

DOCUMENTOS DE TRABAJO

Pruebas de Tensión Bancaria del Banco Central de Chile: Actualización

Juan-Francisco Martínez
Rodrigo Cifuentes
J. Sebastián Becerra

N° 801 Mayo 2017

BANCO CENTRAL DE CHILE





BANCO CENTRAL DE CHILE

CENTRAL BANK OF CHILE

La serie Documentos de Trabajo es una publicación del Banco Central de Chile que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar al debate temas relevantes y presentar nuevos enfoques en el análisis de los mismos. La difusión de los Documentos de Trabajo sólo intenta facilitar el intercambio de ideas y dar a conocer investigaciones, con carácter preliminar, para su discusión y comentarios.

La publicación de los Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de los miembros del Consejo del Banco Central de Chile. Tanto el contenido de los Documentos de Trabajo como también los análisis y conclusiones que de ellos se deriven, son de exclusiva responsabilidad de su o sus autores y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Chile o de sus Consejeros.

The Working Papers series of the Central Bank of Chile disseminates economic research conducted by Central Bank staff or third parties under the sponsorship of the Bank. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant issues and develop new analytical or empirical approaches in their analyses. The only aim of the Working Papers is to disseminate preliminary research for its discussion and comments.

Publication of Working Papers is not subject to previous approval by the members of the Board of the Central Bank. The views and conclusions presented in the papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Chile or of the Board members.

Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile
Working Papers of the Central Bank of Chile
Agustinas 1180, Santiago, Chile
Teléfono: (56-2) 3882475; Fax: (56-2) 3882231

PRUEBAS DE TENSION BANCARIA DEL BANCO CENTRAL DE CHILE: ACTUALIZACIÓN*

Juan-Francisco Martínez
Banco Central de Chile

Rodrigo Cifuentes
Banco Central de Chile

J. Sebastián Becerra
Banco Central de Chile

Abstract

The stress tests are tools widely used by commercial banks, bank supervisors, central banks and international organizations, each of them with different objectives. The Central Bank of Chile uses them to evaluate potential impacts of aggregate shocks on the stability of the banking system as a whole. The development of these tests at this institution began more than a decade ago and now includes market and credit risks. Over the years, substantial progress has been made in both the estimation methodology and the data used, as well as in the delivery of the results. In the present update, the probabilities associated to the stress scenario are estimated. As for the model, its statistical significance is improved by including additional variables suggested by economic theory. In addition, it includes a section of indicators that support the reading and interpretation of the results. Thus, this document provides a detailed review of recent improvements and identifies potential improvements.

Resumen

Las pruebas de tensión son herramientas ampliamente utilizadas por bancos comerciales, supervisores bancarios, bancos centrales y organismos internacionales, cada uno de ellos con diferentes objetivos. El Banco Central de Chile las utiliza para evaluar potenciales impactos de shocks agregados a la estabilidad del sistema bancario en su conjunto. El desarrollo de estas pruebas en esta institución comenzó hace más de una década y en la actualidad comprende los riesgos de mercado y de crédito. A lo largo de los años, se han ido implementando avances tanto en la metodología de estimación y en los datos utilizados, como en la entrega de los resultados. En la presente actualización, se estiman las probabilidades asociadas al escenario de tensión. En cuanto al modelo, se mejora su significancia estadística al incluir variables adicionales sugeridas por la teoría económica. Además, se incluye una sección de indicadores que apoyan la lectura e interpretación de los resultados. Así, en este documento se hace una revisión detallada de las mejoras recientes y se identifican potenciales perfeccionamientos.

* Agradecimientos para Jorge Avendaño y Pablo Carvajal por su asistencia en esta investigación. Asimismo, valoramos los comentarios recibidos y discusiones sostenidas con Rodrigo Alfaro, Solange Berstein, José Miguel Matus, Daniel Oda y Claudio Raddatz. Las opiniones vertidas en este documento pertenecen sólo a los autores y no representan necesariamente al Banco Central de Chile o su Consejo. Emails: jmartinez@bcentral.cl, rcifuent@bcentral.cl y jbecerra@bcentral.cl.

1. Introducción

Conforme a lo establecido en su Ley Orgánica Constitucional, el Banco Central de Chile (BCCh) debe velar por la estabilidad de la moneda y el normal funcionamiento de los pagos internos y externos.

El seguimiento efectuado por el BCCh a la estabilidad financiera se enfoca en el agregado del sistema y no en instituciones particulares. De este modo, en ningún caso sustituye al que realizan los supervisores especializados. En ese sentido, es un análisis complementario e independiente respecto de las atribuciones y funciones que les corresponde ejercer a dichos supervisores en relación con las entidades sujetas a su fiscalización.

Las pruebas de tensión constituyen una parte importante de las herramientas utilizadas por el BCCh para evaluar los potenciales riesgos a los que está expuesto el sistema bancario. Estas pruebas tienen por objeto estimar el impacto de perturbaciones macro-financieras extremas - pero plausibles - sobre la rentabilidad y solidez patrimonial de las instituciones bancarias. En este sentido, los ejercicios de tensión realizados por el BCCh están diseñados para evaluar la resiliencia del sistema bancario local frente a shocks macroeconómicos. Sus resultados son publicados con frecuencia semestral en el Informe de Estabilidad Financiera (IEF) de manera agregada.

El desarrollo de ejercicios de estrés en el BCCh ha sido un proceso de perfeccionamiento continuo que se remonta al año 2004. Se comienza a documentar la metodología de la herramienta en Jara et al. (2007). En particular, la última recopilación publicada corresponde a la de Alfaro y Sagner (2011). El estado actual en el desarrollo de este instrumento comprende innovaciones relevantes respecto de la actualización anterior, las que serán expuestas en el presente documento. Asimismo, se profundizará en los supuestos de trabajo actuales y en la forma en que se obtienen y presentan los resultados.

Los ejercicios de tensión consideran el impacto de cambios en las variables macro-financieras sobre las instituciones bancarias por dos canales: 1) Riesgo de mercado y 2) Riesgo de crédito. Por el momento, el análisis no considera otros riesgos, tales como el de liquidez.¹

La medición del riesgo de mercado utiliza información de balances y archivos normativos recolectados por la Superintendencia de Bancos e Instrucciones Financieras (SBIF), donde la exposición de cada institución frente a los shocks macro-financieros determina la pérdida potencial en la que ésta incurriría en los escenarios evaluados. Por otro lado, el riesgo de crédito es calculado mediante un modelo econométrico² que relaciona los agregados del sistema bancario (gasto en provisiones, crecimiento del crédito y castigos) con variables macroeconómicas (actividad, tasa de interés de corto y largo plazo y desempleo).

Los avances en la presente entrega incluyen mejoras en el modelo de estimación de riesgo de crédito. En particular, se realiza un refinamiento estadístico de las ecuaciones estimadas eliminando variables y cambiando rezagos con un criterio de maximización de las correlaciones. Además de lo anterior, con apoyo en desarrollos recientes de la teoría económica, se incrementa la significancia estadística y se

¹Cabe destacar que la nueva normativa de liquidez bancaria chilena fue aprobada a comienzos de 2015 y comenzó a regir en 2016. En la etapa actual, los bancos recientemente han comenzado a reportar los datos necesarios para realizar el análisis de dicho riesgo.

²En específico es un análisis multivariado de tipo Vector Auto-Regresivo (VAR).

facilita la interpretación económica del modelo de estimación del riesgo de la cartera hipotecaria. Por último, se presenta y describe un indicador complementario al análisis de riesgo de crédito: la cobertura del flujo y del stock de morosidad. Estos ratios completan el análisis de riesgos de las entidades bancarias.

Este documento se organiza de siguiente manera. En la segunda sección se describe el escenario macro-financiero sobre el cual se aplican las pruebas de tensión. La tercera sección describe el riesgo de mercado y de crédito. La cuarta sección explica cómo estos riesgos (pérdidas) se traducen en resultados (ROE e IAC) para los distintos bancos, y la quinta sección concluye.

2. Escenario de Tensión Macroeconómica

En esta sección se describen tanto las variables macroeconómicas utilizadas en las pruebas de tensión del BCCh, como la forma en que los distintos shocks son aplicados para la construcción de los escenarios de estrés. Las pruebas de tensión evalúan las dinámicas de riesgos en un escenario de estrés macroeconómico que usa como referencia un escenario base consistente con el Informe de Política Monetaria (IPoM).³

En el caso de la **actividad económica**, para el escenario de estrés se tiene en cuenta la evolución histórica del PIB y se busca replicar las crisis más relevantes de las últimas décadas, tanto en términos de una caída puntual de producto, como de una convergencia a un nivel de crecimiento menor en el mediano plazo. De este modo, se configura un evento severo, pero plausible. En particular, se replica una caída en la actividad de aproximadamente 6,6pp; similar a la experimentada en la crisis financiera global (2008-2009). Además, se supone una convergencia a un crecimiento de largo plazo alrededor de 3pp inferior al promedio histórico post crisis asiática (entre 2000 y 2013). Como se muestra en la figura (1), para el escenario de estrés del segundo IEF del 2016⁴, se supone una disminución del PIB de 5,3% anual en el 2017 y un crecimiento de 1,4% en el 2018. Con estas cifras, el modelo aplicado en el ejercicio de riesgo de crédito indica que el desempleo llegaría a 10,9% y las tasas de interés de corto y largo plazo alcanzarían 5,5% y 6,8% respectivamente.⁵ La tabla (1) resume la dinámica de las principales variables macroeconómicas en el escenario de tensión.

En el caso de las **tasas de interés**, el escenario base considera la estimación de una curva de mercado con información disponible para el mes ancla del ejercicio. Por otro lado, el escenario de estrés aplica un shock de 300pb en la tasa corta (instantánea) y 100pb en la tasa larga (de 20 años) sobre la curva del escenario base. El mismo shock se aplica a las tasas de interés en pesos, UF y en dólares.⁶ La

³Desde el año 2012, con el objetivo de tener comparabilidad a través del tiempo, los resultados publicados son obtenidos mediante la aplicación de escenarios de tensión de magnitudes equivalentes. Sin perjuicio de ello, la metodología utilizada permite el análisis del impacto potencial de otros escenarios alternativos, con supuestos ad-hoc a la coyuntura, que son revisados al interior del BCCh.

⁴Desde ahora en adelante, sin pérdida de generalidad, y con el objetivo de ilustrar el funcionamiento del modelo y la metodología del ejercicio de tensión, se utilizan datos referidos al segundo IEF del 2016.

⁵En el modelo utilizado, se aplica un shock a las tasas de interés, para hacer al escenario de riesgo de crédito consistente con el aplicado para medir el de mercado. Para el riesgo de crédito, el shock tiene la forma de una perturbación que se diluye en el tiempo, cuya magnitud inicial calza con el escenario de riesgo de mercado. Sin embargo, en el caso del riesgo de mercado, se desplaza toda la curva de rendimiento y produce un efecto instantáneo sobre el balance del banco. Ver más detalles de los procedimientos de estimación en la sección 3.

⁶Cabe notar que la curva resultante depende de la estimación realizada para la curva del escenario base de cada

Tabla 1: Escenarios Macroeconómicos para los ejercicios de tensión.

	2016T2	Estrés (1)			Riesgos afectados
	Efectivo	2016T4	2017T4	2018T4	
PIB (% , tasa de crecimiento)	1,25	-3,99	-1,39	1,41	Crédito y mercado
Tasa Interés de Corto Plazo (% , UF)	2,82	5,50	5,09	4,92	
Tasa Interés de Largo Plazo (% , UF)	3,78	6,77	5,21	5,02	
Tasa de Desempleo (%)	6,70	8,23	10,87	9,87	
Tipo de Cambio	661	794			Mercado

(1) Promedio del trimestre.

Fuente: Banco Central de Chile.

figura (2) ilustra la forma de las curvas de rendimiento y forward para los escenarios base y de tensión, respectivamente.⁷

El escenario de tensión para el **tipo de cambio** que se muestra en la figura (3) supone una depreciación de 20%. Esta calibración se obtiene de la máxima depreciación en 15 días observada del peso respecto del dólar desde el año 2000⁸, la que representa aproximadamente 1,4 desviaciones estándar.⁹

Al revisar la evidencia internacional presente en la tabla (2), podemos verificar la coherencia del escenario de estrés para Chile con el aplicado por otras economías relevantes las cuales poseen un nivel de desarrollo similar en metodologías e implementación de pruebas de tensión bancarias. En particular, la caída de actividad y alza en tasas, se encuentran en el rango aplicado por España y EEUU, mientras que el desempleo se ubican en la cota inferior al aplicado en otras economías.¹⁰

2.1. Probabilidad del Escenario de Estrés

Una pregunta que surge respecto de los escenarios utilizados en las pruebas de tensión es acerca de su plausibilidad o probabilidad de ocurrencia. Esta información permite contextualizar la relevancia y severidad de los supuestos utilizados. En esta sección presentamos tanto el análisis incondicional para cada una de las variables, como un estudio de las probabilidades condicionales (a la situación inicial)

moneda.

⁷En este enfoque no se considera la posible existencia de premios por riesgo. Tampoco se incorpora el riesgo de crédito asociado a los descalces de plazo - compuestos por flujos de obligaciones y colocaciones - que se impactan por el alza en las tasas de interés.

⁸BCCh libera el tipo de cambio en septiembre de 2000 y nominaliza la política monetaria en agosto de 2001.

⁹Este plazo se considera como el período en que los bancos debieran ser capaces de rebalancear sus portafolios y cubrir posiciones.

¹⁰El escenario de actividad chileno, tiene una probabilidad incondicional de ocurrencia en torno al 3%, mientras la de los escenarios aplicados en España, RU, y EE.UU. es de 2; 5 y 0,4%; respectivamente. En el caso de Chile se utiliza una distribución t-student con datos trimestrales desde 1961.

Tabla 2: Comparación escenario de tensión macroeconómico.

	Estrés 2014-2016			
	Chile	España	RU	EEUU
PIB (% , tasa de crecimiento)	[-4,0;-5,3]	-4,1	0,9	-3,9
Tasa de Desempleo (1) (%)	[10,3;10,9]	25,0	10,6	11,7

(1) En el modelo del Banco Central no se aplican shocks al desempleo. En la tabla se reporta el desempleo acorde - a través del modelo - al shock de actividad.

Fuente: Banco Central de Chile, Banco de España, Banco de Inglaterra, Reserva Federal EEUU, varios años.

de shocks a la actividad.¹¹

Para el caso del análisis *incondicional* se realiza un ajuste de los datos a una distribución de probabilidad determinada, usando un criterio estadístico.¹² Este análisis asume la ocurrencia de cada evento (shock) de manera autónoma para las variables modeladas; y además, se supone independencia de las mismas respecto de su valor inicial en el mes ancla del ejercicio.

En la tabla (3) se muestra el escenario de estrés junto con la probabilidad que se asocia a cada una de sus componentes. Los resultados muestran que en el escenario de estrés la caída de 7% - en tres trimestres - del IMACEC tiene una probabilidad asociada de 2,9%, mientras que contracciones en torno a 5% del IMACEC o del PIB anual, ocurren con probabilidades cercanas al 3%. Por otro lado, un aumento en un mes de 300pb en la tasa corta y de 100pb posee probabilidades de 2,1% y 3,5% respectivamente. Para el tipo de cambio, una depreciación de 20% en 15 días tiene una probabilidad asociada de 0,03%¹³.

Por otra parte, en la estimación *condicional* se analiza la probabilidad conjunta de observar una caída acumulada en tres trimestres del PIB dado el punto de partida del mismo, considerando sólo las caídas.¹⁴ Esta especificación permite estimar la función de distribución de probabilidades acumulada y el resultado obtenido es la probabilidad de un descenso en tres trimestres del PIB dado cierto nivel

¹¹El cálculo de las probabilidades incluido en este análisis es de carácter puramente referencial. El horizonte de medida, la frecuencia de los datos y las parametrizaciones ocupadas en lo referido a los supuestos de las distribuciones de probabilidades utilizadas, constituyen varios grados de libertad que pueden tener incidencia relevante en la cifra. Sin embargo, las probabilidades estimadas nos permiten inferir que la ocurrencia del escenario de estrés no es despreciable. De este modo, esta evidencia contribuye a apoyar la validez del ejercicio planteado.

¹²Se estima la distribución incondicional de las series de PIB, IMACEC y variación en 3 trimestres de IMACEC. Para ello, se busca la distribución que mejor ajuste cada serie según la razón de verosimilitud. Para IMACEC y PIB ésta corresponde a una t-student con colas más anchas que la normal. Para el cambio en IMACEC es la "Extreme Value", que permite modelar eventos extremos.

¹³Como se ha mencionado anteriormente, la magnitud y horizonte de los shocks especificados buscan replicar períodos de fragilidad macro-económica ocurridos en las últimas décadas.

¹⁴La serie utilizada es trimestral y corresponde al cambio anual, en este caso se utiliza la distribución normal bivariada. La covarianza se estima a través del enfoque Copula que genera dependencia entre variables a través de los componentes de heterogeneidad no observada (Cameron y Trivedi (2005)). El ejercicio presentado sólo se debe usar como referencia, pues las estimaciones se realizan con un número reducido de datos, lo que merma sus propiedades asintóticas.

Tabla 3: Probabilidades asociadas a los escenarios (*).

	Estrés	Frecuencia	Período	Distribución
PIB (crec. anual)	-5 % (3,0 %)	trimestral	1961q1-2016q2	t-location scale
IMACEC (crec. anual)	-5 % (3,4 %)	mensual	1990m1-2016m6	t-location scale
Δ IMACEC (3trim)	-7,0 % (2,9 %)	mensual	1990m4-2016m6	Extreme Value (caída condicional en imacec >0, & $\Delta < 0$)
Tasa Corto Plazo	300pb (2,1 %)	mensual	1979m1-2016m6	t-location scale
Tasa Largo Plazo	100pb (3,5 %)	mensual	1982m1-2016m6	t-location scale
Δ %Tipo de cambio (15d)	-20 % (0,03 %)	diaria	1999-2016m6	t-location scale

(*) En paréntesis la probabilidad de ocurrencia de cada evento de forma independiente ($p[X \leq x]$). La distribución t-location scale describe una t-student desplazada y escalada.

Fuente: Banco Central de Chile.

inicial del mismo. Los contornos de la distribución conjunta condicional así como su probabilidad se pueden apreciar en la figura (4). Los resultados muestran que la probabilidad condicional del escenario usual (decremento del PIB entre 6 %-7 %) es aproximadamente 1 %, para tasas de crecimiento iniciales entre 2 y 3 %. Sin embargo, si aumenta el nivel inicial de crecimiento del PIB, la probabilidad de este evento puede superar el 2 %.

El análisis realizado a lo largo de esta sección muestra que los escenarios de riesgo utilizados en las pruebas de tensión, tal como en ejercicios desarrollados en otras economías, poseen una baja probabilidad. Sin perjuicio de lo anterior, estos escenarios son plausibles y - potencialmente - de alto impacto. Por esta razón, es relevante evaluar cómo respondería el sistema financiero ante las eventualidades antes descritas.

3. Estimación de Pérdidas

Visión Metodológica

La metodología de las pruebas de tensión consiste en estimar las posibles pérdidas en las que incurriría cada institución - por riesgo de crédito y de mercado - en los escenarios descritos con anterioridad. El ejercicio del BCCh, tal como ocurre en general para autoridades monetarias que no tienen responsabilidades de supervisión, posee un carácter macroeconómico, utiliza una metodología top-down (figura (5)) y tiene como objetivo el análisis y evaluación de riesgos que afecten al sistema bancario en su conjunto. Esto, a diferencia de las pruebas realizadas por supervisores bancarios, cuyo propósito es el análisis individual de las instituciones.¹⁵

El ejercicio del BCCh responde la pregunta: ¿Qué pasaría si el banco x siguiera la dinámica proyectada para el sistema? Para ello, en el caso del riesgo de crédito, se realiza la estimación de un VAR agregado a nivel de sistema bancario y luego, con base en el promedio de los últimos 12 meses de los datos de cada banco en el mes ancla del ejercicio, se aplica la dinámica del sistema a las variables de

¹⁵Para más detalles acerca del encuadre de los ejercicios de tensión a nivel institucional, ver Jobst et al. (2013).

colocaciones, riesgos, rentabilidad y nivel de capitalización de cada banco. Por otro lado, en el caso del riesgo de mercado se utilizan directamente las exposiciones individuales - descalces de plazo y moneda - del balance de cada institución. Dado lo anterior, el proceso entrega resultados individuales a nivel de bancos, como un sub-producto del análisis. En este sentido, tal como se ha descrito, la heterogeneidad de cada institución en sus variables financieras es capturada por su propia situación reciente.

Este ejercicio, por el momento, está desagregado a nivel de carteras comercial, consumo y vivienda. A pesar que ello describe de buena forma las especificidades de cada institución, tal como se hace en pruebas de tensión de otros bancos centrales, es necesario avanzar en alguna desgregación de los sectores de la cartera comercial, que representan una alta proporción (cerca a dos tercios) de las colocaciones del sistema bancario chileno.

3.1. Riesgo de Mercado

El riesgo de mercado se refiere a la pérdida potencial en el valor de las posiciones que mantiene un banco, producto de los movimientos adversos en los precios de mercado. Para estos ejercicios se definen dos factores riesgos de mercado: a) tasas de interés y b) tipo de cambio.

Riesgo de Tasas de Interés

Las fluctuaciones de las tasas de interés en presencia de descalces de activos y pasivos, tanto en valor como en duración, pueden impactar, respectivamente, sobre los precios de los instrumentos financieros (efecto valoración) y sobre el margen de intermediación¹⁶ (efecto reprecio o *repricing*). Tal como se analiza en Jara, et al. (2007). Estos efectos se pueden traducir en riesgos cuantificables y relevantes para la banca.

Para el cálculo del riesgo de tasas de interés, se estima la curva de rendimiento en base a una adaptación del modelo Nelson y Siegel (1987) que utiliza 3 factores como determinantes de la estructura de plazos.¹⁷ Con esta curva se evalúa el riesgo de mercado que afecta a los distintos flujos de operaciones activas y pasivas. Se utiliza un modelo estándar, con información reportada por los bancos en archivos normativos de la SBIF¹⁸. El cálculo se realiza para las exposiciones del libro de negociación y el libro de banca, determinando pérdidas de valor asociadas al escenario escogido para la estructura de tasas de interés.

Cabe recordar que el shock relevante para el riesgo de tasas de interés es un desplazamiento de la curva de rendimiento. Con esta nueva estructura, de tasas de interés más altas, se valoran los activos del libro de negociación y de banca.

Para el riesgo de **valoración**, se calculan los factores de descuento en el mes de estimación (t , que se omite por simplicidad) que permiten medir el cambio en el valor presente del libro de negociación,

¹⁶Este último debido a la renovación de activos y pasivos a las nuevas tasas de interés.

¹⁷Para más detalles ver Alfaro y Sagner (2011).

¹⁸Las exposiciones son calculadas y controladas a través de la metodología dispuesta por el BCCh en el capítulo III.B.2 del Compendio de Normas Financieras del BCCh y en el capítulo 12 – 9 de la Recopilación Actualizada de Normas de la SBIF.

para todos los plazos. Debe notarse que estos factores de descuento son utilizados por moneda (m), banda temporal o madurez (n) y escenario (i), tal como se observa en la siguiente expresión:

$$fdv_{m,n}^i = \frac{1}{(1 + r_{m,n}^i)^{pp_n}} \quad (1)$$

Donde $fdv_{m,n}^i$ corresponde al factor de descuento, $r_{m,n}^i$ es la tasa de interés promedio relevante, y por último pp_n es el plazo promedio de las bandas temporales.

Para el caso del riesgo de valoración, un alza de tasas hace caer el valor de los activos que el banco tiene en su balance para negociación. En este caso se supone que el shock es permanente, al mantenerse la curva en la posición estresada. Así, la pérdida instantánea de valor de los instrumentos es reconocida por cada institución, las que luego cierran la posición. El efecto se contabiliza dentro del período de medición, que es de dos años.

Por otro lado, un alza de tasas de interés implica que cada institución debe refinanciar sus pasivos a un mayor costo en cada ventana temporal próxima. Esto se conoce como riesgo de **reprecio** o *repricing*. Esta pérdida afecta la estructura actual del balance y se supone asumida dentro del plazo del ejercicio (2 años), afectando su rentabilidad y solvencia. Esto, a pesar que el riesgo supone una estructura de renovación de pasivos que se ve afectada a lo largo del tiempo. En este caso, la curva relevante a considerar es la de tasas *forward*, que surge a partir de la estimación de la curva de rendimiento. Así, el factor a considerar en repricing, $fdr_{n,i}^m$ está definido por:

$$fdr_{m,n}^i = (1 + f_{m,k}^i)^{pp_n} = (1 + E_t(r_{m,t+k}^i))^{pp_n} \quad (2)$$

Donde $f_{m,n}^i$ corresponde a la tasa forward descuento en t (se omite por simplicidad), por moneda m , banda temporal n y plazo promedio para cada banda pp_n . En particular, se asume que dicha tasa es equivalente a $E_t(r_{m,t+k}^i)$, que representa a la tasa de interés promedio esperada en t , k períodos adelante (e.g. siguiente ventana). Para este tipo de exposiciones se consideran ventanas de refinanciamiento de hasta 1 año, ya que luego de este plazo, se supone que las instituciones logran cerrar la posición descubierta. No obstante, el efecto en pérdidas, tal como en todos los riesgos analizados, se contabiliza en el plazo de 2 años, para permitir su posterior adición a los otros componentes.

Por último, el ejercicio cuantifica el riesgo de tasas de interés como la suma simple de la pérdida por valoración de los activos del libro de negociación y el refinanciamiento de los activos y pasivos del libro de banca ante un incremento de tasas (ver Anexo 7.2 para detalles de la agregación de riesgos de tasas). No se consideran potenciales feedbacks con otros riesgos ni exposiciones, efectos conjuntos de los shocks, ni externalidades. En este sentido, por ejemplo, para el caso del riesgo de refinanciamiento, se obvian los efectos del shock de tasas en el riesgo de crédito, y como consecuencia se supone que no hay una disminución de los ingresos producto de la baja en actividad crediticia o aumento de los incobrables.

Riesgo de Tipo de Cambio

El riesgo de moneda extranjera se define, en nuestro caso, como la pérdida potencial ocasionada por una depreciación del tipo de cambio.¹⁹ Si existen descalces entonces un shock de tipo de cambio

¹⁹Si la depreciación beneficia a alguna institución, estas ganancias se acotan.

puede generar pérdidas o ganancias, lo que depende de la magnitud del shock y de la exposición neta en moneda extranjera. Así, para el ejercicio del BCCh, el riesgo de moneda consiste en calcular la pérdida que genera una depreciación de 20 % con la exposición en moneda extranjera del balance de cada uno de los bancos.²⁰

Con todo, el riesgo de mercado consiste en sumar las pérdidas generadas por alzas en las tasas de interés, y por una depreciación cambiaria. Cabe destacar que esta metodología podría beneficiar la medición de los bancos que posean una posición activa en moneda extranjera. Es por ello, que para mantener el espíritu del ejercicio, se limitan las posibles ganancias (se utiliza un valor arbitrario de 0,3pp de capital básico). Además, en la actualidad se está avanzando en el desarrollo e implementación de metodologías que consideren la mayor exposición y vulnerabilidad de los bancos frente a escenarios diversos de tipo de cambio.²¹

3.2. Riesgo de Crédito

La preservación de la estabilidad del sistema financiero requiere que las instituciones mantengan niveles suficientes de provisiones y capital para afrontar potenciales pérdidas asociadas, en particular, debido a eventos de no pago en los créditos que extiende. En lo que incumbe al BCCh, se estudian impagos gatillados por cambios en las variables macroeconómicas que afectan al sistema bancario de forma agregada.

La normativa vigente indica que todo castigo que efectúe un banco debe hacerse en contra de provisiones. Además, existen reglas de aprovisionamiento que se vinculan a la evolución de la calidad de los distintos créditos. Dado lo anterior, ante un escenario económico debilitado, las instituciones debieran aumentar sus provisiones para enfrentar el potencial deterioro en la calidad de sus carteras. Bajo esta lógica, se utiliza el gasto en provisiones como indicador de pérdidas por riesgo de crédito, puesto que su aumento conlleva a una disminución de la utilidad del periodo (Matus (2015)). A continuación se muestra cómo se realiza la aplicación de las pruebas de tensión para el riesgo de crédito.

Aplicación

Como se ha indicado, el riesgo de crédito es capturado por el mayor gasto en provisiones que una institución debe incurrir en relación al deterioro efectivo o esperado de la cartera de créditos. Cabe mencionar que la relación entre gasto en provisiones (o deterioro de la cartera) y las variables macroeconómicas es dinámica y una de las metodologías apropiadas (Jobst et al.(2013)) para modelar el vínculo macro-financiero es un modelo VAR²² a partir de datos históricos. El VAR es básicamente un grupo de ecuaciones que se modelan en forma conjunta. En particular, para el ejercicio de tensión, se utiliza un sistema de ecuaciones dinámico cuya configuración se basa en el trabajo de Alfaro y Sagner (2011), con algunas diferencias. En particular, se refina y verifica la razonabilidad teórica de las relaciones con un esquema similar al de Goodhart et al.(2006), donde los impagos dependen de factores macroeconómicos agregados (ver Anexo 7.3). Por otro lado, el modelo presentado en este

²⁰También obtenida desde un archivo normativo SBIF (C41).

²¹En los riesgos de moneda y de valoración, se utiliza un límite de 0,3pp de capital básico para las potenciales ganancias debido al shock administrado. Sin embargo, para el riesgo de reprecio se utiliza dicho límite para cada una de las ventanas donde se producen descalces.

²²VAR: Vector Auto-Regressive.

trabajo responde al trabajo continuo de revisión estadística en cada aplicación del ejercicio, donde se verifican las relaciones temporales entre las variables y su significancia. El sistema de ecuaciones del ejercicio se divide en dos componentes o módulos: i) macro-económica y ii) bancaria (o financiera).

Para el caso de la componente financiera, las variables (endógenas) utilizadas por el modelo son: colocaciones, gasto en provisiones y castigos. Así, para capturar la heterogeneidad en el sistema bancario, se consideran tres tipos de crédito (i.e. comercial, consumo y vivienda), y a partir de los cuales se definen dinámicas diferenciadas según cada segmento. En el caso de la componente macro, se incluye un set de variables (exógenas): actividad, tasa de desempleo, tasas de interés para distintos plazos, precios de vivienda y loan to value.²³

Una vez configurado el sistema de ecuaciones del VAR y estimados los coeficientes con la muestra de datos disponible, se aplican shocks correspondientes al escenario de tensión en actividad y tasas de interés y se proyectan las variables financieras de los bancos. Finalmente, los resultados reportan el mayor gasto en provisiones (Loan Loss Provisions, o LLP) necesario para cubrir las potenciales pérdidas proyectadas en un horizonte de 2 años (ver figura (6)). Esta medida se utiliza por dos razones principales. Es la serie que posee la mayor disponibilidad de datos, separados por cartera de créditos. Por otro lado, y quizás más relevante, - tal como propone Fernandez et al. (2011) - el gasto en provisiones debiera recoger o reconocer la dinámica de pérdidas esperadas de la cartera de créditos.²⁴

Modelamiento Econométrico

En esta sección se describe con detalle la especificación econométrica de cada componente del VAR estimado para riesgo de crédito. Específicamente, las variables utilizadas son: 1) Tasa de Corto Plazo (STIR) como medida del costos de financiamiento de la banca comercial; 2) Tasa de Mediano Plazo (MTIR) que representa la tasa de interés de los créditos de consumo; 3) Tasa de Largo Plazo (LTIR) que aproxima la tasa de interés del sector hipotecario; 4) Tasa de Desempleo; 5) Actividad Económica medida por el cambio anualizado del IMACEC.²⁵ Como ya se ha mencionado, a diferencia de versiones anteriores del modelo, en ésta se han refinado algunas especificaciones, principalmente en el sector hipotecario. Para esto se incluyen 6) Índice de Precios de la Vivienda (IPV) y 7) Ratio de Colocaciones a Precio de Vivienda (LTV: Loan To Value corriente), las cuales explican el incumplimiento en el mercado hipotecario.

En cada IEF el modelo de riesgo de crédito es calibrado con datos en frecuencia mensual desde 1997 hasta la fecha más reciente.²⁶ El efecto sobre bancos individuales es obtenido ajustando el gasto

²³El Loan to Value consiste en la razón entre el crédito hipotecario y el precio de la vivienda. Para nuestro caso particular, se construye de manera agregada para el sistema.

²⁴Existen múltiples metodologías y/o indicadores para aproximar el riesgo de crédito, por ejemplo Nkusu (2011) utiliza Non-performing loans (NPL o mora mayor a 90 días), otros proponen utilizar write-off rates (o castigos), tal como Alegría et.al. (2014), para la cartera de consumo. Otras técnicas requieren calcular una distribución de pérdidas para las carteras, ante escenarios adversos. Para ello, se necesitaría obtener información de cada crédito de los portafolios de los bancos. Sin embargo, el nivel de detalle de la información que posee el BCCh en la actualidad impide un análisis de este tipo y el enfoque factible es de series de tiempo, con datos agregados a nivel de cartera, como el que se utiliza en la actualidad.

²⁵Índice Mensual de Actividad Económica. Esta variable se utiliza como proxy del Producto Interno Bruto (PIB), por poseer una mayor frecuencia (mensual). Cabe mencionar que el shock calibrado para esta variable es equivalente al utilizado para el PIB.

²⁶Se utiliza esta fecha de partida debido a la disponibilidad de series de tiempo de gastos en provisiones separados por cartera de créditos.

en provisiones y los préstamos totales de cada banco con las tasas de crecimiento estresadas estimadas para el sistema. Dado que las estimaciones se encuentran separadas por tipo de cartera (comercial, vivienda, y consumo), el efecto final sobre un banco particular depende tanto de su composición inicial²⁷ como de la dinámica estimada para el sistema en cada segmento.

VAR: Módulo Macro

La tabla (4) muestra las ecuaciones del sistema configurado para la interacción de las variables macroeconómicas, donde las columnas muestran las variables LHS (o dependientes). Se puede destacar que la variable principal de actividad es el IMACEC, donde se anclan las dinámicas del resto del sistema. En particular, el desempleo contiene una dinámica relacionada con la actividad y con sus propios rezagos. Por otro lado, las columnas de tasas de interés y tipo de cambio muestran relaciones que dependen de los propios rezagos de las series. Por último, el índice agregado de precios de la vivienda (IPV), depende de la actividad y su propia historia, mientras que el LTV se ancla sobre la respuesta del IPV que depende de la dinámica de la actividad.

Tabla 4: Especificación Macroeconómica

	$\Delta\%IMACEC$ (A)	STIR	MTIR	LTIR - STIR	Desempleo	$\Delta\%(TCO/UF)$ (M)	$\Delta\%IPV$ (M)	$\Delta\%LTV$ (A)
$\Delta\%IMACEC$ (A)	X				X			
$\Delta\%IMACEC$ (M)							X	
STIR		X						
MTIR	X		X					
LTIR - STIR				X				
Desempleo					X			
$\Delta\%(TCO/UF)$ (M)						X		
$\Delta\%IPV$ (A)								X
$\Delta\%IPV$ (M)							X	
$\Delta\%LTV$ (A)								X

A: Anual

M: Mensual

Fuente: Banco Central de Chile.

VAR: Módulo Financiero

La componente financiera cuenta con ecuaciones que describen la dinámica asociada a las variables de: i) colocaciones (variación porcentual mensual), ii) castigos (flujo como porcentaje de las colocaciones rezagadas) y iii) gasto en provisiones (flujo menos castigos como porcentaje de las colocaciones rezagadas) para las carteras analizadas a nivel de sistema, las que se estiman de forma simultánea.²⁸ En el ejercicio, se utilizan variables transformadas con el objetivo de asegurar que sean estacionarias y para evitar excesivas volatilidades que impacten en la significancia estadística de los resultados.²⁹

La tabla (5) muestra que en el modelo, el gasto en provisiones - tanto comerciales, como de consumo y vivienda - depende de las tasas de interés de corto, mediano y largo plazo, respectivamente. Esto último debido a los plazos de las operaciones en cada segmento bancario. Además, existe una

²⁷Para evitar una excesiva dependencia a datos que son potencialmente variables, se promedian los últimos 12 meses de las variables financieras de cada banco.

²⁸Sin embargo, a fines de hacer más simple la exposición, la descripción de la dinámica de cada una de las variables se muestra por separado.

²⁹Para más detalles sobre la definición y supuestos asociados a las variables financieras ver Alfaro y Sagner (2011).

estrecha relación de las carteras con la actividad económica y la tasa de desempleo. Por otro lado, la dinámica del gasto en provisiones también viene determinada por su propia historia que es capturada por rezagos de cada serie.

Además de las dinámicas generales observadas para las carteras en lo relativo al riesgo de crédito (gasto en provisiones), la versión actualizada del modelo contiene algunas modificaciones relevantes para la cartera de vivienda. En términos de cálculo e impacto en riesgos el modelo es equivalente al que se ha utilizado históricamente. No obstante, un análisis más detallado de la cartera hipotecaria (ver recuadro) ha permitido encontrar mejores determinantes desde el punto de vista empírico y de razonabilidad económica. Con ello se ha logrado aumentar la significancia estadística, al reemplazar variables dummy temporales, por dinámicas asociadas al precio de vivienda (IPV) y a la razón deuda-garantía (LTV)³⁰, tal como lo muestra la tabla (5).

Tabla 5: Especificación para las provisiones (gasto en provisiones neto de castigos)

	Comercial	Consumo	Vivienda
Comercial	X		
Consumo		X	
Vivienda			X
Δ %Colocaciones (M)	X	X	X
Δ %IMACEC (A)	X	X	X
STIR	X		
MTIR		X	
Δ %Desempleo (M)		X	
Δ %IPV (A)			X
Ln(LTV)			X
Δ %(TCO/UF) (A)	X		

A: Anual

M: Mensual

Corresponde al cociente entre la diferencia del gasto en provisiones y los castigos con respecto a las colocaciones con respecto al mes anterior.

Fuente: Banco Central de Chile.

³⁰Para el caso de la estimación del VAR, el LTV se aproxima al valor corriente para el sistema y se calcula como la razón del índice del stock créditos hipotecarios promedio por operación y el IPV (esto supone que las casas valoradas son de similares características en el tiempo). En el caso de las estimaciones reportadas en cada IEF, se utiliza como fuente el dato del Índice Real de Precios de la Vivienda del sector oriente de Santiago, elaborado por la Cámara Chilena de la Construcción, por tener una mayor cobertura temporal. Sin embargo, nuestras estimaciones indican que la utilización del IPV desde otras fuentes arroja resultados similares. En particular, se ha probado con el índice desarrollado trimestralmente por el Banco Central, que se difunde semestralmente en el marco de la publicación del Informe de Estabilidad Financiera. Su construcción se basa la medición de variaciones de precios de diferentes tipos de viviendas, separando la muestra en grupos de acuerdo a zonas geográficas (Norte, Centro, Sur, RM-oriente, RM-poniente, RM-centro y RM-sur) y tipo de propiedad (i.e. casas y departamentos). Una caída abrupta en el IPV afecta las decisiones de consumo y pago de los hogares, y además aumenta el riesgo de la cartera de créditos de los oferentes de crédito, dado que la vivienda representa un respaldo para los créditos hipotecarios (Banco Central de Chile (2014)).

Recuadro: Incumplimiento en el mercado hipotecario chileno

Los créditos hipotecarios utilizados para el financiamiento de la vivienda tienen la característica de requerir como garantía la misma vivienda a financiar, denominada colateral. En general, el incumplimiento de estos compromisos es explicado en gran parte por la relación entre los montos del colateral y el monto adeudado: si el colateral no alcanza para cubrir el monto adeudado (i.e. capital negativo), existirían incentivos para el *default*. No obstante, éstos estarían en parte mitigados para el caso chileno, ya que existe una regulación de tipo *full recourse* que obliga a la extinción completa de la deuda, incluso con recursos propios. Además, entre otras disposiciones, imprime costos no-pecuniarios (reputacionales) sobre aquellos créditos en situación de incumplimiento, reflejados principalmente en la prosecución legal, pero además en la inclusión del deudor en las listas de impagos del mercado (e.g. DICOM) y en la imposibilidad de optar a nuevas alternativas de crédito, entre otras sanciones (Avanzini et. al 2015).

Avanzini et. al (2015), a partir de un modelo de equilibrio basado en la formulación de Geanakoplos y Zame (2014) - aplicado al caso chileno - establecen que dentro de los determinantes del riesgo de no pago (o default) existen variables sistémicas de la economía e idiosincráticas del hogar representativo.

Dentro de los factores idiosincráticos están los montos adeudados en créditos de consumo e hipotecarios, la venta y consumo de commodities y el consumo (expresado en el gasto realizado) de vivienda. Mientras que dentro de los determinantes sistémicos están las tasas de interés hipotecarias (de largo plazo), las tasas de los préstamos de corto plazo, los precios de los commodities, los precios de las viviendas (IPV) y el Loan To Value (LTV). Todas estas variables, definidas para cada crédito hipotecario, son obtenidas (bajo un enfoque micro) a partir de la Encuesta Financiera de Hogares del BCCh y de datos de la SBIF.

Para efectos del modelamiento propuesto por esta nota técnica, y dado que lo que se requiere es analizar la dinámica del sistema bancario, se consideran como determinantes del riesgo hipotecario el LTV y el IPV agregados. El LTV de *originación* corresponde a la razón entre el monto inicial adeudado y el valor de la propiedad a financiar. Este se utiliza generalmente por la banca como una medida de riesgo, puesto que, un mayor LTV evidencia una menor capacidad de pago ante un mayor apalancamiento del deudor. Sin embargo, cabe destacar que Avanzini et. al (2015) y Elul (2010) recomiendan el empleo del LTV *corriente*, correspondiente a la razón entre el monto pendiente adeudado y el valor de la vivienda (anclado en el año 2000 como base), puesto que refleja mejor el grado de apalancamiento efectivo de los hogares y es consistente a lo evidenciado por la literatura respecto de que un mayor monto adeudado impacta positivamente en la decisión de default. En consecuencia, la estimación incorporada en el modelo de gasto en provisiones de la cartera de vivienda utiliza un índice que aproxima el LTV *corriente* agregado del segmento.

Por otro lado, la tabla (6) muestra que los castigos de cada cartera son modelados como dependientes de su propio rezago, la actividad y el desempleo. En particular, los castigos en las carteras hipotecaria y consumo dependen de la actividad más reciente. Asimismo, se puede notar que los efectos del desempleo operan con un mayor rezago para la banca de consumo. Esto a diferencia de la actividad que - tal como en la cartera comercial - es modelada con un efecto contemporáneo.

Tabla 6: Especificación para los castigos

	Comercial	Consumo	Vivienda
Comercial	X		X
Consumo		X	
Vivienda			
$\Delta\%IMACEC$ (A)	X	X	
Desempleo	X	X	X

A: Anual

M: Mensual

Corresponde al cociente entre los castigos y las colocaciones con respecto al mes anterior.

Fuente: Banco Central de Chile.

La tabla (7) muestra que la definición del sistema considera que las colocaciones dependen de su propio rezago y de variables macroeconómicas. Además, tanto para la cartera comercial como la de consumo, se observa una relación con el gasto en provisiones de su segmento. Respecto del segmento hipotecario, el desempleo reciente y cambios en los precios de la vivienda son modelados como determinantes de las colocaciones. En ellos se resumen los efectos de demanda de créditos por cambios en el poder adquisitivo y en el valor de las propiedades.

Tabla 7: Especificación para las colocaciones (variación porcentual mensual)

	Comercial	Consumo	Vivienda
Comercial	X		
Consumo		X	
Vivienda			X
(Prov - Castigos)/Colocaciones(-1)	X	X	X
$\Delta\%IMACEC$ (A)		X	X
$\Delta\%IMACEC$ (M)	X		
STIR	X		
MTIR		X	
LTIR			X
$\Delta\%IPV$ (M)			X
$\Delta\%(TCO/UF)$ (A)	X		

A: Anual

M: Mensual

Corresponde al crecimiento mensual de las colocaciones.

Fuente: Banco Central de Chile.

Cómputo de pérdidas por riesgo de crédito

Con el modelo descrito y bajo los supuestos mencionados, se obtiene la dinámica de la pérdida esperada por riesgo de crédito en la que incurrirá el sistema bajo los escenarios descritos en las secciones previas. La figura (7) muestra las trayectorias estimadas en los escenarios base y de estrés para el gasto en provisiones y colocaciones, respectivamente. Se observa que en el escenario de estrés determina un aumento en el gasto de provisiones (línea roja), lo cual se explica por la expectativa de una disminución en la capacidad de pago debido a un deterioro en la economía. Notar que a lo largo de la zona creciente del shock (i.e. *peak* negativo de actividad) hay un mayor gasto en provisiones, el cual impacta en la evaluación de los indicadores de rentabilidad y solvencia bancaria. Asimismo, se observa una disminución en las colocaciones (línea roja) producto de una baja en la actividad. Con todo, el riesgo de crédito corresponderá al gasto en provisiones acumulado durante los dos años en que se evalúa el ejercicio.

3.3. Margen Operacional

Para completar la estimación de impactos del ejercicio, es necesario proyectar el margen operacional. En ausencia de quiebras o resoluciones de bancos, estos siguen operando y su dinámica debiera aproximarse al propio comportamiento histórico. Usando este supuesto, la expresión en (3) representa el comportamiento esperado del margen operacional en relación a las colocaciones, donde $\Delta ROP_{i,t}$ es el resultado operacional del mes t , para el banco i , y $Col_{i,j,t}$ es el monto de las colocaciones de cada banco i en la cartera $j (\in \{1, 2, 3\})$. Este cálculo se realiza con series mensuales desde 1999, obteniéndose los distintos coeficientes $\beta_{1,i,j}$ y constantes $\beta_{0,i,j}$.³¹

$$\Delta ROP_{i,t} = \beta_{0,i,j} + \beta_{1,i,j} Col_{i,j,t} + \epsilon_{i,j,t} \quad (3)$$

Al promediar los coeficientes de las carteras (se consideran sólo en caso que sean positivos) se obtiene la sensibilidad del resultado operacional respecto de las colocaciones para cada banco. Para completar la dinámica de la rentabilidad individual, además se utiliza el margen inicial del mes ancla y el crecimiento de las colocaciones obtenido por el modelo en el escenario de tensión. Con todo, el margen proyectado (*Margen^P*) para cada banco queda determinado por la sensibilidad obtenida, ponderada por la evolución de las colocaciones estresadas.

4. Evaluación de la Rentabilidad y Solvencia Bancaria - Resultados

La rentabilidad y solvencia de las instituciones bancarias se evalúan a partir del impacto que generan las pérdidas asociadas a cada riesgo sobre la rentabilidad (ROE) y el índice de adecuación de capital (IAC). Las utilidades permiten absorber las pérdidas generadas en los escenarios de riesgo, por lo que si éstas últimas son mayores que las primeras, el banco tendrá que hacerles frente con capital

³¹Se evita incluir los coeficientes de las tres carteras de foma simultánea en las regresiones de cada banco para evitar pérdida de grados de libertad, y la posible multicolinealidad que se generaría en tal caso.

propio. Estos resultados son capturados por el ROE y por el IAC, ambos ajustados por el riesgo total calculado en el escenario de tensión.

En este punto es relevante destacar el supuesto de trabajo que permite la adición de los distintos riesgos calculados en el ejercicio de tensión, reconociendo sus potenciales problemas.³² En el caso de los riesgos de mercado, se supone que los shocks aplicados afectan de forma instantánea al banco en el mes donde se ancla el ejercicio. Sin embargo, éstas se devengan dentro del horizonte de 2 años. Asimismo, aún cuando el plazo de devengo es el mismo de los otros riesgos, es importante reiterar que en caso de reprecio, se contabilizan las posiciones abiertas de refinanciamiento hasta el plazo de 1 año.

Para el caso de la rentabilidad en el escenario de tensión, como lo muestra la expresión en (4), ésta se calcula como el resultado anualizado después de impuestos, donden se sustraen los riesgos estimados en el escenario de tensión³³ y se suma el margen proyectado en dicho escenario. Ello supone que exceptuando los riesgos y mayores gastos asociados, se mantiene la capacidad generación de utilidades sobre la base de las colocaciones generadas. A pesar de que los bancos están sujetos a un shock severo, es difícil que el sistema contraiga sus colocaciones. Es por ello que no es poco común que los bancos presenten márgenes positivos por este concepto, en el escenario de tensión. Finalmente, la suma se divide por el capital básico con el objeto de tener una medida comparable entre bancos.

$$ROE_t^* = \frac{\text{Resultado inicial} - \text{Riesgos}^e + \text{Margen}^p}{\text{Capital básico}} \quad (4)$$

El índice de adecuación de capital (IAC) en el escenario de tensión es calculado como un ratio estresado. Como se muestra en (5), en el numerador aparece el patrimonio efectivo tensionado, que en caso de pérdidas se obtiene como el patrimonio efectivo del mes ancla del ejercicio adicionando el margen y sustrayendo los riesgos.³⁴ Por otro lado, en el denominador se encuentra el nivel de activos ponderados por riesgo que incluye el flujo de crédito generado, en caso que sea positivo. Asimismo, el ponderador asociado a los nuevos créditos se fija en 100 %.

$$IAC_t^* = \frac{\text{Patrimonio efectivo} - \text{Riesgos}^e + \text{Margen}^p}{\text{Activos ponderados por riesgo} + \Delta \text{Crédito}^+} \quad (5)$$

En cada IEF se publican los resultados agregados a nivel de sistema y se entregan algunas características de la distribución de probabilidades (i.e. percentiles 25-75, media y mediana). Así, la figura (8) muestra los resultados reportados en el último informe, donde se comparan los ejercicios del primer y segundo semestre de 2016. Se puede observar que la situación inicial tanto en rentabilidad como en capitalización es menos favorable para la medición más reciente. Ello determina que con un similar

³²Es clara la relevancia del supuesto de agregación de riesgos que se utiliza para contabilizar la vulnerabilidad total del sistema bancario. Hartmann (2010) señala las potenciales consecuencias de sumar las componentes sin considerar las interacciones. Dado que no se consideran efectos conjuntos de amplificación ni diversificación, es posible que exista una sobre o sub estimación de riesgos. Sin embargo, no resuelve el problema planteado, dejándolo como un desafío pendiente.

³³El concepto de $Riesgos^e$, en este contexto, se refiere al monto monetario de la suma algebraica de las pérdidas por riesgo de crédito y mercado estimadas en el escenario de tensión.

³⁴Con el objeto de obtener un indicador más ácido para la adecuación de capital, en la eventualidad que el ROE estresado sea negativo en el escenario de tensión, se supone que la rentabilidad - exceptuando riesgos y margen - es nula en el período evaluado. Alternativamente, en caso que las utilidades generadas dentro del período de tensión fueran mayores que los riesgos computados, se adiciona el 30 % de esta cantidad, por concepto de retención de utilidades. Recordar que el patrimonio efectivo del mes ancla contiene las utilidades retenidas hasta ese momento.

impacto del escenario de tensión, se obtengan resultados más ajustados. Además, se destaca una mayor dispersión de los resultados del ejercicio, especialmente en solvencia.

4.1. Información Complementaria

En el análisis interno del BCCCh, las pruebas de tensión se complementan con indicadores adicionales que permiten una mejor interpretación de sus resultados. Con la metodología utilizada actualmente, el riesgo de crédito es cuantificado a través del gasto en provisiones. Sin embargo, por la naturaleza de esta variable, es difícil discernir si un banco aumenta sus provisiones (riesgo de crédito) debido a que sus créditos se han vuelto más riesgosos (o se espera que esto ocurra en el futuro), o por un comportamiento más precautorio. Para enfrentar este problema se ha desarrollado una batería de ratios que describen la situación de riesgo de crédito de un banco con toda la información disponible, además del gasto en provisiones. En particular, es importante considerar el stock de provisiones y la cartera morosa. En este sentido, para una correcta estimación de la distribución de resultados del ejercicio a través de instituciones, y manteniendo el objetivo del análisis agregado del sistema, se revisan los ratios de cada banco, a modo de identificar posibles distorsiones causadas por estimaciones para entidades particulares.

Ratios de Cobertura

Como se ha mencionado, es necesario investigar las razones detrás del aumento de riesgo en el escenario de tensión. Por otro lado, el gasto en provisiones podría incrementarse por un comportamiento precautorio. Esto se refiere a que un banco puede disminuir o mantener su oferta de crédito y aumentar su gasto en provisiones previendo un escenario macro más deteriorado que mermaría la capacidad de pago de los clientes del banco.

Para intentar discriminar entre estos casos, tal como lo detalla la figura (9) se cuenta con una serie de indicadores que permitirán configurar el flujo y stock de cobertura: 1. Índice de deterioro, 2. Índice de provisiones, 3. Flujo de cobertura, 4. Stock de morosidad, 5 Stock de provisiones, 6. Stock de cobertura.

1. El índice de deterioro (flujo): Este ratio mide cómo la cartera de crédito de cada una de las instituciones podría ir empeorando sus condiciones de pago. Para esto se calcula (en cada mes t) el flujo de mora (FM_t), es decir, cuantos créditos están entrando en morosidad (mayor a 90 días, ΔM_t) más los castigos que no pasaron por cartera vencida (CAS_{Ot}). Todo esto como proporción de las colocaciones (rezagadas en n periodos). Es importante notar que cada una de estas estadísticas se computa para las carteras de crédito comercial, de consumo e hipotecario.

$$IDET_t = \frac{FM_t + CAS_{Ot}}{COL_{t-n}} = \frac{\Delta M_t + CAS_{TOTt}}{COL_{t-n}} \quad (6)$$

2. Índice de provisiones (flujo): este índice considera el cambio en el stock de provisiones más los castigos sobre el total de colocaciones. Cabe notar que los flujos del numerador equivalen al gasto en provisiones del período.

$$IPROV_t = \frac{\Delta PRV_t + CAS_{TOT_t}}{COL_{t-n}} = \frac{GPR_t}{COL_{t-n}} \quad (7)$$

En base a estos indicadores podemos construir el flujo de cobertura.

3. Flujo de cobertura: $FCOB_t = IPROV_t / IDET_t$. Donde $IPROV_t$ es el índice de provisiones en el período t e $IDET_t$ índice de deterioro en el período t . Este índice muestra la relación entre el deterioro y la constitución de provisiones en un mismo período.
4. Stock de Mora: o M_t , corresponde al crédito que tiene una morosidad superior a tres meses. En esta medida se considera en status de cartera vencida la totalidad del crédito (no sólo la cuota).
5. Stock de provisiones: Total del stock de provisiones que mantiene el banco en su balance. Finalmente, en base a estos indicadores podemos construir el stock de cobertura.
6. Stock de cobertura: $SCOB_t = M_t / PRV_t$. Donde PRV_t corresponde al stock de provisiones en el período t y M_t es el stock de morosidad en el período t .

Análisis

La interpretación de estos indicadores permite discriminar entre el comportamiento que tiene cada uno de los bancos. Es decir, si cada banco actúa de manera precautoria o asume riesgos que no están siendo cubiertos.

La tabla (8) resume los distintos casos hipotéticos que pueden presentarse para cada uno de los indicadores. $SCOB$ mayor o menor que 1 indica si el banco tiene o no suficiente cobertura en términos de stock. $FCOB$, en tanto, indica si, en el margen, la situación descrita por el $SCOB$ está en vías de mejora o no. Se espera de $FCOB$ que esté sobre 1, es decir, que al menos se aprovisione un monto equivalente a la cartera que se está deteriorando. Sin embargo, si esto es así por un largo período de tiempo, el stock de provisiones podría ser excesivo. De este modo, para evaluar cuán apropiado es el nivel observado de $FCOB$, es necesario hacerlo junto con el stock de cobertura.

Es posible que los indicadores de cobertura presenten algunas particularidades debido a que no toman en cuenta de manera explícita la presencia de garantías en las operaciones de crédito. En especial, la cartera de créditos para la vivienda presentaría una interpretación menos precisa. En cualquier caso, es más apropiado el uso de los ratios de cobertura para las carteras de consumo y comercial. Primero, porque en el caso de los créditos de consumo la velocidad de castigos es mayor, con lo que las series reflejarían de buena forma el comportamiento reciente. Y segundo, porque a partir de análisis internos realizados en base a la cartera de clasificación individual de la cartera comercial, se ha estimado que el porcentaje de garantías asociadas a los créditos no difiere de manera significativa entre bancos. Así, esta evidencia sugiere que es apropiado el uso de los indicadores de cobertura propuestos para comparar las dinámicas a través del tiempo y entre instituciones.

La figura (10) muestra la evolución de los indicadores de cobertura para el sistema. El panel A muestra que el índice de provisiones ha estado por sobre el deterioro la mayor parte del tiempo. La única excepción ha sido entre diciembre del 2011 y octubre del 2012. En el último tiempo la diferencia entre

los flujos ha aumentado, lo que indica que la cobertura en términos de stocks debiera también estar en aumento. Sin embargo, es importante verificar en qué nivel está ocurriendo dicha dinámica. El panel B de la figura (10) muestra que el stock de cobertura está por sobre el valor crítico propuesto de 1, por lo que se trata de una situación de cobertura suficiente que se está fortaleciendo. Notar, sin embargo que estas cifras muestran la situación del sistema en su conjunto. La aplicación de este análisis a bancos individuales permite identificar situaciones específicas que pueden ser relevantes. Con todo, tanto el flujo, como el stock de cobertura se encuentran en niveles superiores al valor crítico propuesto (i.e. 1).

5. Comentarios Finales

Las pruebas de tensión desempeñan un papel clave en la evaluación de la fortaleza del sistema financiero ante perturbaciones potenciales de carácter macro-financiero. Los resultados presentados en este artículo muestran que, dada la baja exposición a riesgos de mercado existente en la banca local, los mayores riesgos provienen del deterioro en la calidad crediticia de los deudores. Así, y a pesar del considerable tamaño de las perturbaciones consideradas, las instituciones bancarias poseen capital suficiente para absorber las pérdidas potenciales. De cualquier manera, es importante recalcar que el carácter subjetivo de los escenarios de tensión obliga a la realización, aplicación y evaluación permanente de pruebas de tensión sobre el sector bancario.

Como se ha destacado en algunas secciones de este informe, existen aún áreas que se pueden continuar investigando. Por ejemplo, es posible afinar la estimación del margen al incluir, aparte de las colocaciones, otros elementos como determinantes, tales como tasas de interés de colocaciones. Asimismo, en términos de la desagregación de la información y análisis, es relevante avanzar en la cuantificación de vulnerabilidades de los bancos del sistema ante shocks que afecten a sectores económicos específicos de la cartera comercial. Por otro lado, se hace pertinente obtener estimaciones que integren escenarios de riesgo de crédito y mercado internamente consistentes, y que además estimen los efectos conjuntos producidos en los riesgos de crédito y mercado. En este sentido, también sería de utilidad la inclusión del riesgo de liquidez relacionado a estos eventos que gatillan vulnerabilidades simultáneas.

6. Referencias

Alfaro, R. & Sagner, A. (2011). Stress Test for Banking Sector: A Technical Note. Working Paper N 610, Banco Central de Chile.

Alfaro, R., Calvo, D. & Oda, D. (2008). Riesgo de Crédito de la Banca. Working Paper N 503, Banco Central de Chile.

Alfaro R. (2009). "La curva de rendimiento bajo Nelson Siegel". Working papers N°531, Banco Central de Chile.

Avanzini, D., Martínez, J. F. & Pérez, V. (2015). A micro-powered model of mortgage default risk: the case of Chile. Mimeo, Banco Central de Chile.

Banco Central de Chile (2009). Capítulo. III. B.2: Normas Sobre Relación de los Operaciones Activas y Pasivas De Los Bancos. En: Compendio de Normas Financieras.

Banco Central de Chile (2014). Ley Orgánica Constitucional.

Banco Central de Chile (2014). Índice de Precios de la Vivienda en Chile: Metodología y Resultados. Estudios Económicos estadísticos, N°107.

BIS (2013). "Basel III: The Liquidity Coverage Ratio and liquidity risk monitoring tools". Basel Committee on Banking Supervision, BIS.

BIS (2014). "Basel III: Monitoring Report". Basel Committee on Banking Supervision, BIS.

Cameron, C., Trivedi P. (2005). Supplement to Microeconometrics: Methods and Applications, Cambridge University Press, New York.

Elul, R. y otros (2010). What "Triggers" Mortgage Default?. American Economic Review: Papers & Proceedings 100, p. 490-494.

Fernandez, S., J. Martinez & J. Saurina (2001). Credit growth, problem loans and credit risk provisioning in Spain. BIS Papers N°1, pp 331-353.

Geanakoplos, J. & Zane, W. (2014). Collateral Equilibrium, I: A Basic Framework. Economic Theory, Volume 56, Issue 3, pp 443-492.

Gomes T. y Khan N. (2011). "Strengthening bank management of liquidity risk: The basel III liquidity standards". Bank of Canada, Financial system review, December 2011.

Goodhart, C. A. E. with Sunirand, P. and Tsomocos, D. (2006). "A model to analyse financial fragility"; Economic Theory, 27, pp. 107-142.

Hartmann, P. (2010). "Interaction of market and credit risk", Journal of Banking & Finance, Elsevier,

vol. 34(4), pages 697-702.

Jara, A., Luna, L. & Oda, D. (2007). Pruebas de Tensión de la banca en Chile. Informe de Estabilidad Financiera, segundo semestre, Banco Central de Chile.

Jara A. y Winkler N. (2005). "Riesgo de liquidez y fondeo de la banca en Chile". Informe de Estabilidad Financiera, segundo semestre. Banco Central de Chile.

Jobst A., Ong L. y Schmieder C. (2013). "A Framework for Macroprudential Bank Solvency Stress Testing: Application to S-25 and Other G-20 Country FSAPs". IMF working paper, WP/13/68.

Matus, J. M. (2015). Provisiones por Riesgo de Crédito de la Banca Nacional: Análisis de los Cambios Normativos, Período 1975-2014. Estudios Económicos Estadísticos, N110, Banco Central de Chile.

Nelson, C. y A. Siegel (1987) "Parsimonious Modeling of Yield Curve". The Journal of Business 60(4):473-489.

Nkusu, M. (2011), "Nonperforming loans and macrofinancial vulnerabilities in advanced economies", IMF Working Paper, 116.

SBIF (2008). "Estado de situación financiera". Compendio de normas contables, Capítulo C-3, SBIF.

SBIF (2007). "Sistema contable".

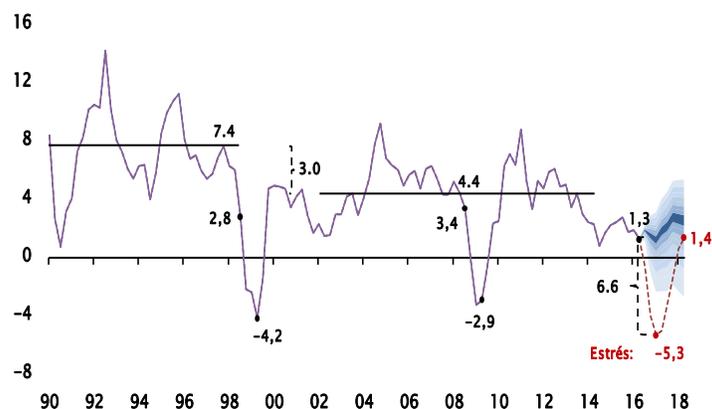
Schmieder Christian, Heiko Hesse, Benjamin Neudorfer, Claus Pühr, Stefan W. Schmitz, (2012). "Next Generation System-Wide Liquidity Stress Testing". IMF working paper, WP/12/3.

Valimaki Tuomas, (2006). "Why the marginal MRO rate exceeds the ECB policy rate?". Bank of Finland, Research Discussion Papers 200/2006.

7. Anexos

7.1. Figuras

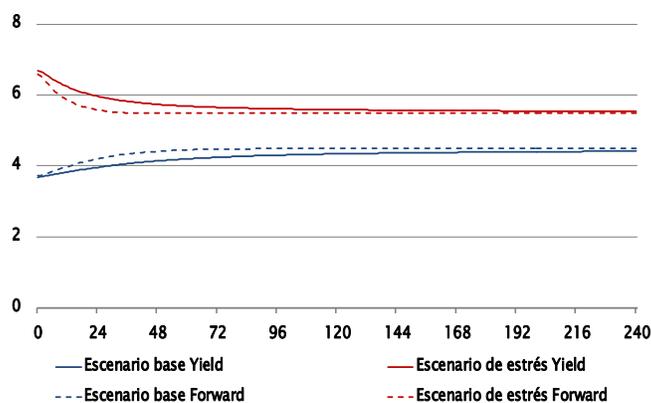
Figura 1: Evolución de la Actividad Económica y Escenario de Estrés.



(*)Crecimiento anual del PIB trimestral, porcentaje. Corresponde al escenario base del IPoM de septiembre de 2016. El gráfico muestra el intervalo de confianza de la proyección base al horizonte respectivo (zona de color). Se incluyen intervalos de 10, 30, 50, 70 y 90% de confianza en torno al escenario base.

Fuente: Banco Central de Chile.

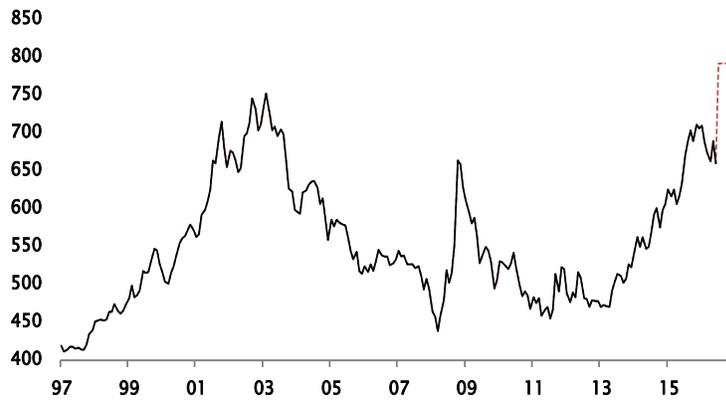
Figura 2: Curva de Rendimiento y Forward en pesos (datos mensuales; porcentaje).



(1)En el escenario base, la estimación de la estructura de tasas de interés se realiza considerando el modelo Nelson-Siegel con información a junio del 2016.

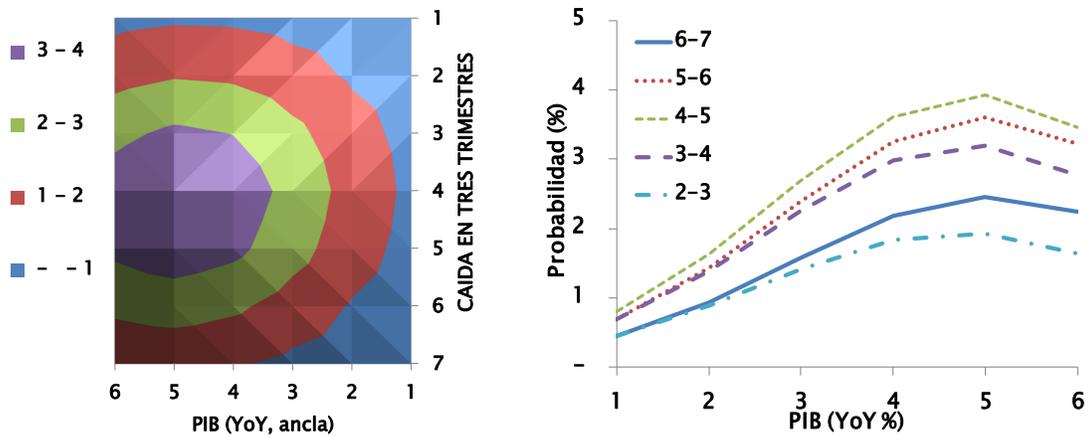
Fuente: Banco Central de Chile.

Figura 3: Tipo de Cambio Nominal (CLP/USD; datos diarios).



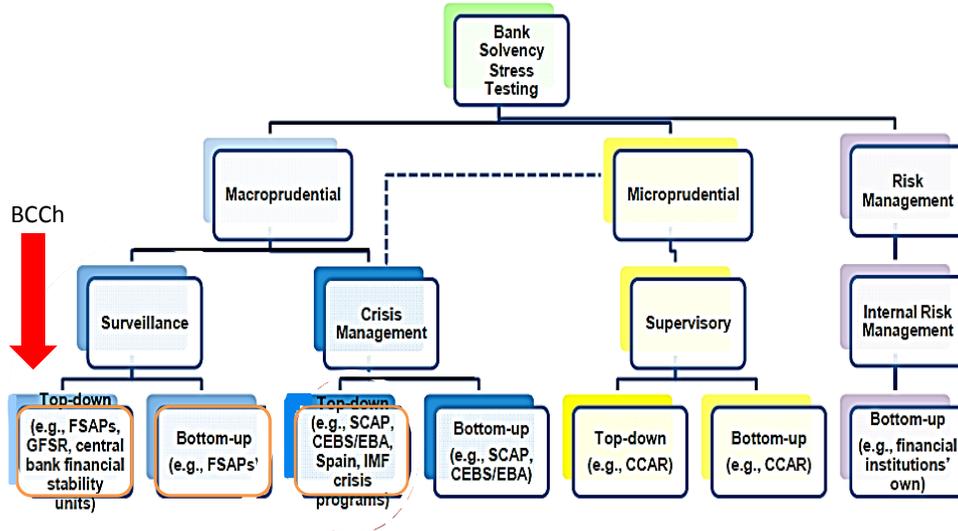
(1) La depreciación de 20% en 15 días es la máxima observada desde el 2000. La línea punteada muestra el escenario de tensión, con ancla en junio del 2016.
Fuente: Banco Central de Chile.

Figura 4: Evolución de la Actividad Económica y Escenario de Estrés (1)(2)(3)



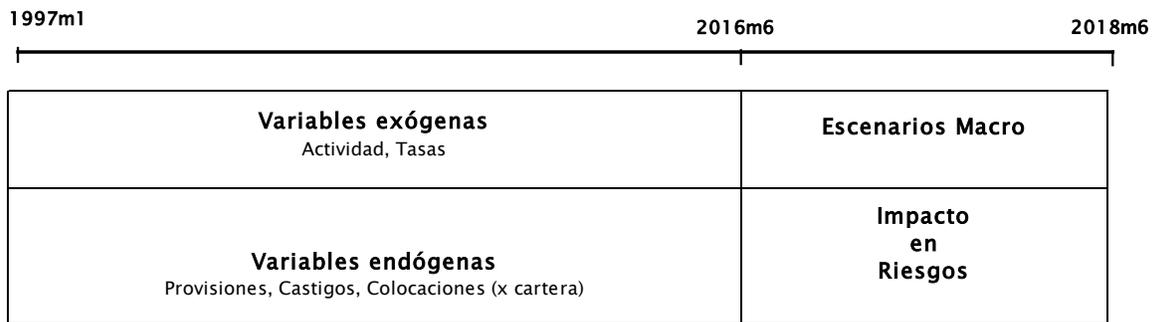
(1) Calculado con datos trimestrales desde 1961 del crecimiento real del PIB anual desestacionalizado. Actualizado a junio del 2016.
(2) Se consideran caídas en 3 trimestres de magnitud superior al 1% anual.
(3) Gráfico de la izquierda corresponde a la distribución conjunta de caídas trimestrales y crecimiento anual y, el de la derecha representa al corte asociado de probabilidad conjunta.
Fuente: Banco Central de Chile.

Figura 5: Metodología de las Pruebas de Tensión.



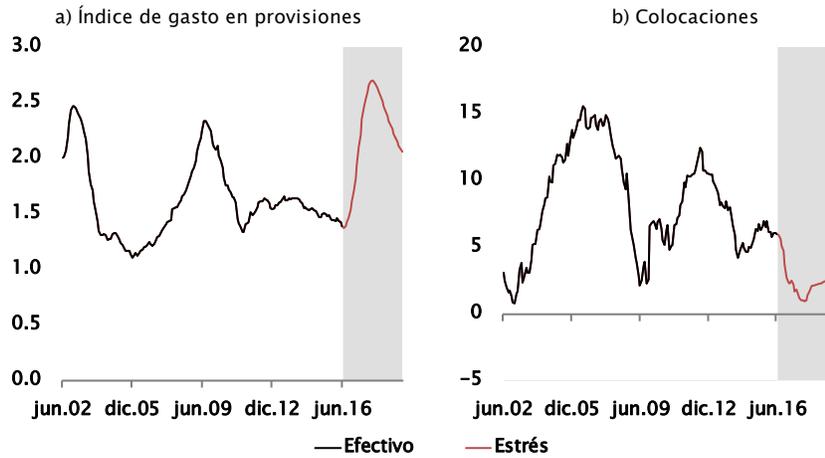
Fuente: Modificación de Jobst, Ong y Schmieder, IMF (2013).

Figura 6: Metodología Riesgo de Crédito.



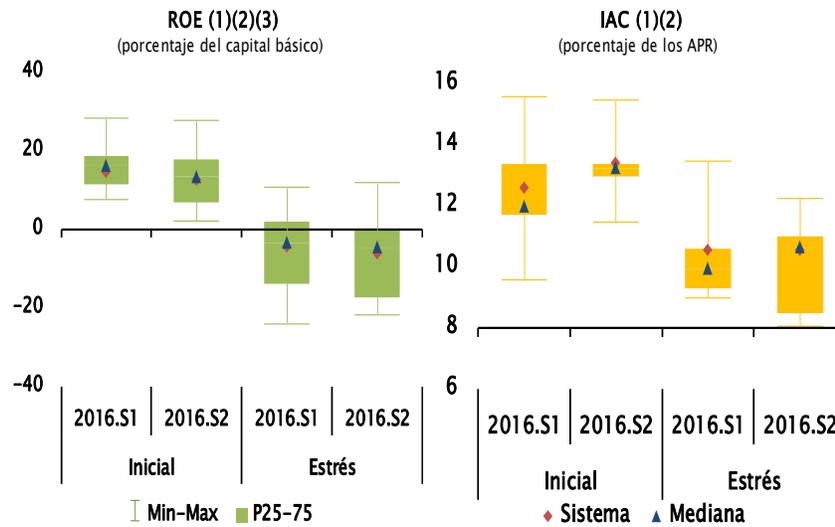
Fuente: Banco Central de Chile.

Figura 7: (a) porcentaje de las colocaciones; (b) 12 meses, porcentaje.



Fuente: Banco Central de Chile.

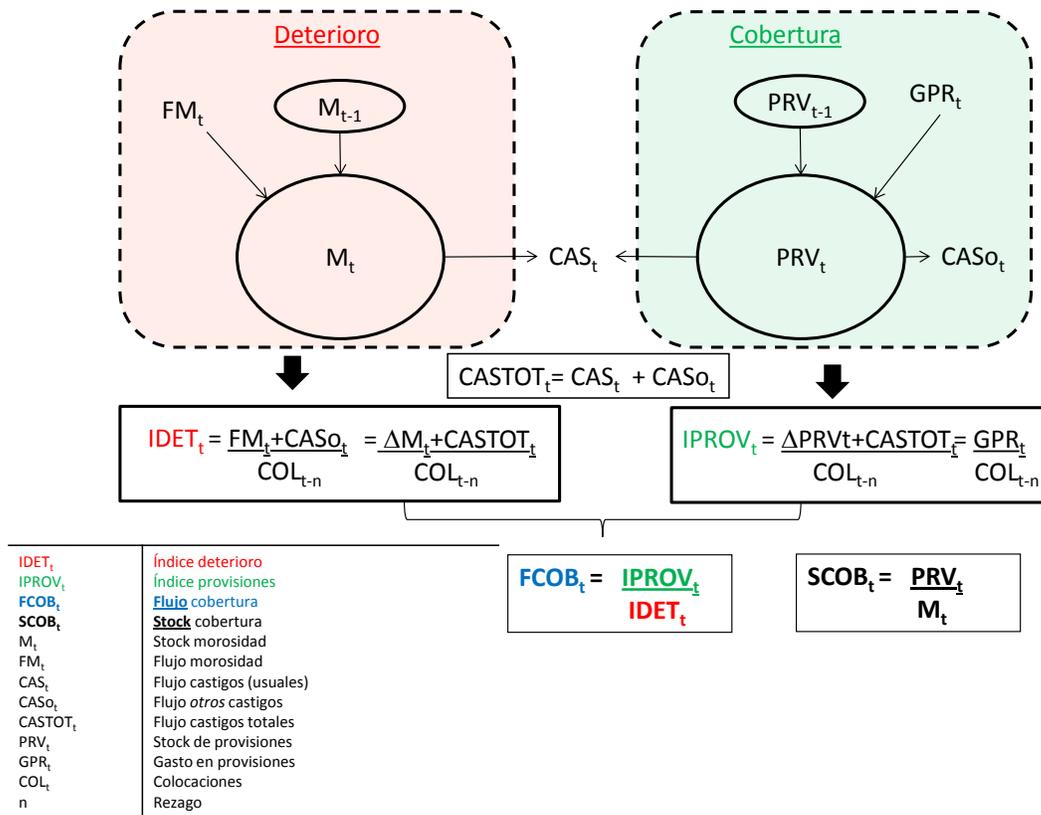
Figura 8: Impacto del escenario de tensión



(1) Las cifras están ponderadas por el capital básico de cada institución. (2) Los cálculos no consideran la banca de tesorería, comercio exterior y consumo que han salido del sistema. (3) Los mínimos, en el caso del ROE, corresponden al percentil 1.

Fuente: Banco Central de Chile.

Figura 9: Metodología de Cobertura.

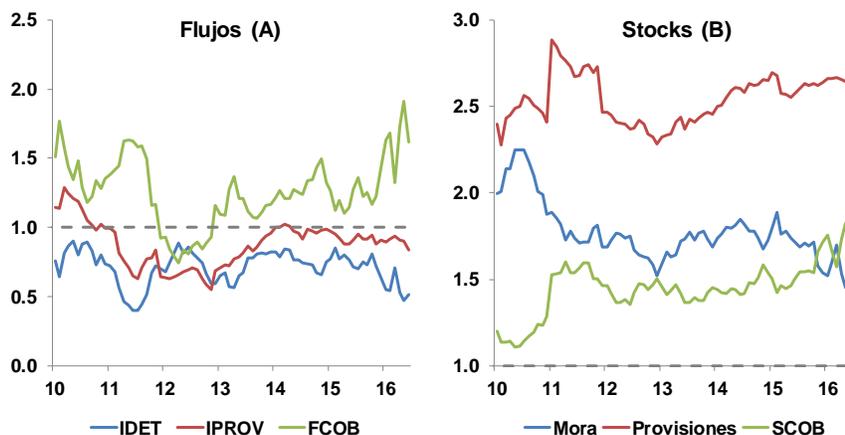


Fuente: Banco Central de Chile.

Tabla 8: Indicadores de cobertura cartera de consumo: Casos posibles.

Stock cobertura ($SCOB_t = PRV_t/M_t$)	Flujo cobertura ($FCOB_t = IPROV_t/IDE T_t$)	Evaluación de riesgo
>1	>1	Cubierto
>1	<1	Cubierto/Empeorado
<1	>1	Descubierto/Mejorando
<1	<1	Descubierto/Empeorado

Figura 10: Evolución Reciente Indicadores de Flujo (A) y Stock (B) de Cobertura (% , veces)(1).



(1)La mora y las provisiones están en porcentaje, mientras que FCOB y SCOB corresponden a veces.
Fuente: Banco Central de Chile.

7.2. Detalle de cálculo de riesgo de tasas

Valoración

La pérdida debido al riesgo de tasas de interés del libro de negociación corresponde a:

$$\text{Riesgo de Valoración}_i = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \widehat{fdv}_{m,n}^i \times (A_{m,n} - P_{m,n})$$

Donde:

- m : Moneda (entre 1 y $M=3$, Pesos, UF y Dólares).
- n : Banda temporal correspondiente (entre 1 y $N=14$, lo que cubre todos los plazos, tabla (9)).
- i : Escenario particular aplicado a la curva de rendimiento.
- $\widehat{fdv}_{m,n}^i$: Factores de sensibilidad de valoración por moneda m , banda temporal n .
Este se calcula como la diferencia de $fdv_{m,n}^i$ (expresión (1)), respecto del escenario base.
- $A_{m,n}$: Flujos asociados a activos del libro de negociación, incluyendo amortizaciones e intereses.
- $P_{m,n}$: Flujos asociados a pasivos del libro de negociación, incluyendo amortizaciones e intereses.

Tabla 9: Plazos riesgo de valoración.

n	Plazos
01	Disponible hasta 1 mes
02	1-3 meses
03	3-6 meses
04	6-9 meses
05	9 meses - 1 año
06	1-2 años
07	2-3 años
08	3-4 años
09	4-5 años
10	5-7 años
11	7-10 años
12	10-15 años
13	15-20 años
14	más de 20 años

Fuente: Manual Sistema Contable, SBIF.

Reprecio

La pérdida debido al riesgo de tasas de interés del libro de banca corresponde a:

$$\text{Riesgo de Reprecio}_i = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \sum_{w=1}^W \widehat{fdr}_{m,n,w}^i \times (I_{m,n} - E_{m,n})$$

Donde:

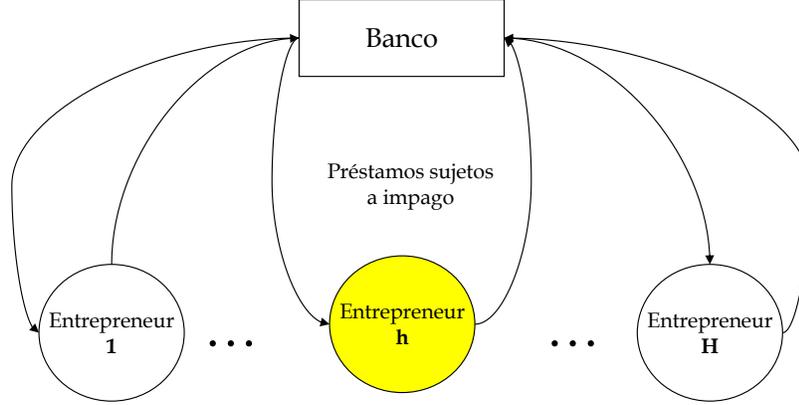
- m : Moneda (entre 1 y $M=3$, Pesos, UF y Dólares).
- n : Banda temporal correspondiente (entre 1 y $N=5$, lo que cubre plazos de refinanciamiento hasta 1 año, tabla (9)).
- i : Escenario particular aplicado a la curva *forward*.
- w : Número de veces en que se realiza el refinanciamiento de las cantidades de la ventana n dentro del año (i.e. 1, 5, 23, consistente con tabla (9)).
- $\widehat{fdr}_{m,n,w}^i$: Factores de sensibilidad de reprecio por moneda m , banda temporal n , que afecta un capital que se refinancia w veces, en el escenario i . Este se calcula como la diferencia entre $fdr_{m,n}^i$ (expresión (2)), respecto de la tasa spot en t , de la primera banda (i.e. 1 mes).
- $I_{m,n}$: Flujos asociados a ingresos por activos del libro de banca, incluyendo amortizaciones e intereses.
- $E_{m,n}$: Flujos asociados a egresos por pasivos del libro de banca, incluyendo amortizaciones e intereses.

7.3. Modelo simplificado de impago

En esta sección se presenta un modelo reducido para buscar intuición acerca de las interacciones del mercado financiero y la economía real. Con este esquema se revisan las relaciones y *timings* entre variables macro y financieras, lo que permite establecer una relación aproximada de las variables y

encontrar las ecuaciones del modelo que motivan nuestra estimación econométrica del VAR.

El modelo no considera el sector interbancario, solo analiza el problema de un deudor representativo de la economía que toma créditos de un sector bancario agregado.



Se suponen infinitos **periodos** $t \in \{0, 1, 2, \dots\}$, H **entrepreneurs** y 1 **banco representativo**. Asimismo, existe una economía de dotación, o *Endowment* (estocástico) con 1 commodity, donde los entrepreneurs optimizan su consumo y están sujetos a restricciones de *cash-in-advance*. Por otro lado, los bancos proveen el fondeo necesario y tienen expectativas racionales. Por último, el mercado de activos es incompleto. El problema se ve reflejado en la formulación siguiente.

$$\max_{\mu_t^h, b_t^h, v_t^h, q_t^h} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ U \left(\frac{b_t^h}{p_t} \right) + U(e_t^h - q_t^h) - \lambda_t^h \text{Max} [0, (1 - v_t^h) \mu_{t-1}^h] \right\} \quad (8)$$

Sujeto a las restricciones presupuestarias y de cierre de mercados que aparecen más abajo.

$$b_t^h \leq \frac{\mu_t^h}{1 + r_t} \quad (9)$$

Esto es, el dinero gastado en bienes finales debe menor o igual a los préstamos tomados desde el Banco representativo.

$$v_t^h \mu_{t-1}^h \leq p_{t-1} q_{t-1}^h \quad (10)$$

La expresión en (10) indica que el repago de créditos debe ser menor o igual que las ventas de commodities del periodo anterior. Asimismo, se deben cumplir las condiciones de borde: cierre de mercados y expectativas racionales.

$$\sum_h b_t^h = \sum_h p_t q_t^h \quad (11)$$

La expresión en (11) se refiere al cierre del mercado de commodities, donde existe un precio que iguala la demanda y oferta por bienes. Además, la ecuación en (12) indica que la tasa de interés está determinada cuando la demanda y oferta por dinero se igualan.

$$1 + r_t = \sum_h \frac{\mu_t^h}{M_t} \quad (12)$$

Por último, la expresión en (13) establece el supuesto de expectativas racionales, donde se igualan el repago esperado con el efectivo de los créditos otorgados.

$$E_t (R_{t+1}) = \begin{cases} \frac{\sum_h^H v_{t+1}^h \mu_t^h}{\sum_h^H \mu_t^h}, & \text{if } \mu_t^h > 0; \\ \text{arbitrario}, & \text{if } \mu_t^h = 0. \end{cases} \quad (13)$$

Suponiendo $U(\cdot) = \log(\cdot)$, derivamos desde las FOCs:

$$\frac{1}{e_t^h - q_t^h} \frac{1}{p_t} = \beta \mathbb{E}_t (\lambda_{t+1}) \quad (14)$$

$$\frac{1}{b_t^h (1 + r_t)} = \beta \mathbb{E}_t (\lambda_{t+1}) \quad (15)$$

Agrupando (14) y (15), se tiene:

$$\frac{1}{b_t^h (1 + r_t)} = \frac{1}{e_t^h - q_t^h} \frac{1}{p_t} \quad (16)$$

Desde las restricciones presupuestarias, tenemos además:

$$b_t^h = \frac{\mu_t^h}{1 + r_t} \quad (17)$$

$$v_t^h \mu_{t-1}^h = p_{t-1} q_{t-1}^h \quad (18)$$

Al sustituir (17) en (18), se tiene:

$$v_{t+1}^h b_t^h (1 + r_t) = p_t q_t^h \quad (19)$$

Si suponemos que las variables del modelo tienen una interpretación práctica, en el contexto de los ejercicios de tensión, es posible establecer de forma aproximada las relaciones entre variables macro-económicas y financieras. En detalle, la actividad económica (o IMACEC) se aproxima por la compra de commodities (b_t^h); el gasto en provisiones (como medida prospectiva del riesgo) es obtenido desde el default esperado $\mu_t^h (1 - v_{t+1}^h)$ (como producto de la demanda de crédito por la proporción esperada de impago); a su vez, las colocaciones y tasas de interés poseen una contraparte directa en el modelo, μ_t^h y r_t , respectivamente.

Según las FOCs, tenemos que las variables en análisis, debieran relacionarse según las ecuaciones detalladas a continuación, donde +, -, y ? representan una relación positiva, negativa o indeterminada (mediante una inspección simple de las ecuaciones), respectivamente.

- Desde (17) y (19):

$$IMACEC = f \left(TASA \text{ DE } \underset{-}{INTERÉS}, \underset{+}{COLOCACIONES}, \underset{?}{GPR} \right)$$

- Desde (15) y (19):

$$GPR = g \left(\underset{+}{IMACEC}, \underset{+}{COLOCACIONES}, \underset{+}{TASA \text{ DE } INTERES} \right)$$

- Desde (15),(17) y (18):

$$COLOCACIONES = h \left(\underset{-}{TASA \text{ DE } INTERÉS}, \underset{+}{IMACEC}, \underset{?}{GPR} \right)$$

- Desde (19):

$$TASA \text{ DE } INTERÉS = I \left(\underset{?}{IMACEC}, \underset{+}{GPR} \right)$$

El modelo teórico expuesto proporciona alguna evidencia para las relaciones que debieran existir entre las variables macroeconómicas agregadas y las financieras. La calibración y simulación del modelo presentado acá permitiría establecer el signo de algunas dependencias que por inspección aparecen indeterminadas. Sin embargo, dado lo simplificado del marco escogido, los resultados de dicho proceso podrían sub-estimar algunas de las interacciones entre las variables. Asimismo, el estudio empírico y depuración estadística del modelo en cada corrida del VAR, establece más precisamente las relaciones temporales entre las variables. Es por ello que los resultados de esta sección deben ser evaluados solo como antecedentes que permiten complementar los análisis empíricos realizados.

<p>Documentos de Trabajo Banco Central de Chile</p> <p>NÚMEROS ANTERIORES</p> <p>La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: www.bcentral.cl/esp/estpub/estudios/dtbc.</p> <p>Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de Ch\$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: +56 2 26702231 o a través del correo electrónico: bcch@bcentral.cl.</p>	<p>Working Papers Central Bank of Chile</p> <p>PAST ISSUES</p> <p>Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: www.bcentral.cl/eng/stdpub/studies/workingpaper.</p> <p>Printed versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for order inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: +56 2 26702231 or by email: bcch@bcentral.cl.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DTBC – 800

Unemployment Dynamics in Chile: 1960-2015

Alberto Naudon y Andrés Pérez

DTBC – 799

Forecasting Demand for Denominations of Chilean Coins and Banknotes

Camila Figueroa y Michael Pedersen

DTBC – 798

The Impact of Financial Stability Report's Warnings on the Loan to Value Ratio

Andrés Alegría, Rodrigo Alfaro y Felipe Córdova

DTBC – 797

Are Low Interest Rates Deflationary? A Paradox of Perfect-Foresight Analysis

Mariana García-Schmidt y Michael Woodford

DTBC – 796

Zero Lower Bound Risk and Long-Term Inflation in a Time Varying Economy

Benjamín García

DTBC – 795

An Analysis of the Impact of External Financial Risks on the Sovereign Risk Premium of Latin American Economies

Rodrigo Alfaro, Carlos Medel y Carola Moreno

DTBC – 794

Welfare Costs of Inflation and Imperfect Competition in a Monetary Search Model

Benjamín García

DTBC – 793

Measuring the Covariance Risk Consumer Debt Portfolios

Carlos Madeira

DTBC – 792

Reemplazo en Huelga en Países Miembros de la OCDE: Una Revisión de la Legislación Vigente

Elías Albagli, Claudia de la Huerta y Matías Tapia

DTBC – 791

Forecasting Chilean Inflation with the Hybrid New Keynesian Phillips Curve: Globalisation, Combination, and Accuracy

Carlos Medel

DTBC – 790

International Banking and Cross-Border Effects of Regulation: Lessons from Chile

Luis Cabezas y Alejandro Jara

DTBC – 789

Sovereign Bond Spreads and Extra-Financial Performance: An Empirical Analysis of Emerging Markets

Florian Berg, Paula Margaretic y Sébastien Pouget

DTBC – 788

Estimating Country Heterogeneity in Capital-Labor substitution Using Panel Data

Lucciano Villacorta

DTBC – 787

Transiciones Laborales y la Tasa de Desempleo en Chile

Mario Marcel y Alberto Naudon

DTBC – 786

Un Análisis de la Capacidad Predictiva del Precio del Cobre sobre la Inflación Global

Carlos Medel



BANCO CENTRAL
DE CHILE

DOCUMENTOS DE TRABAJO • Mayo 2017