de índices internacionales como el S&P 500 y Vanguard Balanced Index fund (Gráfico 7).

## **4.2. SISTEMA FINANCIERO**

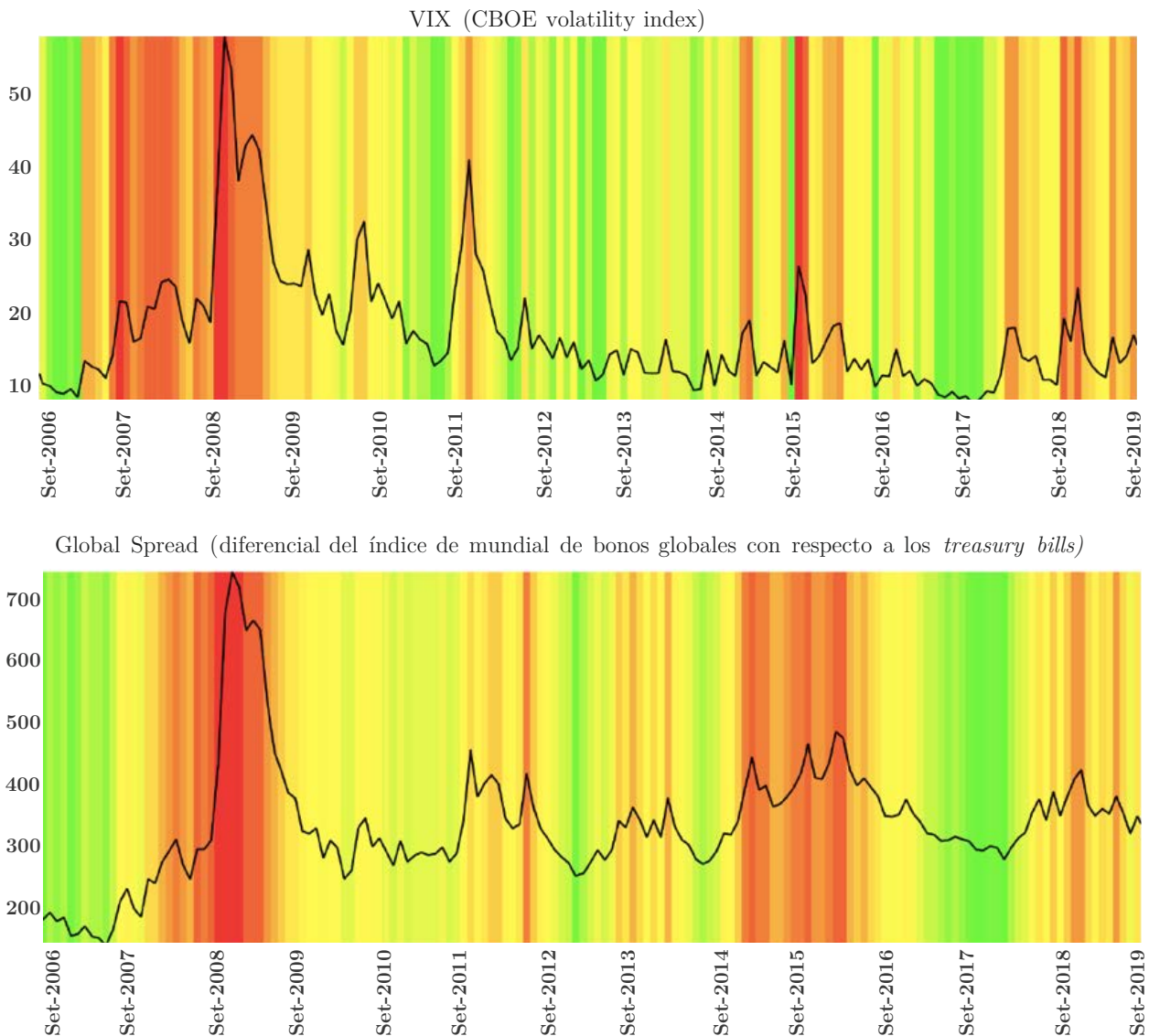
Considerando las variables del sistema financiero en el mapa de calor Gráfico 10, se aprecia tres episodios de estrés financiero, la crisis financiera internacional, la desaceleración económica asociada a un menor crecimiento de China y la caída de los precios de *commodities* y, en menor medida, el episodio reciente asociado a las tensiones comerciales entre China y EE.UU. Se procede a continuación a detallar cómo evolucionaron los indicadores del sistema financiero durante estos episodios.

### ***Crisis Financiera 2008***

Los años previos a la crisis financiera internacional del año 2008 se caracterizaron por un rápido crecimiento del crédito en la economía peruana. Luego de la crisis, la cartera morosa se incrementó en 30 % anual en línea con la abrupta desaceleración de la actividad económica doméstica, lo que ocasionó un incremento en el gasto de provisiones. Como medida correctiva, las entidades financieras reaccionaron ante tal escenario ajustando sus criterios de selección y otorgamiento de crédito. Muestra de ello es la rápida reducción de la deuda promedio de crédito de consumo. De este modo, durante la crisis financiera, los créditos a los hogares y a las empresas se desaceleraron, aunque los indicadores de calidad de cartera continuaron deteriorándose hacia fines de 2009 como se muestra en el Gráfico 8.

En esta situación, el incremento del margen financiero durante el periodo de crisis (Gráfico 9) se debió

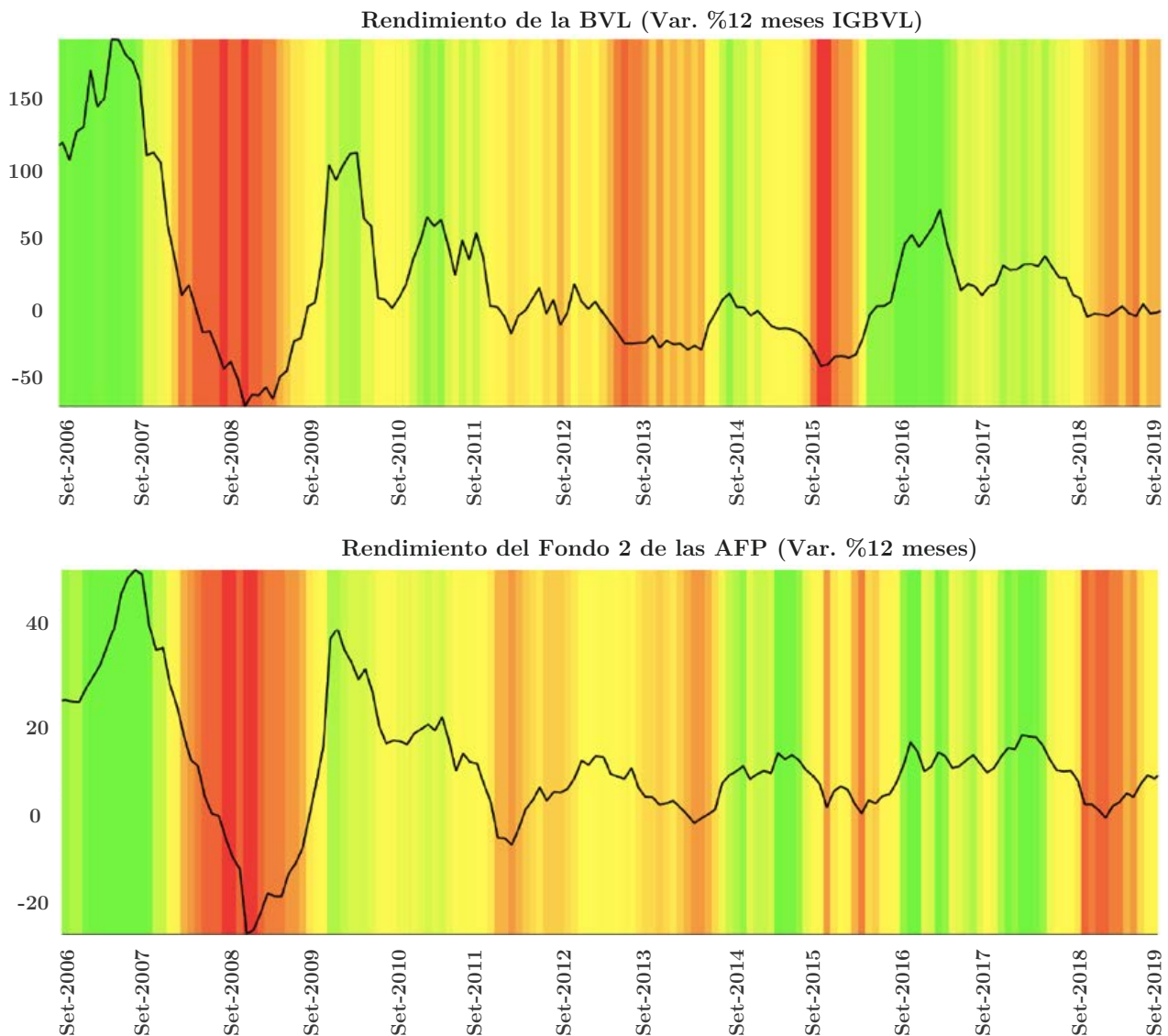
**GRÁFICO 5.** Radiografía de los indicadores de aversión al riesgo



**ELABORACIÓN:** Propia.

al incremento de las ganancias por operaciones de compra y venta de monedas con el público en el mercado *spot*. Además, las entidades financieras optaron por no renovar sus líneas de crédito con bancos del exterior, dada la menor demanda de créditos y el aumento de los excedentes de liquidez, especialmente en moneda extranjera. Sin embargo, el gasto operativo se incrementó como reflejó de los esfuerzos adoptados por las entidades para contener el aumento de la morosidad mediante la contratación de personal más capacitado para reforzar sus áreas de negocios y recuperación de cartera. Posterior a la crisis, el crecimiento del margen financiero disminuyó debido al menor nivel de créditos otorgados y la utilidad neta disminuyó cerca de 10% en el año 2009. Por su parte, la liquidez y la solvencia se vieron moderadamente estresadas durante la crisis, lo que se refleja principalmente en el menor grado de crecimiento del patrimonio efectivo y un ratio colocaciones/depositos cercano al 100% (Gráfico 11). No obstante, los activos líquidos acumulados por las entidades en el periodo anterior a la crisis sirvieron para cumplir con las obligaciones de corto plazo del periodo, mientras que los excedentes de patrimonio efectivo de las entidades sirvieron como *buffer* prudencial para afrontar con mejor solvencia los escenarios macroeconómicos adversos.

**GRÁFICO 6.** Radiografía de los indicadores de rentabilidad

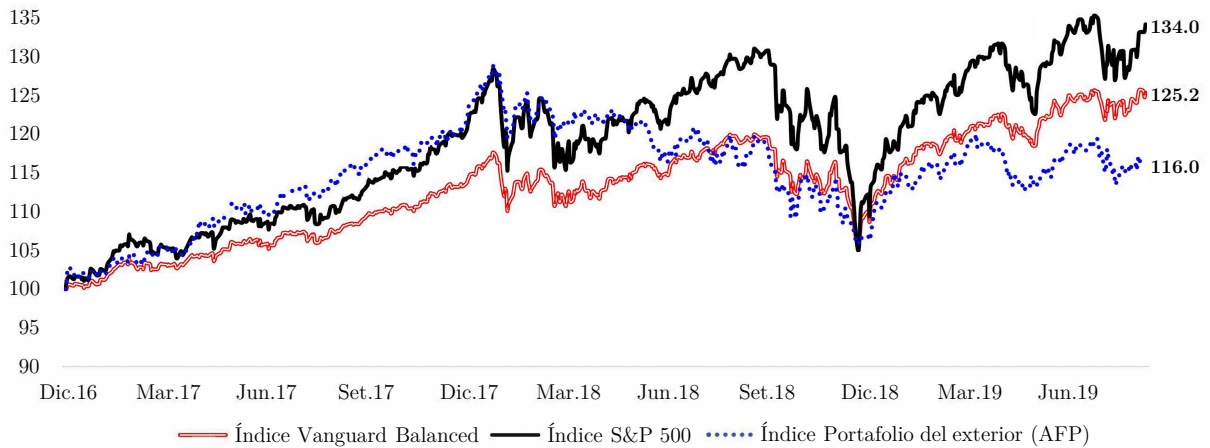


ELABORACIÓN: Propia.

### ***Desaceleración del año 2016***

Luego de la crisis financiera internacional, el sistema financiero peruano registró condiciones de estabilidad hasta la actualidad, exceptuando los meses **comprendidos entre febrero y diciembre del año 2016**. Durante este periodo, se registró un menor crecimiento de los créditos a los hogares y a las empresas, debido a la desaceleración del crecimiento económico de los años previos. Adicionalmente, la calidad de cartera de los créditos a los hogares se deterioró, principalmente la cartera de las tarjetas de crédito de los bancos especializados en el segmento de consumo, la cual registró mayores niveles de morosidad que el resto de segmentos de crédito. Tanto el menor crecimiento de los créditos como el mayor gasto en provisiones (sobre todo en los créditos de hogares) afectaron al margen financiero y, por tanto, a la generación de utilidades.

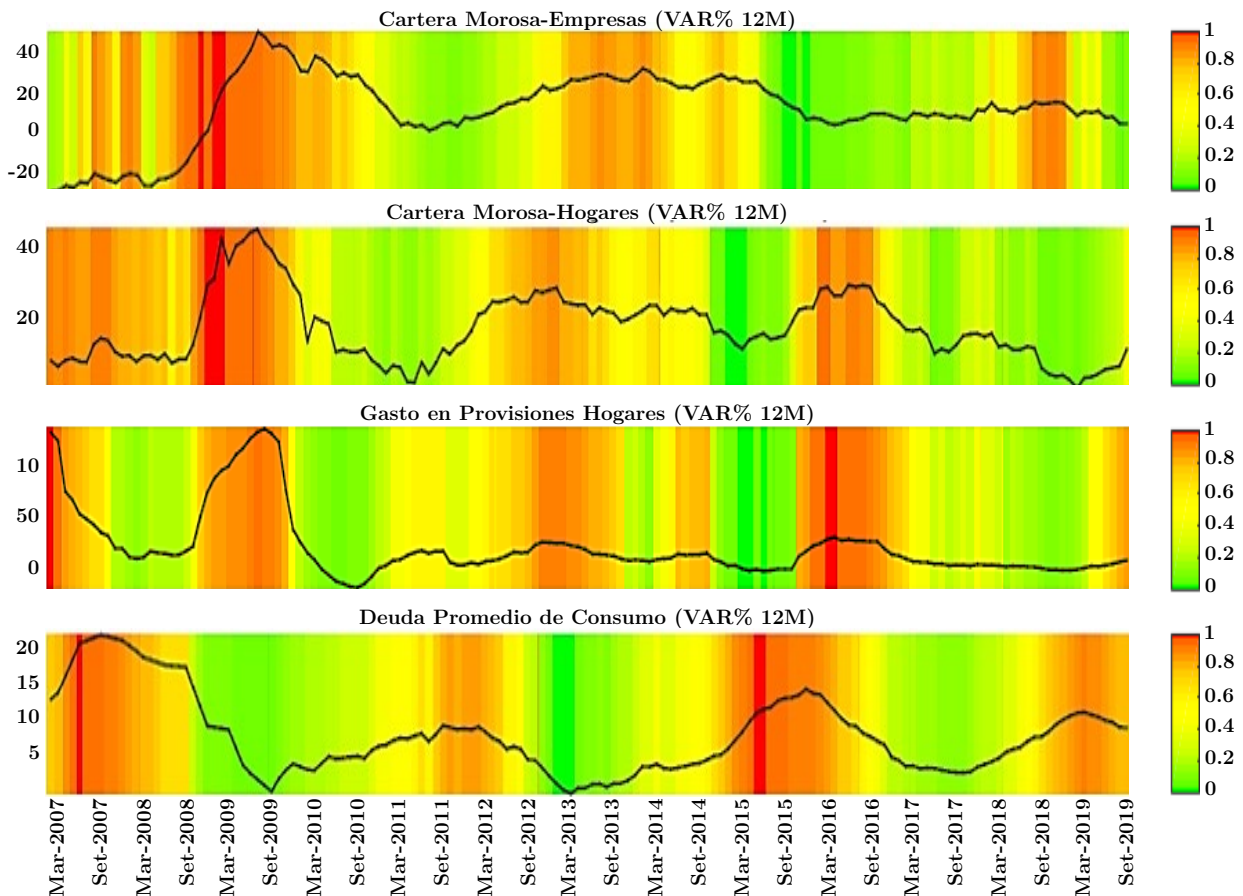
**GRÁFICO 7.** Rentabilidad acumulada de los valores del exterior de las AFP vs índices (Dic-16=US\$100)



FUENTE: Bloomberg, SBS.

ELABORACIÓN: Propia.

**GRÁFICO 8.** Indicadores de calidad e intermediación del sistema financiero



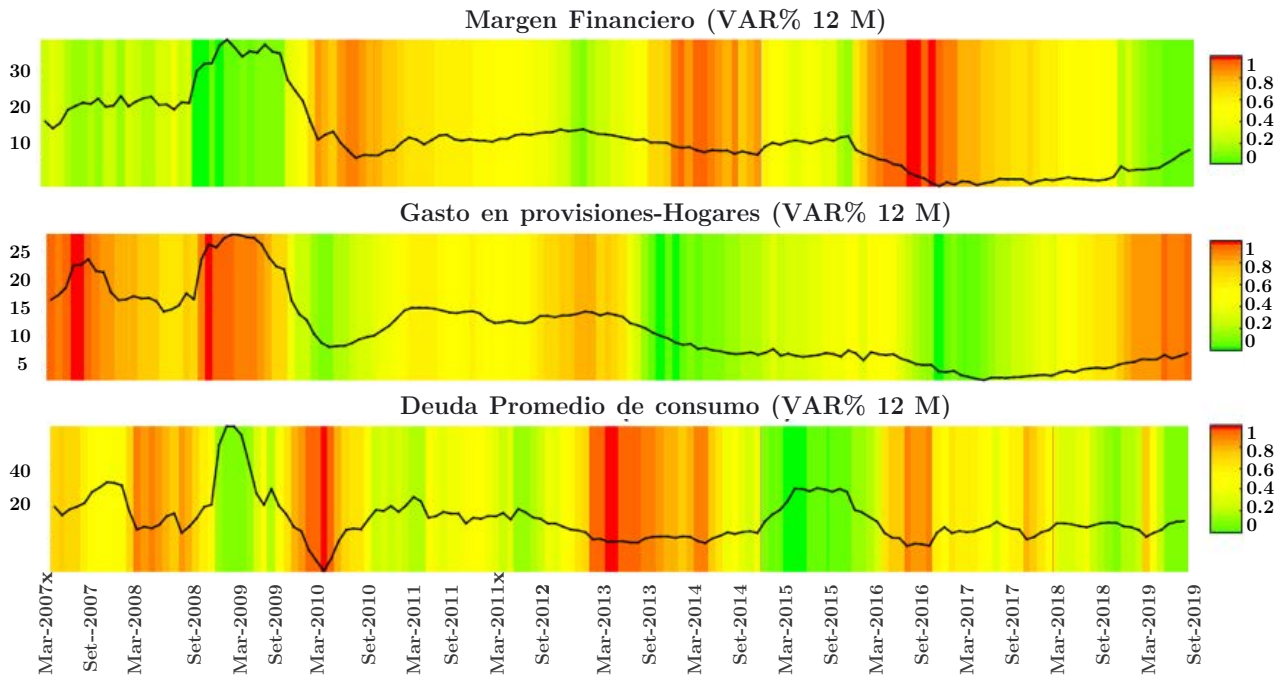
ELABORACIÓN: Propia.

**Tensiones comerciales en el año 2018**

Durante el año 2018, las condiciones de riesgo en el sistema financiero muestran condiciones de estabilidad pese a la incertidumbre de las tensiones comerciales entre las dos principales economías del mundo. Se



**GRÁFICO 9.** Indicadores de rentabilidad y gestión del sistema financiero

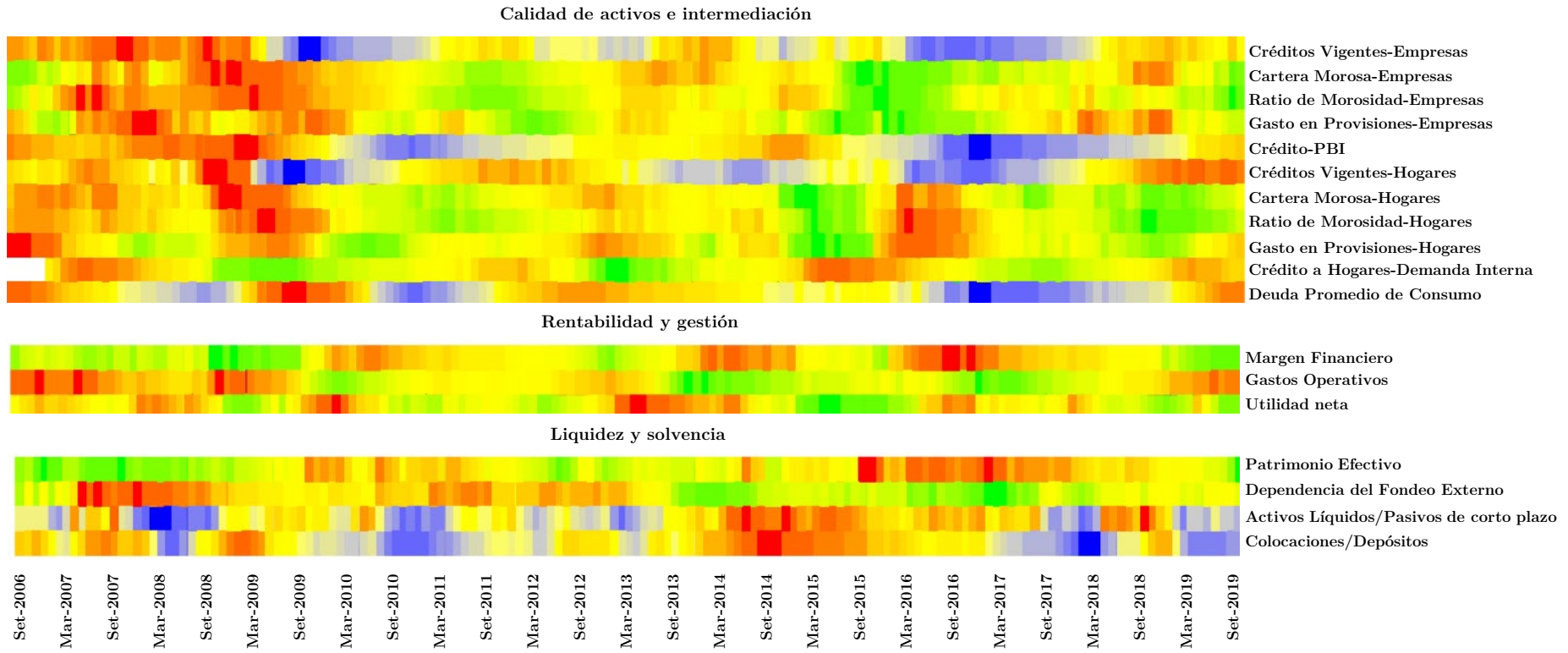


**ELABORACIÓN:** Propia.

observa aumentos significativos en los créditos de los hogares. En particular los créditos de consumo lideran la expansión de las colocaciones, en línea con la recuperación de la demanda interna y de los indicadores de salario y empleo registrada durante el año 2018. Por su parte, el crecimiento de los créditos a los hogares se ha visto acompañado de una adecuada gestión del riesgo de crédito. Ello se refleja en la evolución favorable de los indicadores de calidad de cartera. No obstante, la deuda promedio de consumo viene creciendo desde el último trimestre de 2018.

El crecimiento de los ingresos por intermediación financiera, así como el menor gasto en provisiones, favoreció la rentabilidad del sistema financiero. Además, los gastos operativos están dirigidos a la mejora de los procesos y gestión del riesgo, lo cual permitirá a las entidades mejorar su selección de clientes y afrontar posibles eventos adversos en el futuro.

**GRÁFICO 10.** Mapa de calor de las vulnerabilidades en el sistema financiero (Ventana de 3 años)



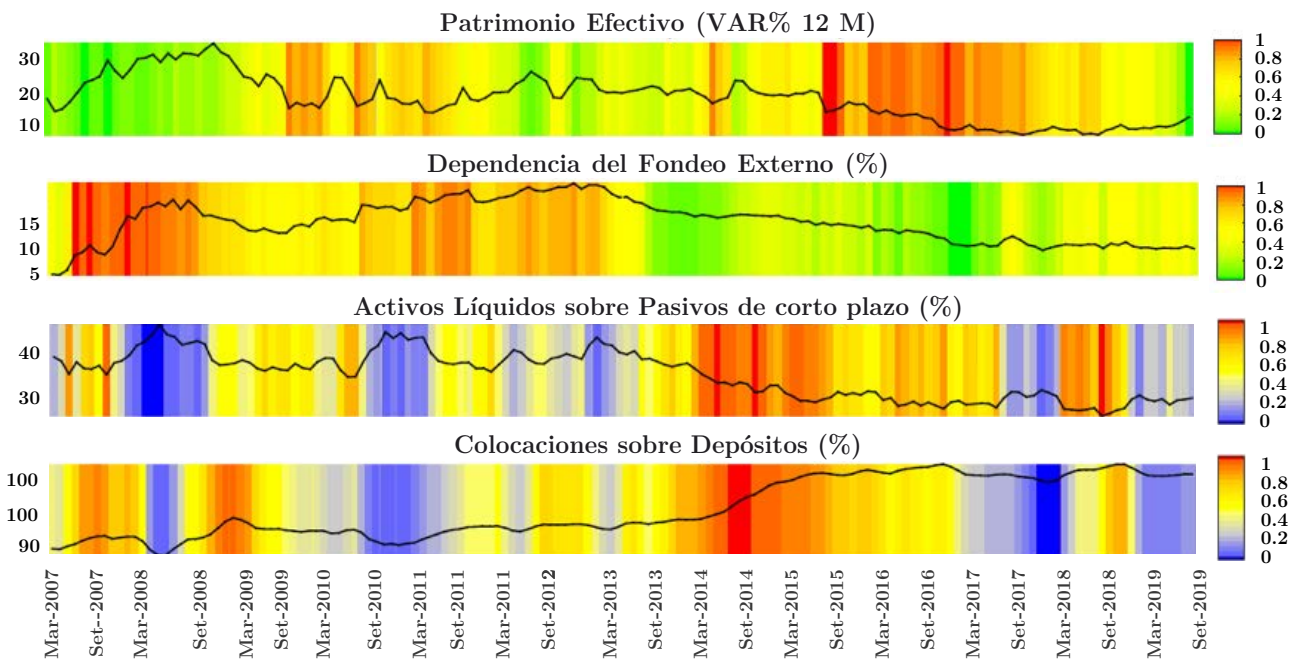
Mapa de calor para el mercado financiero peruano

**NOTA:** El primer panel del gráfico muestra el mapa de calor de los 18 indicadores considerados para analizar la situación del sistema financiero por subcategorías. El segundo bloque muestra el índice agregado por cada subcategoría y el agregado del sistema financiero con el método de media aritmética.

**ELABORACIÓN:** Propia.



**GRÁFICO 11.** Indicadores de liquidez y solvencia del sistema financiero



ELABORACIÓN: Propia.

### 4.3. MERCADO MONETARIO Y CAMBIARIO

El Gráfico 12 muestra el mapa de calor para el Mercado Monetario, en el cual se puede caracterizar algunos episodios relacionados a las tensiones financieras en dicho mercado. Por ejemplo, durante la etapa previa a la crisis financiera internacional, se presentó un significativo aumento de los ingresos de capital del exterior y a la vez se incrementó la preferencia por la moneda nacional, provocando una importante expansión de la liquidez bancaria y la apreciación del Sol. Ante esto, el BCRP implementó medidas para atenuar la volatilidad cambiaria y evitar una expansión excesiva del crédito mediante políticas de regulación de encaje. En setiembre de 2008, la política monetaria del BCRP estuvo orientada a que el sistema financiero mantuviera su liquidez ante la materialización de la crisis financiera internacional<sup>10</sup>. Por ello, permitió que el flujo de crédito vaya a la par con el crecimiento económico para atenuar los efectos de la crisis. Por ejemplo, entre setiembre y diciembre de 2008, el BCRP inyectó liquidez por S/ 26, 363 millones, destacando la secuencia de disminuciones de la tasa de encaje en moneda nacional y extranjera. Por ejemplo, el encaje marginal en soles se redujo de 25 % a 6.5 %; el encaje marginal en dólares lo hizo de 49 % a 30 %; y el encaje a los depósitos en soles de las entidades financieras no residentes pasó de 120 % a 35 %. Además, los adeudados con el exterior de las entidades financieras a plazos mayores de dos años fueron exonerados de encaje. Estos eventos se reflejaron en el mapa de calor del Gráfico 12, específicamente en la tonalidad roja del indicador de estímulo monetario (crecimiento de la base monetaria) y en la mejora del indicador de liquidez de la banca (tonalidad verde). En el Gráfico 13 se presenta la evolución de la liquidez entre el año 2005 y marzo de 2019, identificándose episodios de estrés de liquidez en la banca.

Por su parte, en el año 2010, a raíz de las medidas de estímulo monetario en los países desarrollados,

<sup>10</sup> Reporte de Estabilidad Financiera (noviembre de 2009).

se observó importantes influjos de capitales hacia la economía peruana. Ante ello el BCRP optó por un retiro del estímulo monetario implementado años atrás al incrementar la tasa de referencia de 1.25 % a 3 % en diciembre de ese año, y se incrementó el encaje en moneda nacional y extranjera.

Otro episodio que se puede identificar en este mercado es el asociado al “*taper tantrum*” de la FED que generó a partir de la segunda mitad del año 2013 un incremento en la volatilidad en los mercados financieros. Adicionalmente, en el año 2014 se experimentó un proceso de sustitución de créditos hacia los denominados en soles. En dicho año, los créditos en moneda nacional se expandieron en 18.2 %, mientras que los de moneda extranjera se contrajeron en -0.1 %. Sin embargo, la preferencia por depósitos en dólares aumentó, reduciendo las fuentes de financiamiento para cubrir los créditos en soles. Por ello, el BCRP realizó cortes sucesivos a la tasa de encaje en moneda nacional en el año 2014, comenzando en 15 % al inicio del año y terminando en 9.5 %, con el fin de satisfacer la demanda de crédito en moneda doméstica. A ello se añade los recursos en moneda nacional inyectados al sistema mediante las operaciones de reporte de monedas para contribuir con el proceso de desdolarización del crédito.

## 5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

### 5.1. HORIZONTE DE ESTANDARIZACIÓN

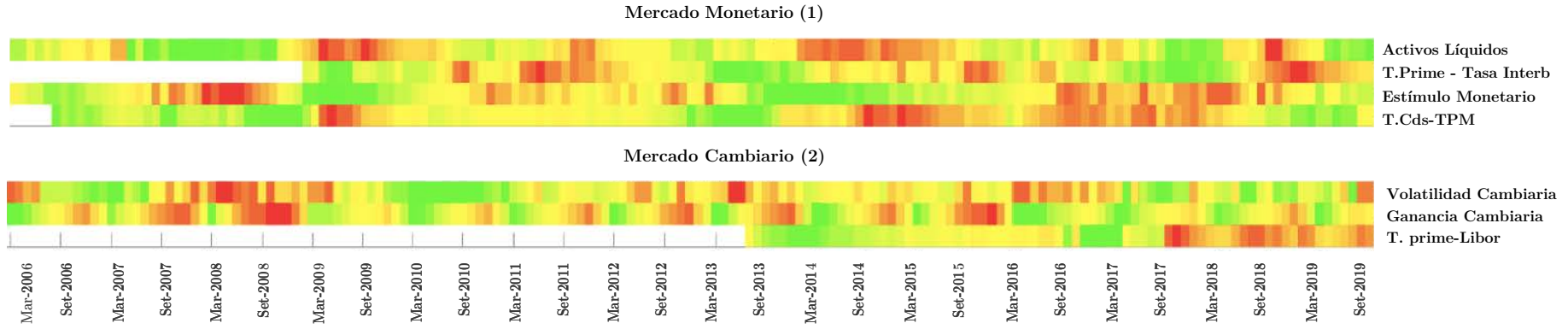
En esta sección se evalúa cómo cambia el mapa de calor tomando en cuenta horizontes temporales alternativos (2, 4 y 5 años) para el cálculo las variables estandarizadas (los resultados se muestran en los Apéndices A, B y C) con respecto a los mapas de calor base con una ventana móvil de 3 años para los mercados financieros (Gráfico 4, Gráfico 10 y Gráfico 12). Una reducción en la ventana móvil para la estandarización de las variables no genera cambios significativos. Sin embargo, a medida que se reduce el horizonte móvil se generaría una mayor volatilidad en el mapa de calor, resaltando episodios de estrés de menor relevancia. Por su parte, cuando se extiende la ventana de análisis, el mapa de calor resultante tiende a caracterizar los mismos episodios de estrés financieros identificados con el horizonte a 3 años, aunque se pierde una mayor cantidad de datos (menores grados de libertad).

### 5.2. MÉTODOS DE AGREGACIÓN ALTERNATIVOS

Adicional a la agregación utilizada en este documento (media aritmética), se realizó las agregaciones por media cuadrática y por componentes principales, con el fin de comparar y medir la robustez del mapa de calor propuesto. Los resultados se muestran en el Apéndice D. En el caso de la agregación a través de la media cuadrática, esta tiende a generar una mayor volatilidad en relación al método del promedio simple. Asimismo, se pueden observar diversos momentos de inestabilidad con las ventanas móviles. Por tanto, el método de agregación con media aritmética refleja los episodios de riesgo de forma más clara.

Por su parte, la agregación por medio de componentes principales requiere todos los datos de las series de cada categoría para realizar el análisis. No obstante, se puede observar transiciones más suaves en el indicador agregado. Por tanto, los periodos de riesgo pueden ser identificados de manera similar al método de media aritmética.

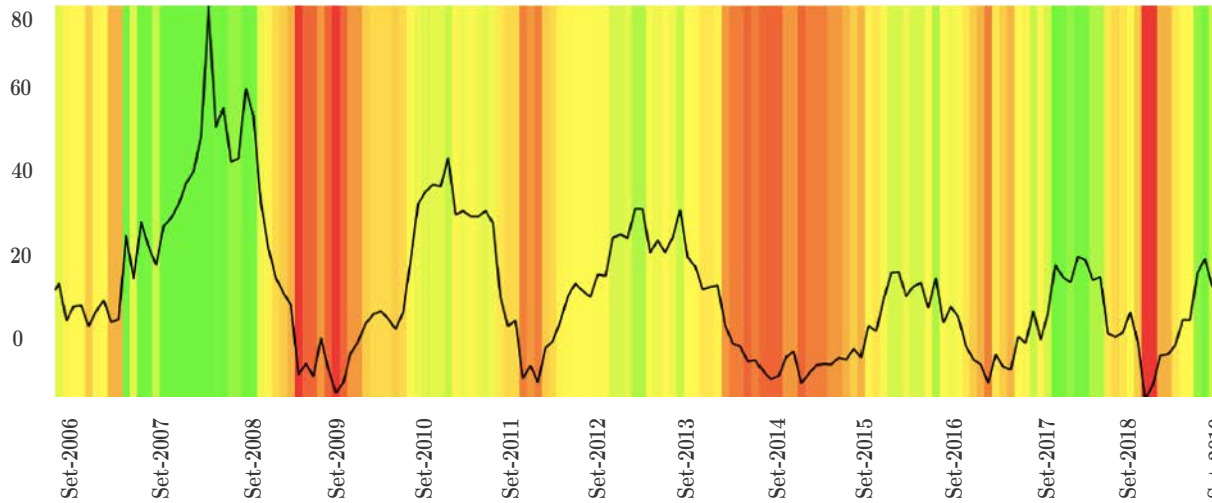
**GRÁFICO 12.** Mapa de calor de las vulnerabilidades en el mercado monetario (Ventana de 3 años)



**NOTA:** El gráfico muestra el mapa de calor de los 7 indicadores considerados para analizar la situación del mercado monetario por subcategorías.

**ELABORACIÓN:** Propia.

**GRÁFICO 13.** Radiografía de los activos líquidos de la banca (var. % 12 meses)



**ELABORACIÓN:** Propia.

## 6. CONCLUSIONES

Un reto importante para el hacedor de política es identificar adecuadamente episodios de estrés financiero en base a la mayor información disponible con la finalidad de tomar acciones de política de manera anticipada y efectiva. Sin embargo, la gran cantidad de fuentes de información de los distintos segmentos del mercado financiero dificulta la tarea de análisis y podría alargar el proceso de toma de decisiones sobre acciones de política necesarias para mitigar los riesgos a la estabilidad financiera. En ese sentido, el mapa de calor propuesto para el mercado financiero peruano constituye una herramienta útil para la identificación de los riesgos a la estabilidad financiera. En particular, el mapa de calor permite identificar episodios de estrés financiero en los tres segmentos del mercado financiero peruano: (i) mercado de capitales, (ii) sistema financiero y (iii) mercado monetario. Tomando como base las mejores prácticas metodológicas propuestas por la literatura y las realizadas por entidades oficiales, este documento elabora un mapa de calor que permite caracterizar episodios de estrés financiero. Por ejemplo, la crisis financiera internacional del año 2008 se reflejó en desfavorables indicadores de rentabilidad para los valores de renta fija y de renta variable en el mercado de capitales doméstico, un crecimiento excesivo en los indicadores de aversión al riesgo y menores niveles de rentabilidad del sistema financiero peruano. También el mapa de calor captura los episodios asociados a la volatilidad de los distintos segmentos del mercado financiero asociadas a los temores de desaceleración de la economía China y a las tensiones comerciales del año 2018.

Es importante destacar que el mapa de calor muestra que las situaciones de estrés no siempre son causadas por los mismos factores, lo cual pone en evidencia la naturaleza cambiante de los riesgos financieros, lo que hace necesario el monitoreo continuo de los distintos segmentos del mercado financiero peruano. Por ejemplo, los episodios de tensiones comerciales en el año 2018 afectaron particularmente los retornos de activos de renta variable, mientras que en ese periodo el Sistema Financiero se mantuvo relativamente estable. Finalmente, el mapa de calor propuesto muestra robustez a los cambios de ventana y de método de agregación. En tal sentido, el mapa de calor podría incluirse dentro del conjunto de herramientas para los hacedores de política con el fin de monitorear los riesgos financieros.

## REFERENCIAS

- Aikman, D., Kiley, M., Lee, S. J., Palumbo, M. G. y M. Warusawitharana (2017), “Mapping heat in the US financial system”, *Journal of Banking & Finance*, 81, 36-64.
- Arbatli, E. C. y R. M. Johansen (2017), “A Heatmap for Monitoring Systemic Risk in Norway”, *Norges Bank Staff Memo*, 10-2017.
- Caballero, R. J. y A. Krishnamurthy (2009), “Global imbalances and financial fragility”, *American Economic Review*, 99(2), 584-88.
- Drehmann, M., Borio, C. E. y K. Tsatsaronis (2012), “Characterising the financial cycle: don’t lose sight of the medium term!”, *Bank for International Settlements*, Working Paper 2012-380.
- McLaughlin, J., Minson, A., Parolin, E. y N. Palmer (2018), “The OFR Financial System Vulnerabilities Monitor”, *Office of Financial Research*, Working Paper 2018-01.
- Zevallos, M. y C. del Carpio (2015), “Metal Returns, Stock Returns and Stock Market Volatility”, *Revista Economía, Fondo Editorial - Pontificia Universidad Católica del Perú*, 38(75), 101-122.

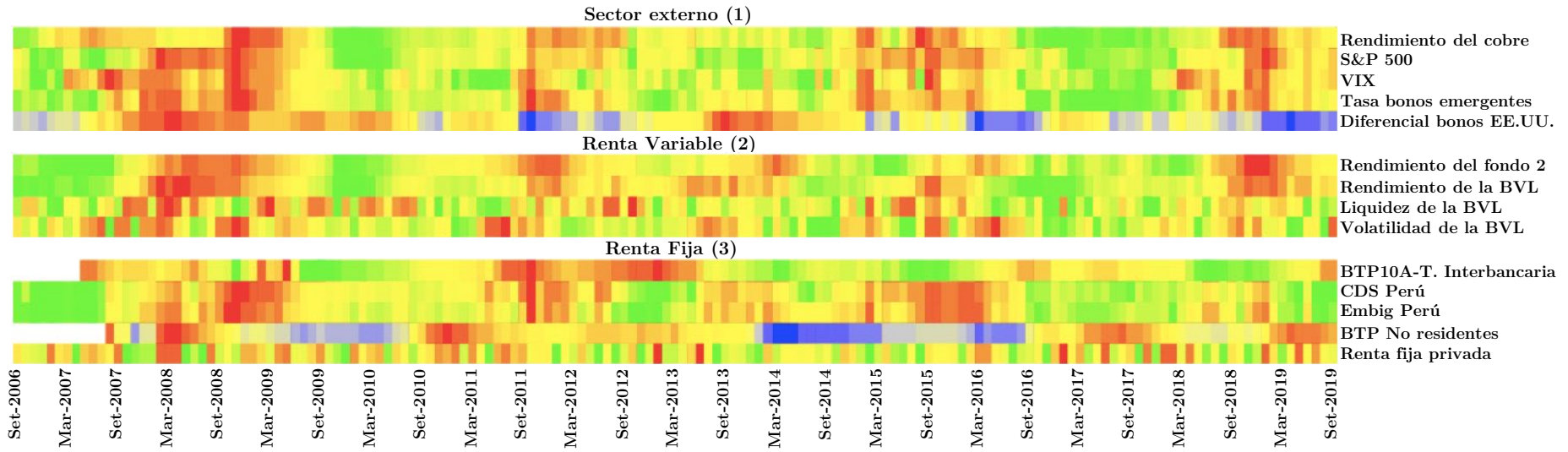
Zevallos, M., Villarreal, F., del Carpio, C. y O. Abbara (2017), “Precio internacional de los metales y riesgo de mercado en la Bolsa de Valores de Lima”, *Revista Economía, Fondo Editorial - Pontificia Universidad Católica del Perú*, 40(79), 87-104.

## APÉNDICES

### A. SENSIBILIDAD DEL MAPA DE CALOR A CAMBIOS EN LA VENTANA EN EL MERCADO DE CAPITALES

#### A.1. MAPA DE CALOR DEL MERCADO DE CAPITALES (VENTANA DE 2 AÑOS)

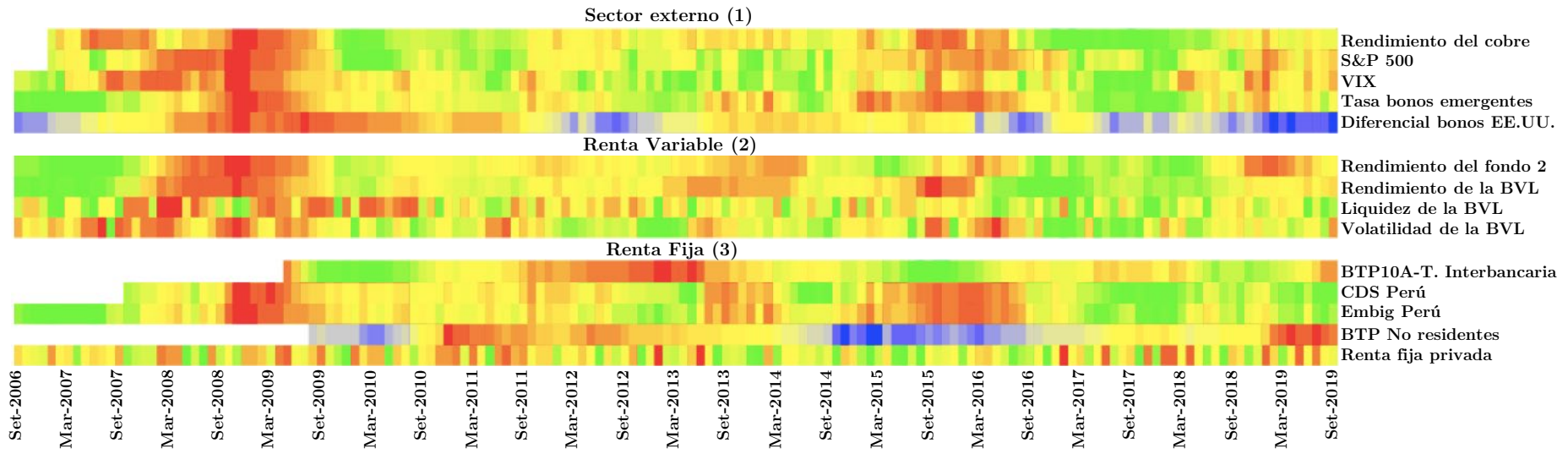
**GRÁFICO 14.** *Mapa de calor del mercado de capitales (Ventana de 2 años)*



ELABORACIÓN: Propia.

**A.2. MAPA DE CALOR DEL MERCADO DE CAPITALES (VENTANA DE 4 AÑOS)**

**GRÁFICO 15.** *Mapa de calor del mercado de capitales (Ventana de 4 años)*

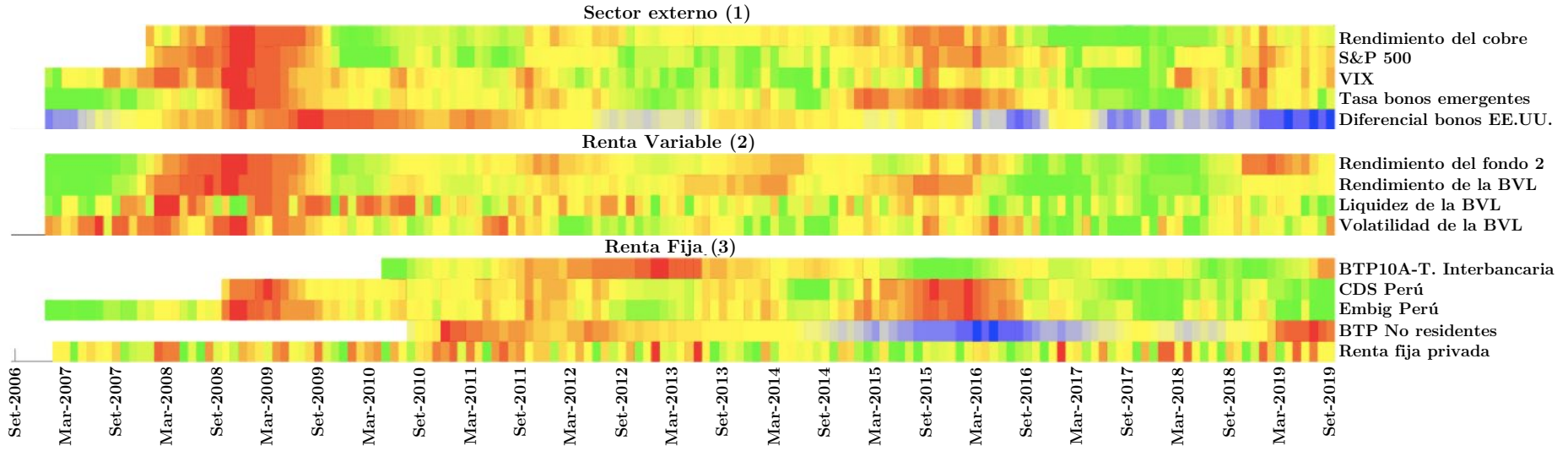


ELABORACIÓN: Propia.



### A.3. MAPA DE CALOR DEL MERCADO DE CAPITALES (VENTANA DE 5 AÑOS)

**GRÁFICO 16.** *Mapa de calor del mercado de capitales (Ventana de 5 años)*

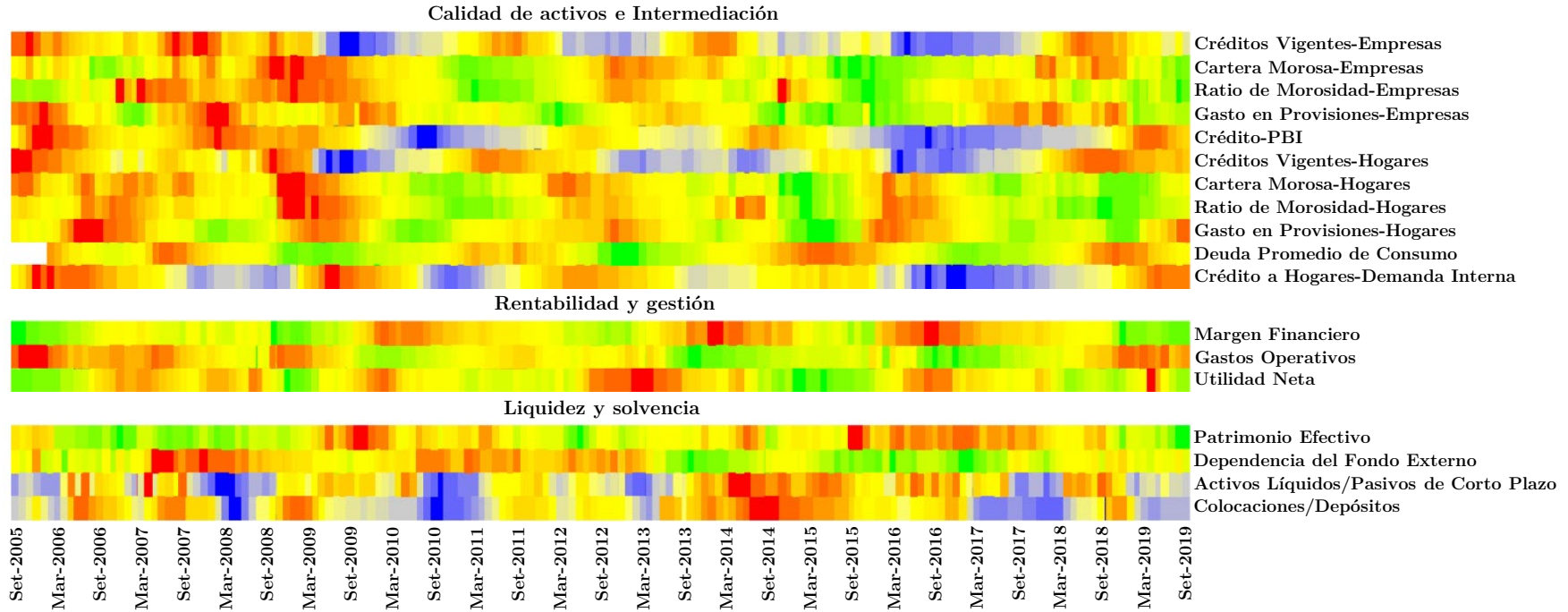


ELABORACIÓN: Propia.

## B. SENSIBILIDAD DEL MAPA DE CALOR A CAMBIOS EN LA VENTANA EN EL SISTEMA FINANCIERO

### B.1. MAPA DE CALOR DEL MERCADO DE CAPITALES DEL SISTEMA FINANCIERO (VENTANA DE 2 AÑOS)

**GRÁFICO 17.** *Mapa de calor del mercado de capitales del sistema financiero (Ventana de 2 años)*

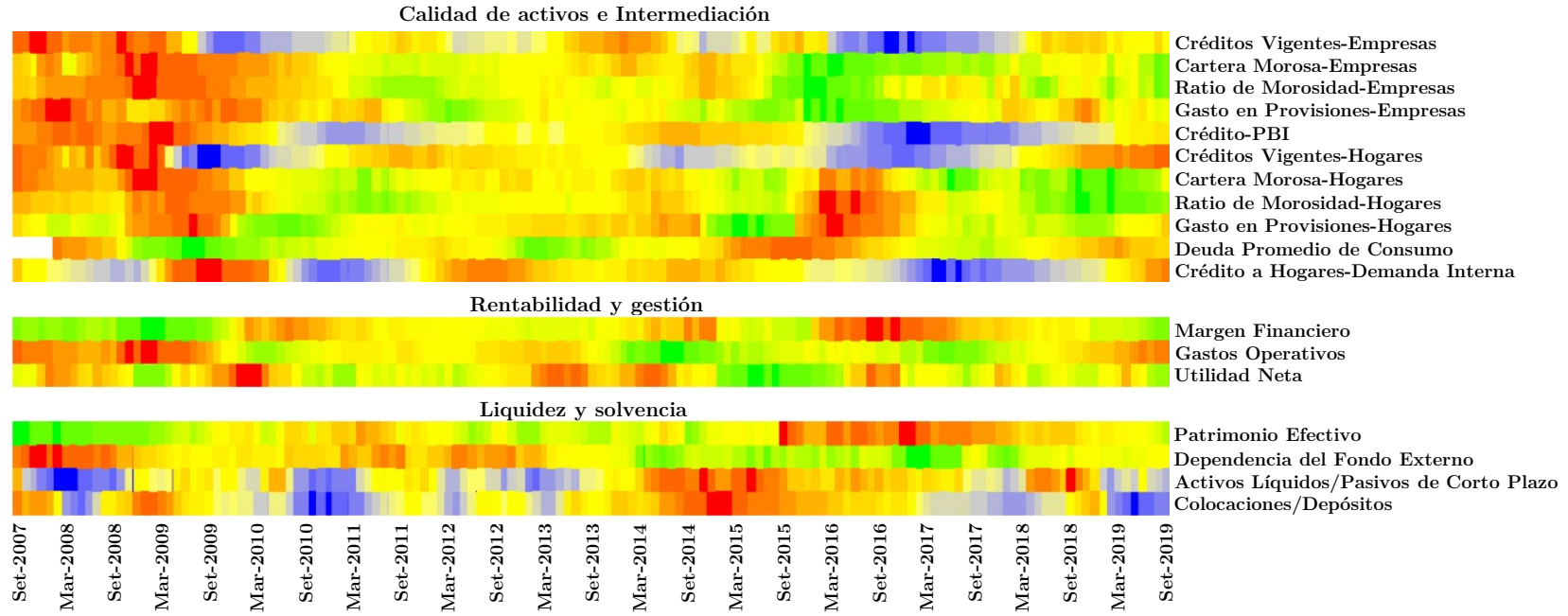


Mapa de calor para el mercado financiero peruano

ELABORACIÓN: Propia.

**B.2. MAPA DE CALOR DEL MERCADO DE CAPITALES DEL SISTEMA FINANCIERO (VENTANA DE 4 AÑOS)**

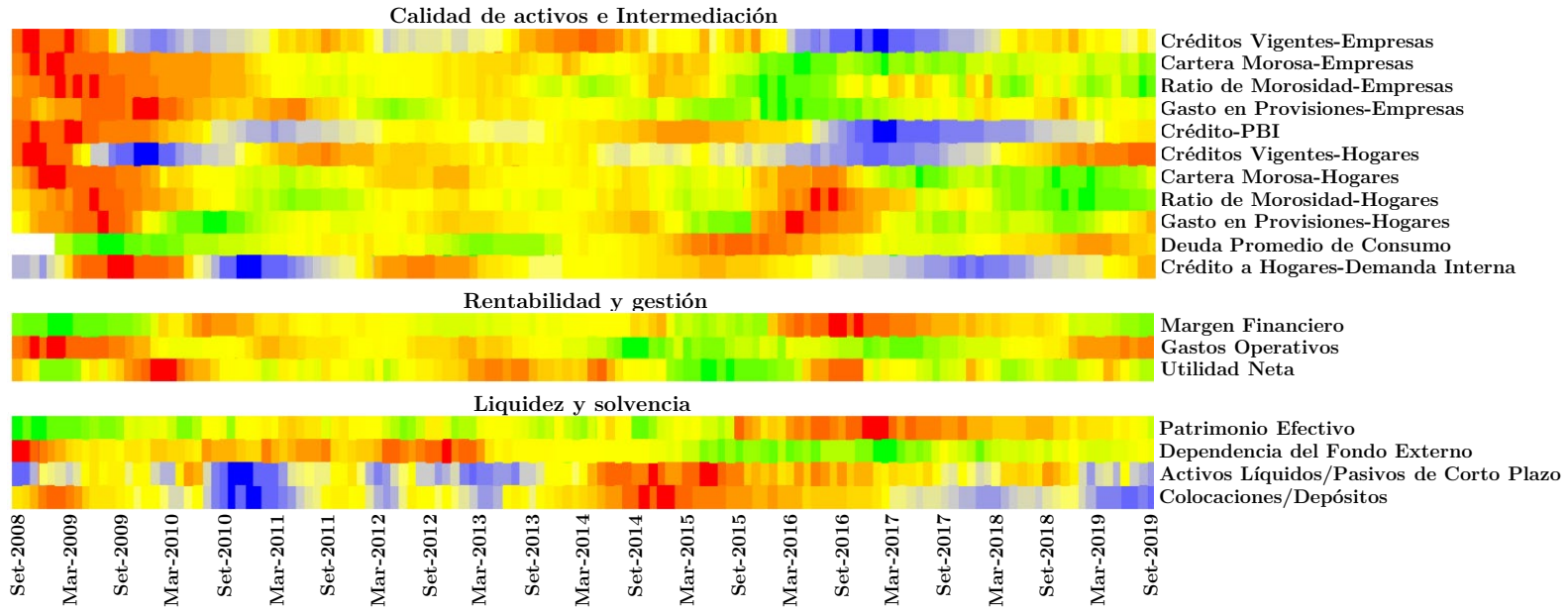
**GRÁFICO 18.** *Mapa de calor del mercado de capitales del sistema financiero (Ventana de 4 años)*



ELABORACIÓN: Propia.

**B.3. MAPA DE CALOR DEL MERCADO DE CAPITALES DEL SISTEMA FINANCIERO (VENTANA DE 5 AÑOS)**

**GRÁFICO 19.** *Mapa de calor del mercado de capitales del sistema financiero (Ventana de 5 años)*

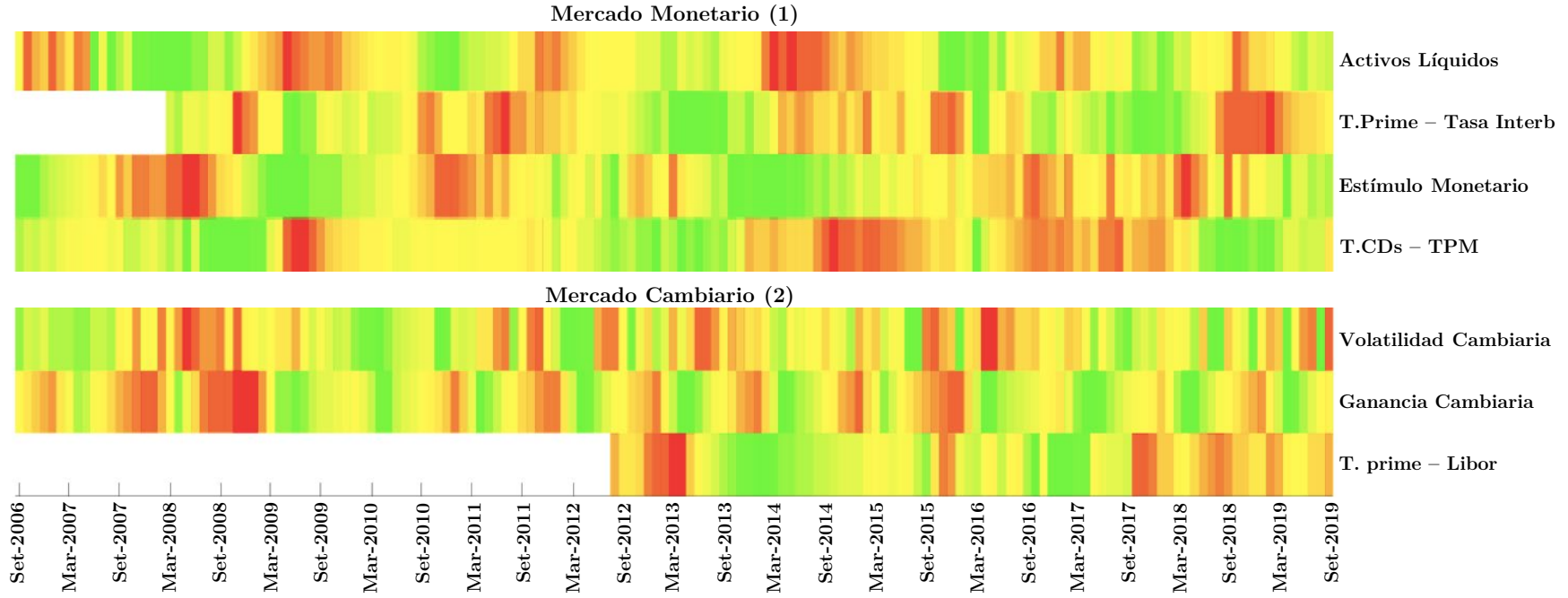


ELABORACIÓN: Propia.

## C. SENSIBILIDAD DEL MAPA DE CALOR DEL MERCADO MONETARIO A CAMBIOS EN LA VENTANA

### C.1. MAPA DE CALOR DEL MERCADO MONETARIO (VENTANA DE 2 AÑOS)

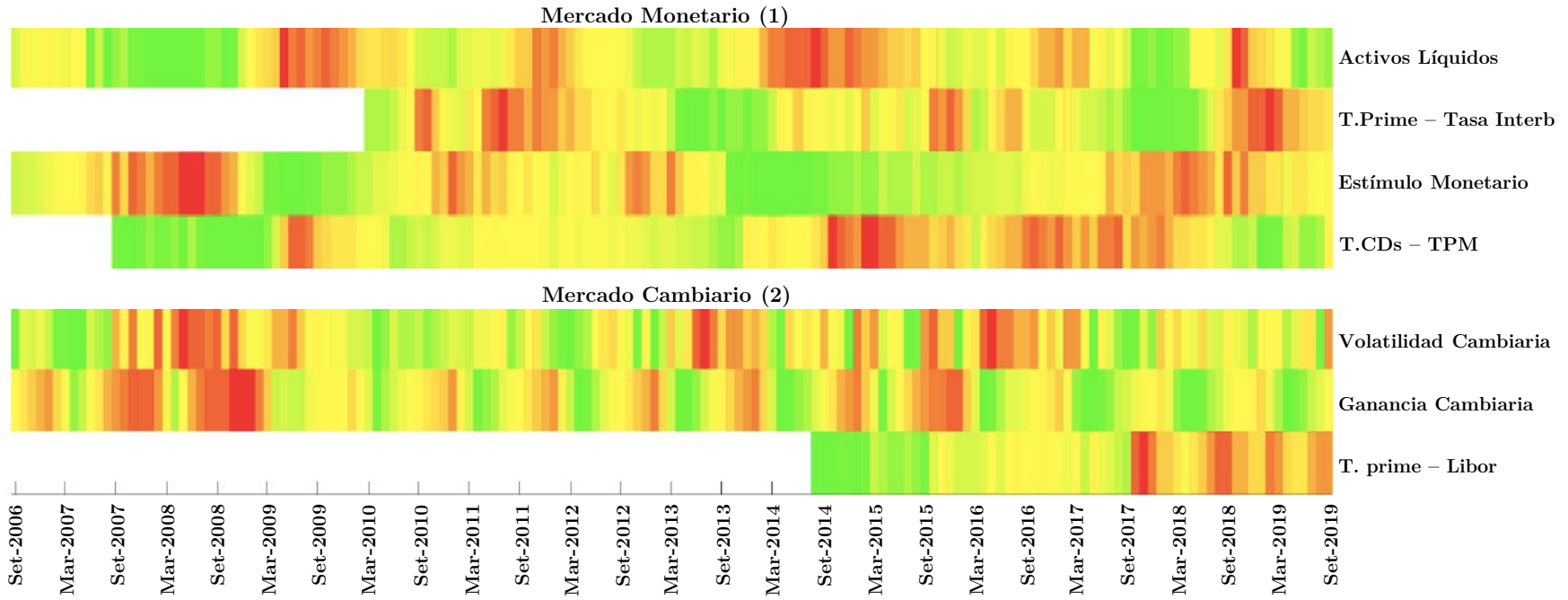
**GRÁFICO 20.** *Mapa de calor del mercado monetario (Ventana de 2 años)*



ELABORACIÓN: Propia.

### C.2. MAPA DE CALOR DEL MERCADO MONETARIO (VENTANA DE 4 AÑOS)

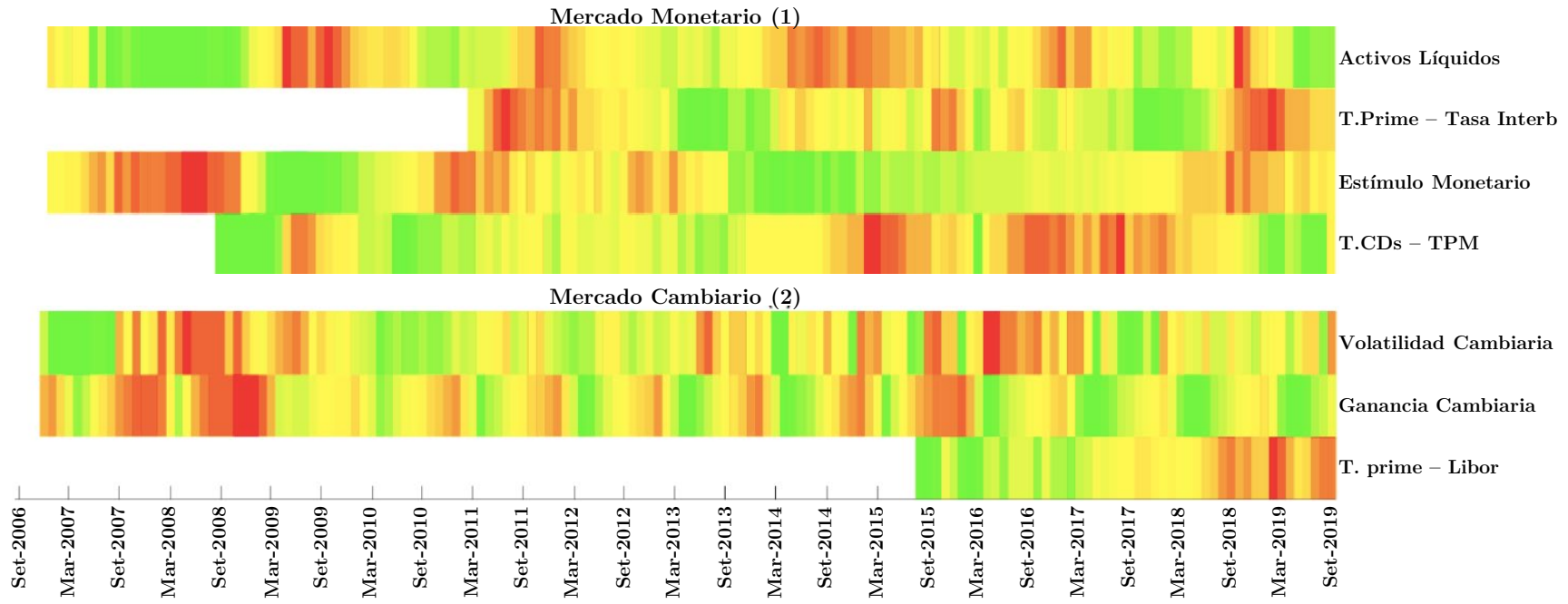
GRÁFICO 21. Mapa de calor del mercado monetario (Ventana de 4 años)



ELABORACIÓN: Propia.

### C.3. MAPA DE CALOR DEL MERCADO MONETARIO (VENTANA DE 5 AÑOS)

GRÁFICO 22. Mapa de calor del mercado monetario (Ventana de 5 años)



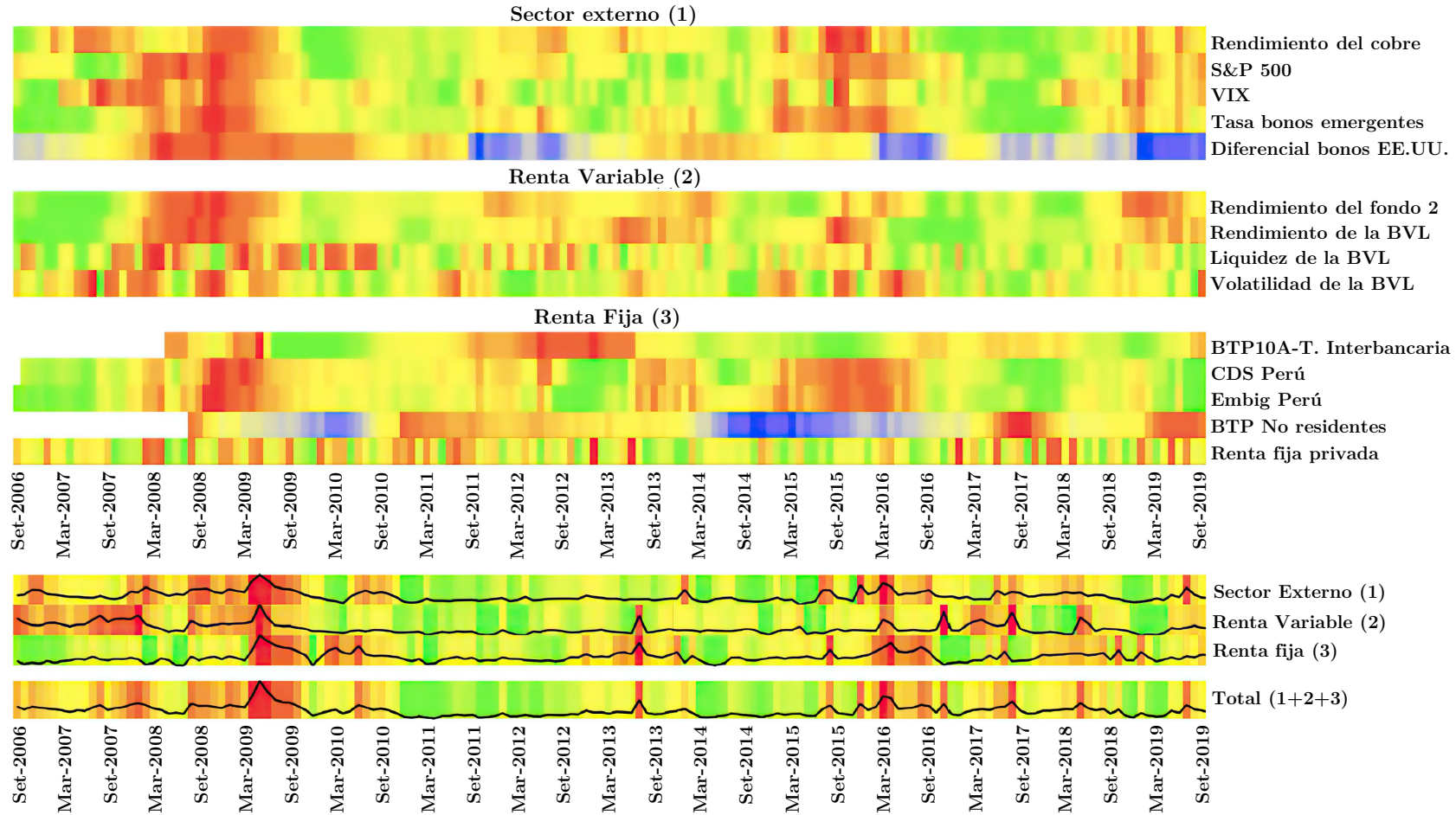
ELABORACIÓN: Propia.



## D. SENSIBILIDAD DE LOS MAPAS DE CALOR A LOS MÉTODOS DE AGREGACIÓN

### D.1. RADIOGRAFÍA DEL MERCADO DE CAPITALES (VENTANA DE 3 AÑOS))

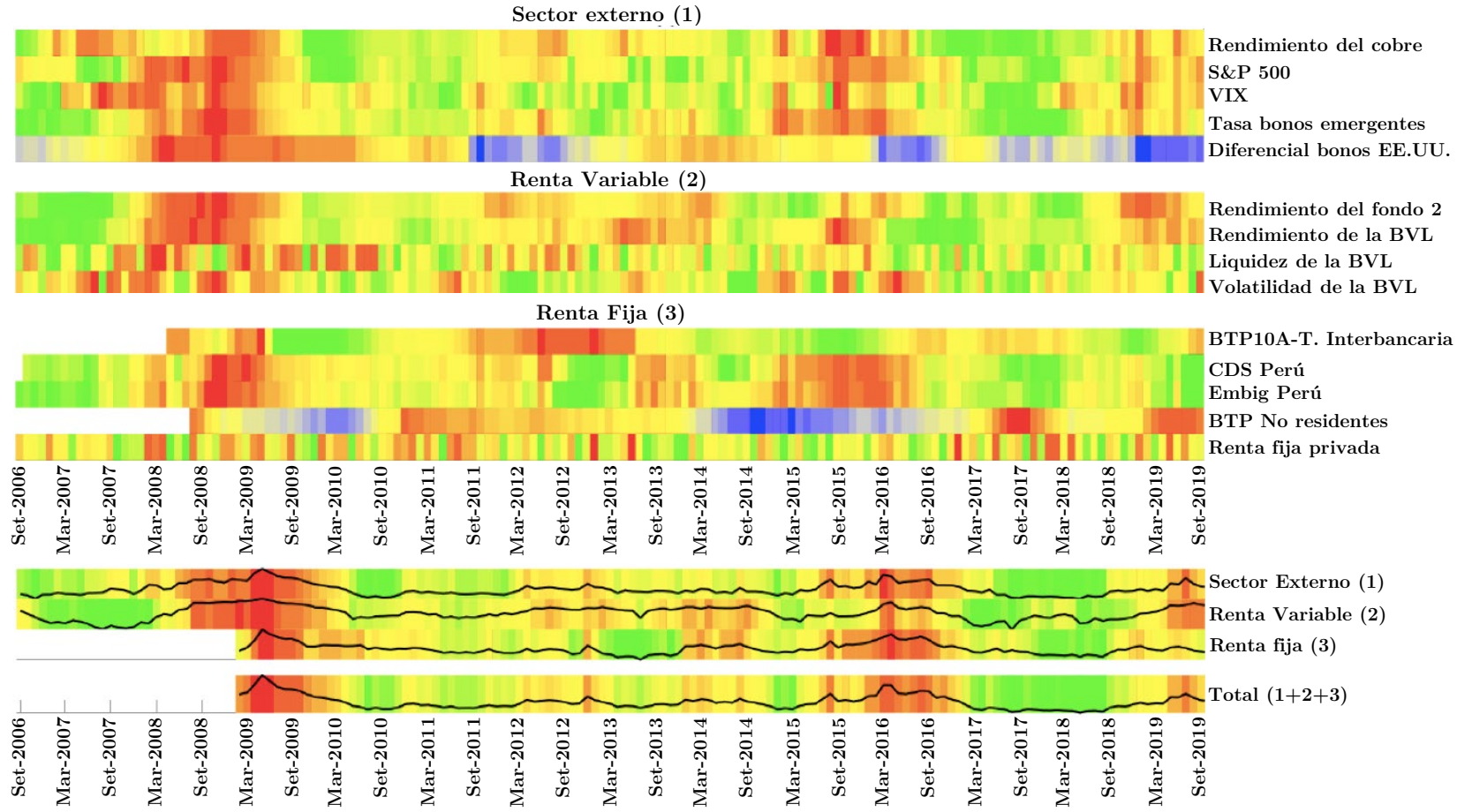
**GRÁFICO 23. Media cuadrática**



ELABORACIÓN: Propia.

**D.2. RADIOGRAFÍA DEL MERCADO DE CAPITALES (VENTANA DE 3 AÑOS))**

**GRÁFICO 24. Componentes principales**



ELABORACIÓN: Propia.