

# monetaria

CENTRO DE ESTUDIOS MONETARIOS LATINOAMERICANOS

VOLUMEN XXXI, NÚMERO 4, OCTUBRE-DICIEMBRE

2008

# CEMLA

## ASAMBLEA

Bancos Centrales Asociados (*vox et votum*) y Miembros Colaboradores (*vox*)

## JUNTA DE GOBIERNO, 2007-2009

**Presidente:** Banco Central de Reserva del Perú □ **Miembros:** Banco Central de la República Argentina □ Banco Central de Brasil □ Banco Central de Honduras □ Banco de Jamaica □ Banco de México (permanente) □ Banco Central de Venezuela.

## AUDITORÍA EXTERNA

Banco de México

## PERSONAL DIRECTIVO

**Director General:** Kenneth Coates □  
**Subdirector General:** Luiz Barbosa □  
*Coordinadora Institucional de Capacitación:* Jimena Carretero Gordon □  
*Coordinador Institucional de Programas y Reuniones Técnicas de Banca Central:* Fernando Sánchez Cuadros □  
*Coordinadora Institucional de Servicios de Información:* Ana-Laura Sibaja Jiménez □  
*Coordinador Institucional de Administración y Finanzas:* Javier Granguillhome Morfin.

**monetaria** es una publicación trimestral del Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, Durango n° 54, México, D. F., 06700. Impresa en los talleres de Alejandro Duplancher, Mariano Escobedo n° 114-3B, México, D. F., 11320. 380 ejemplares. ISSN 0185-1136.

# monetaria

VOLUMEN XXXI, NÚMERO 4, OCTUBRE-DICIEMBRE DE 2008

Luis J. Álvarez

**427** ¿Qué es lo que nos dicen los datos de los precios microeconómicos sobre la validez de la curva de Phillips neokeynesiana?

Luisa Zanforlin

Marco Espinosa

**481** Financiamiento de la vivienda y valores respaldados con hipotecas en México

Dale Gray

James P. Walsh

**513** Modelo de factores para pruebas de tensión con un modelo de derechos contingentes del sistema bancario chileno

Al final del número se incluye el índice general del vol. XXXI.

*Los trabajos firmados son responsabilidad de los autores y no coinciden necesariamente con el criterio del Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.*



*Luis J. Álvarez*

# ¿Qué es lo que nos dicen los datos de los precios microeconómicos sobre la validez de la curva de Phillips neokeynesiana?

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han producido avances considerables en la modelación teórica de la inflación. Una nueva generación de modelos ha surgido, caracterizada por ecuaciones de fijación de precios derivadas del comportamiento de optimización de las empresas previsoras, en un marco de rigideces nominales y de

*Traduce y publica el CEMLA, con la debida autorización, el artículo “What do Micro Price Data Tell us in the Validity of the New Keynesian Phillips Curve?”, de L. J. Álvarez © 2008. Este estudio fue preparado para el Simposio The Phillips Curve and the Natural Rate of Unemployment, organizado por el Kiev Institute for the World Economy, del 3 al 4 junio del 2007. El autor desea agradecer a Pablo Burriel, Michael Dotsey, Ignacio Hernando, Raphael Solomon, a un árbitro anónimo de la Working Paper Series del Banco de España, a dos árbitros anónimos y comentaristas del e-journal Economics y a los participantes del simposio en Kiev, de la XII Reunión de la Red de Investigadores de Bancos Centrales del Continente Americano, auspiciada por el CEMLA y el Banco de España, por sus útiles comentarios y sugerencias, así como a todos los miembros de la Eurosystem Inflation Persistence Network, en particular aquellos involucrados en el análisis de microdatos, por las extensas discusiones durante los últimos años. El autor también desea agradecer a Emmanuel Dyne, Johannes Hoffmann, Peter Klenow, Fabio Rumler y Roberto Sabbatini por la provisión de los datos de tasas de riesgo de sus respectivos países. La correspondencia puede ser enviada a [ljalv@bde.es](mailto:ljalv@bde.es)).*

competencia imperfecta. La agregación de las decisiones individuales conduce a relaciones que vinculan la inflación con alguna medida de la actividad real, en el espíritu de la curva de Phillips tradicional, aunque con microfundamentos de la firma. Esta curva de Phillips nekeynesiana (*new Keynesian Phillips Curve*, NKPC) es ahora el enfoque dominante para la modelación de la fijación de precios, y variantes de ésta se utilizan rutinariamente como el bloque de oferta de los modelos de equilibrio general dinámicos estocásticos (MEGDE), los cuales son cada vez más populares en la academia de la macroeconomía y en las instituciones que formulan las políticas.

Existe también un reconocimiento creciente de que la comprensión de la rigidez de precios puede mejorarse analizando el comportamiento de la fijación de precios a nivel microeconómico, donde en realidad se toman tales decisiones. La información individual sobre el establecimiento de los precios permite determinar en qué medida los supuestos usados para derivar modelos teóricos son de hecho realistas, lo cual ayuda a perfeccionar las estrategias de modelación. La evidencia micro también es una ayuda en la resolución de los problemas de equivalencia observacional que a veces está presente en el análisis de los datos agregados de las series de tiempo. Por ejemplo, como es bien conocido, el popular modelo de fijación de precios de Calvo (1983), que implica cambios en los precios intermitentes, puede ser diferenciado del modelo de ajuste cuadrático de Rotemberg (1982), el cual implica ajuste de precios continuo, con base en microdatos.

La evidencia empírica sobre las políticas de fijación de precios a nivel microeconómico ha permanecido bastante limitada hasta hace pocos años. En realidad, la mayoría de los estudios cuantitativos con datos de precios individuales eran muy parciales y se centraban en productos muy específicos. Afortunadamente, un gran y creciente cuerpo de investigaciones empíricas dirigido a mejorar la comprensión de las características del proceso inflacionario ya se encuentra disponible. Siguiendo a Bils y Klenow (2004), numerosos autores han analizado conjuntos de datos de precios individuales que se utilizan para calcular los índices de precios al consumidor (IPC) y los índices de precios al productor (IPP), en su mayoría en el contexto de la Red de la Persistencia de la Inflación del Eurosistema<sup>1</sup> (*Inflation Persistence*

<sup>1</sup> Para una visión general de los resultados de la IPN en microdatos, ver Álvarez *et al.* (2006). Resúmenes más detallados de la IPN sobre precios al consumidor individuales se proporcionan en Dhyne *et al.* (2006) y en Sabbatini *et*

*Network*, IPN). Siguiendo a Blinder (1991), un número significativo de los bancos centrales ha llevado a cabo encuestas sobre el comportamiento de la fijación de precios, incluidos los que participan en la IPN.

El propósito de este trabajo es estudiar la investigación empírica reciente sobre microdatos de precios, centrándose en aquellos aspectos relacionados con la conformidad de los supuestos utilizados en los modelos de fijación de precios propuestos en la literatura. Después de esta introducción, el resto de este documento se organiza de la siguiente manera. La sección II analiza las principales características de los conjuntos de microdatos del IPC y del IPP, así como los datos de las encuestas. La sección III presenta las principales implicaciones micro de 25 modelos de fijación de precios. Las secciones IV y V se refieren al análisis de frecuencias y tasas de riesgo de los ajustes de los precios y la sección VI a la heterogeneidad en la frecuencia de cambio de precios. Las secciones VII y VIII están dedicadas a evaluar la relevancia del comportamiento que depende del tiempo y predictor. El documento termina con una sección de comentarios finales.

## II. FUENTES DE DATOS

La evidencia considerada en este trabajo se refiere a conjuntos de datos cuantitativos formados por los precios de transacción individuales que son recopilados por las oficinas nacionales de estadística para calcular los IPC e IPP y encuestas excepcionales cualitativas sobre el comportamiento de la fijación de precios, en su mayoría llevadas a cabo por los bancos centrales. Estos conjuntos de datos cuantitativos, que reflejan el comportamiento real de los precios, tienen la clara ventaja de que son representativos<sup>2</sup> de los gastos de consumo y la producción industrial,

---

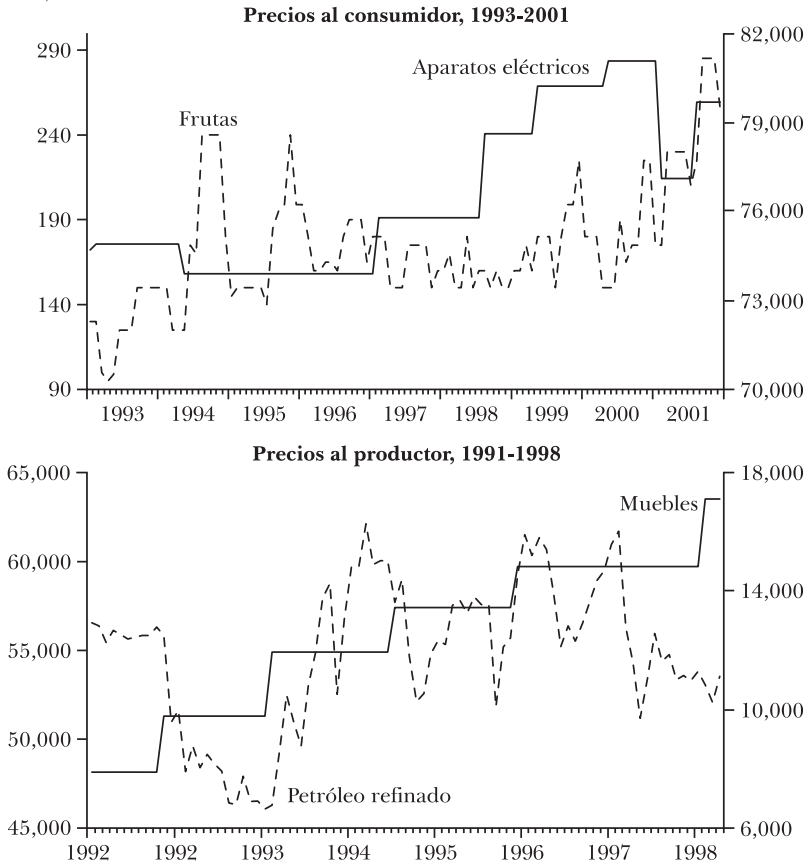
*al.* (2007), quienes también consideran datos de los precios al productor. Vermeulen *et al.* (2007) resumen los datos de precios al productor, mientras que Fabiani *et al.* (2006) y el libro de Fabiani *et al.* (2007) dan un panorama general acerca de los resultados en los datos de encuesta en la zona del euro y Lünne-mann y Mathä (2007) comparan los resultados de la encuesta en la zona del euro con los de otros países. Angeloni *et al.* (2006) y Gaspar *et al.* (2007) discuten las implicaciones de los resultados micro de la IPN para la modelación macroeconómica y el diseño de la política monetaria.

<sup>2</sup> Razones de confidencialidad de los datos, han impedido la cobertura total en algunos países. Ver las referencias en el cuadro 2 para los bienes y servicios precios incluidos en cada estudio.

en contraste con las evidencias anteriores<sup>3</sup> que tenían un enfoque restringido, en términos de productos, tipos de puntos de venta y ciudades consideradas. Por otra porción, los conjuntos de datos contienen un gran número de cotizaciones mensuales de precios, lo que podrá aumentar en varios millones, y se extenderán por varios años.

La gráfica I muestra algunas trayectorias de series de precios reales correspondientes a los precios al consumidor y al productor

**GRÁFICA I. EJEMPLOS DE TRAYECTORIAS DE PRECIOS INDIVIDUALES (mensual)**



FUENTES: Álvarez y Hernando (2006) para los precios al consumidor y Álvarez *et al.* (2008) para los precios al productor.

<sup>3</sup> Ejemplos destacados incluyen Cecchetti (1986) sobre los precios de revistas en puestos de periódicos, Carlton (1986) sobre los precios al productor de productos intermedios utilizados en la manufactura y Lach y Tsiddon (1992) en los precios al detalle de productos alimenticios.



en España, que son representativas de aquellas utilizadas en este capítulo de la investigación. [Ver por ejemplo, Baumgartner *et al.* (2005).] Existen tres características que vale la pena destacar. En primer lugar, la mayoría de los precios individuales permanecen sin cambio durante varios meses. En segundo lugar, los precios típicamente no se reestablecen con periodicidad fija y, en tercer lugar, existe una marcada heterogeneidad entre los productos con respecto a la frecuencia de cambio de precios.

Un enfoque complementario para analizar las prácticas de fijación de precios consiste en encuestar a las empresas directamente. Las encuestas ofrecen información sobre algunos aspectos de las políticas de fijación de precios, tales como el conjunto de información utilizado o las razones que justifican los retrasos en los ajustes de precios, que no pueden obtenerse con base en los precios de transacción. Este enfoque puede ser considerado controversial, ya que pueden existir diferencias entre lo que dicen las empresas que hacen y lo que realmente hacen. Sin embargo, los cuestionarios utilizados [ver por ejemplo, Fabiani *et al.* (2007) para los países de la zona del euro] se han ocupado de este problema evitando las preguntas problemáticas que podrían llevar a las empresas a ocultar la verdad.<sup>4</sup> Por otra porción, las tasas de respuesta no han sido bajas, por lo que los sesgos de selectividad probablemente han desempeñado un papel menor. Por último, en principio, las respuestas podrían ser sensibles a la redacción precisa de las preguntas, el orden en que aparecen, y el establecimiento en el que las preguntas fueron respondidas. Sin embargo, el hecho de que los cuestionarios en los distintos países difieren en estos aspectos<sup>5</sup> pero producen resultados similares, sugiere que la importancia cuantitativa de estas preocupaciones probablemente es pequeña.

### III. LAS PREDICCIONES DE LOS MODELOS DE FIJACIÓN DE PRECIOS

El propósito de esta sección es revisar brevemente las implicaciones

<sup>4</sup> En algunos casos, las empresas pueden ser reservadas respecto a los precios de sus negocios, a las transacciones comerciales, para evitar dar información confidencial a la competencia. Por otra parte, no puede esperarse que el comportamiento ilegal colusorio sea registrado en una encuesta.

<sup>5</sup> Existen también diferencias metodológicas entre países en los análisis de los microdatos cuantitativos, aunque su importancia parece ser menor. De hecho, Dhyne *et al.* (2006) usan una canasta común de 50 productos para los países de la zona euro y los Estados Unidos y encuentran que las diferencias cuantitativas con las respectivas muestras totales son bastante pequeñas.

de los 25 modelos de fijación de precios utilizados en la literatura de la política monetaria, con la finalidad de evaluarlos contra los microdatos en el resto del documento. Los modelos pueden agruparse en información rígida, costos de menú, dependientes del tiempo, costos de ajuste y modelos de ira del cliente. Nos centramos en las siguientes 4 dimensiones: la frecuencia del ajuste de precios, la tasa de riesgo (es decir, la probabilidad de que un precio ( $p_t$ ) cambiará después de  $k$  períodos, condicional a haber permanecido constante durante los períodos previos  $k-1$ ),  $h(k) = \Pr\{p_{t+k} \neq p_{t+k-1} \mid p_{t+k-1} = p_{t+k-2} = \dots = p_t\}$ , la consideración de comportamiento heterogéneo en la frecuencia de cambio de precios, y la posibilidad de permitir un comportamiento no racional (ver cuadro 1).

**CUADRO 1. PREDICCIONES DE LOS MODELOS DE FIJACIÓN DE PRECIOS**

	Frecuencia ( $f$ ) del cambio de precio	Tasa de riesgo	Heteroge- neidad en $f$	Fijadores de precios no óptimos
<b>Información rígida</b>				
Carvalho (2005)	$f = 1$	$h(k) = 1$ si $k = 1$	No	No permitido
Fischer (1977)	$f = 1$	$h(k) = 1$ si $k = 1$	No	No permitido
Lucas (1972)	$f = 1$	$h(k) = 1$ si $k = 1$	No	No permitido
Maćkowiak y Wiederholt (2007)	$f = 1$	$h(k) = 1$ si $k = 1$	No	No permitido
Mankiw y Reis (2002)	$f = 1$	$h(k) = 1$ si $k = 1$	No	No permitido
Reis (2006)	$f = 1$	$h(k) = 1$ si $k = 1$	No	No permitido
<b>Costos de menú</b>				
Danziger (1999)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \theta \forall k$	No	No permitido
Dotsey et al. (1999) <sup>a</sup>	$0 < f \leq 1$	$\Delta h(k) = \begin{cases} > 0 & \text{si } k > v^* \\ 1 & \text{si } k = v^* \end{cases}$	No	No permitido
Nakamura y Steinsson (2007) <sup>a</sup>	$0 < f \leq 1$	Creciente o primero creciente y luego no creciente	No	No permitido
Sheshinski y Weiss (1977)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \begin{cases} 1 & \text{si } k = d^* \\ 0 & \text{si } h \leq d^* \end{cases}$	No	No permitido
<b>Dependiente del tiempo</b>				
Álvarez et al. (2005)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \sum \beta_i(k)\theta_i + \beta_{n+1}(k)\theta_{12}$ $\beta_i(k) = w_i\theta_i^{k-1} / \gamma(k)$ $\beta_{n+1}(k) = w_{n+1}\theta^{\text{int}(k-1/12)} / \gamma(k)$ $\gamma(k) = \sum w_i\theta_i^{k-1} + w_{n+1}\theta^{\text{int}(k-1/12)}$	Sí	No permitido

	Frecuencia ( $f$ ) del cambio de precio	Tasa de riesgo	Heteroge- neidad en $f$	Fijadores de precios no óptimos
Aoki (2001)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \begin{cases} w + \theta(1-w) & \text{si } k=1 \\ \theta & \text{si } k \geq 2 \end{cases}$	Sí	No permitido
Bonomo y Car- valho (2004)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \begin{cases} 1 & \text{si } k = d^* \\ 0 & \text{si } k = d^* \end{cases}$	No	No permitido
Calvo (1983)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \theta \quad \forall k$	No	No permitido
Carvalho (2006)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \sum \beta_i(k)\theta_i$ $\beta_i(k) = w_i\theta_i^{k-1} / \sum w_i\theta_i^{k-1}$	Sí	No permitido
Gali y Gertler (1999)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \theta \quad \forall k$	Sí	Permitido
Sheedy (2005) <sup>b</sup>	$0 < f \leq 1$	Sin restricción	No	No permitido
Taylor (1980)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \begin{cases} 1 & \text{si } k = d^* \\ 0 & \text{si } k = d^* \end{cases}$	No	No permitido
Taylor (1993) <sup>c</sup>	$0 < f \leq 1$	$h(k) = 1 / (N - k) \leq k \leq N$	Sí	No permitido
Wolman (1999)	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \begin{cases} \theta & \text{si } k < d^* \\ 1 & \text{si } k = d^* \\ 0 & \text{si } k > d^* \end{cases}$	No	No permitido
Indexación generalizada				
Christiano et al. (2005) <sup>d</sup>	$f = 1$	$h(k) = 1 \text{ si } k = 1$	No	Permitido
Smets y Wou- ters (2003) <sup>d</sup>	$f = 1$	$h(k) = 1 \text{ si } k = 1$	No	Permitido
Costos convexos de ajuste				
Kozicki y Tins- ley (2002)	$f = 1$	$h(k) = 1 \text{ si } k = 1$	No	No permitido
Rotemberg (1982)	$f = 1$	$h(k) = 1 \text{ si } k = 1$	No	No permitido
Ira del consumidor				
Rotemberg (2005) <sup>a, c</sup>	$0 < f \leq 1$	$h(k) = \theta \quad \forall k$	No	No permitido

<sup>a</sup> Ninguna forma cerrada de la tasa de riesgo disponible. <sup>b</sup> La tasa de riesgo no puede ser cero en ningún período y  $f < 1$ . <sup>c</sup> Suponiendo que la distribución de los contratos es uniforme sobre  $[1, N]$ . <sup>d</sup> Todos los agentes no se comportan de manera óptima con una frecuencia dada. <sup>e</sup> Tasa de riesgo para distribuciones no variantes en el tiempo.

## 1. Contratos rígidos o modelos de información

Los contratos rígidos o modelos de información [Lucas (1972), Fischer (1977), Mankiw y Reis (2002), Carvalho (2005), Reis (2006) y Maćkowiack y Wiederholt (2007)] implican continuos

ajustes de los precios, por lo que la tasa de riesgo es uno y no existe heterogeneidad entre empresas en la frecuencia de cambio de precios. Este es también el caso del modelo heterogéneo de Mankiw y Reis (2002) propuesto por Carvalho (2005), ya que en este modelo la heterogeneidad se refiere a la frecuencia de actualización del conjunto de información, pero no a la frecuencia de cambio de precios. Además, en estos modelos las empresas fijan los precios de manera óptima, sujetas a las restricciones de información, por lo que no hay espacio para un comportamiento irracional.

En el modelo de las islas de Lucas (1973), las empresas tienen conocimiento imperfecto del nivel de precios y racionalmente lo estiman sobre la base del precio de su bien, resolviendo un problema de extracción de señales. En este modelo, la inflación es impulsada por su expectativa pasada y la brecha del producto. Fischer (1977) introduce la rigidez de los precios suponiendo que los precios son predeterminados, pero no fijos. Es decir, los contratos fijan los precios por varios períodos, especificando un precio distinto para cada período. Mankiw y Reis (2002) reintroducen la idea de que los precios están predeterminados. Las oportunidades para adoptar nuevas trayectorias de precios no surgen de manera determinística, al igual que en Fischer (1977), sino estocásticamente. Cada período, una determinada fracción de los fijadores de precios obtiene nueva información sobre el estado de la economía y calcula una nueva trayectoria de los precios óptimos. En este modelo, la inflación depende de las expectativas pasadas de las condiciones económicas actuales, en relación con la inflación y el producto. El modelo de negligencia de Reis (2006) añade al problema de maximización de beneficios estándar la restricción de que los agentes deben pagar un costo para adquirir, absorber y procesar la información en la formación de expectativas. El modelo proporciona un microfundamento para Mankiw y Reis (2002) y la inflación sigue una versión de tiempo continuo de la expresión de Mankiw y Reis (2002). En estos modelos, los precios reaccionan con la misma velocidad a todas las perturbaciones. Por el contrario, en el modelo de Maćkowiack y Wiederholt (2007), las empresas deciden de manera óptima que observar. Cuando las condiciones idiosincrásicas son más relevantes que las condiciones agregadas, las empresas prestan más atención a las primeras condiciones. Otra extensión del modelo de Mankiw y Reis (2002) está dada por Carvalho (2005), quien introduce la heterogeneidad en el comportamiento de las empresas. Específicamente, cada grupo de empresas actualiza su conjunto de información con

una frecuencia diferente. Esto no cambia la implicación del modelo en términos del continuo ajuste de los precios o las tasas de riesgo, aunque, curiosamente, conduce a que los choques monetarios tengan efectos reales mayores y persistentes.

## 2. Modelos de costos de menú

En los modelos de costos de menú, las empresas deberán incurrir en un costo fijo con respecto al cambio de los precios nominales. Como consecuencia de ello, las empresas no ajustan los precios continuamente, sino sólo cuando les resulta rentable hacerlo. En los modelos que consideramos, [Sheshinski y Weiss (1977), Danziger (1999), Dotsey *et al.* (1999) y Nakamura y Steinsson (2008)] todas las empresas se suponen idénticas, por lo que no hay heterogeneidad en la frecuencia de cambio de precios. Además, las empresas fijan los precios de manera óptima. Las implicaciones para la función de riesgo difieren de modelo a modelo.

En Sheshinski y Weiss (1977) las empresas se enfrentan a una tasa de inflación constante y encuentran óptimo adoptar una política unilateral  $S_s$ . Los precios nominales se fijan en intervalos de duración constante ( $d^*$ ), que son (ambiguamente) afectados por la inflación. En consecuencia, la tasa de riesgo, al igual que en Taylor (1980) y Bonomo y Carvalho (2004), es uno para los precios en períodos  $d^*$  más antiguos y cero para los de edades inferiores. Dentro de un marco de equilibrio general, Danziger (1999) estudia un modelo con costos de menú, donde la productividad de cada una de las empresas se encuentra expuesta a choques agregados e idiosincrásicos. Los precios son determinados por una estrategia de margen de comercialización bilateral  $S_s$ . En el modelo, la probabilidad de que el precio de una empresa cambie está endógenamente determinada y es independiente de cuando se produjo el último reajuste de precios. En consecuencia, la tasa de riesgo es constante, al igual que en Calvo (1983). En Danziger (1999), la duración esperada de un precio es más alta en tanto los costos de menú sean más altos y la tasa de descuento sea menor; y es más baja cuando los choques idiosincrásicos sean más inciertos y la tendencia en la oferta monetaria sea más alta. En Dotsey *et al.* (1999), cada empresa se enfrenta a un costo de menú diferente, que es derivado independientemente a través del tiempo a partir de una distribución continua. En cada período, algunas empresas ajustan su precio, que es idéntico para todas las empresas que ajustan. Una inflación promedio positiva asegura que el beneficio de

cambiar los precios pasa a ser arbitrariamente grande con el tiempo, lo que hace que el número de producciones ( $v^*$ ) de las empresas en la economía sea finita. La tasa de riesgo va en aumento hasta  $v^*$ , donde es uno.  $v^*$  es menor cuanto mayor es la tendencia de la inflación. Modelos de costos de menú más recientes,<sup>6</sup> al igual que Nakamura y Steinsson (2008), también consideran los choques de productividad idiosincrásicos. Estos modelos se resuelven mediante métodos numéricos, por lo que no se encuentra disponible una expresión analítica para la tasa de riesgo. En las calibraciones realizadas por estos autores, se demuestra que la función de riesgo va en aumento cuando no hay choques idiosincrásicos y que se aplanan en duraciones más largas, en la medida que la varianza de los choques idiosincrásicos aumenta en relación con la tasa de inflación, aunque permanece marcadamente al alza en los primeros períodos.

### 3. Modelos dependientes del tiempo

Los modelos dependientes del tiempo permiten ajustes no frecuentes en los precios. La heterogeneidad en la frecuencia de cambio de precios se permite en algunos modelos [Taylor (1993), Aoki (2001), Álvarez *et al.* (2005) y Carvalho (2006)]. Se permitió un comportamiento no racional en Galí y Gertler (1999), Smets y Wouters (2003) y Christiano *et al.* (2005). Los modelos, en general, difieren en sus predicciones de las tasas de riesgo.

Las especificaciones de fijación de precios dinámicas más comunes en la literatura son las de Taylor (1980) y Calvo (1983). En el modelo de Taylor, los precios son fijados por los contratos de múltiples períodos y permanecen fijos durante la duración del contrato, al igual que en Sheshinski y Weiss (1977) y Bonomo y Carvalho (2004). En este caso, la tasa de riesgo es cero, excepto en el período ( $d^*$ ), en el cual se produce el final del contrato, cuando el riesgo es uno. En el modelo de Calvo, hay una probabilidad constante de que un regulador del precio determinado cambiará su precio en cualquier momento, por lo que la tasa de riesgo es constante, al igual que en Danziger

<sup>6</sup> Golosov y Lucas (2007) es un ejemplo destacado de los últimos trabajos sobre modelos de costos de menú. Desafortunadamente, ellos no derivan la tasa de riesgo implícita. Sería interesante, pero más allá del alcance de este documento, estudiar la dependencia de la tasa de riesgo y su pendiente en los parámetros estructurales del modelo utilizando métodos numéricos. Otros trabajos interesantes en esta línea de investigación incluyen Dotsey *et al.* (2006), Midrigan (2006) y Gertler y Leahy (2007).

(1999). Tal como lo muestra Roberts (1995), la curva de Phillips neokeynesiana implícita de estos dos modelos y la de Rotemberg (1982) es la misma y relaciona la inflación con la inflación futura prevista y al costo marginal real o la brecha del producto. Esto contrasta, por ejemplo, con Mankiw y Reis (2002).

De igual manera, Wolman (1999) considera un modelo Calvo truncado, que permite un riesgo constante hasta un horizonte dado  $d^*$ , en el cual todas las empresas deberán ajustarse, a fin de que la tasa de riesgo sea uno. Este modelo es capaz de dar cuenta de la inercia de la inflación, en el sentido de que la inflación rezagada aparece en la curva de Phillips neokeynesiana. De hecho, la inflación actual depende de la inflación rezagada, la inflación futura esperada y los costos marginales reales. Más recientemente, Sheedy (2005) ha obtenido la curva de Phillips neokeynesiana para una distribución general<sup>7</sup> de las duraciones de precios. En particular, si la tasa de riesgo está aumentando, existe persistencia estructural, en contraste con el modelo de Calvo (1983). En este modelo, la inflación actual depende de los rezagos de la inflación pasada, de las tasas de inflación futura esperadas, y del costo marginal real actual. Además, si la función de riesgo tiene una pendiente positiva entonces todos los coeficientes de los rezagos de la inflación tienen coeficientes positivos.

Taylor (1993) permite la heterogeneidad en la frecuencia de ajuste de los precios, considerando el caso en que la duración de los contratos de precios varía entre los diferentes grupos de empresas. Tomando en cuenta que la distribución de las empresas es uniforme a lo largo de las duraciones en  $[1, N]$ , la tasa de riesgo es monótonicamente creciente. A su vez, Álvarez *et al.* (2005) introduce un modelo de Calvo anual, por lo cual la tasa de riesgo es constante cada 12, 24, 36, ... períodos<sup>8</sup> y lo incorpora en una mezcla de agentes de Calvo. La tasa de riesgo de la mezcla finita es monótonicamente decreciente con picos cada 12, 24, 36... períodos.

Aoki (2001) introdujo una economía heterogénea con un sector flexible, en el cual los precios cambian de manera continua; y un sector rígido, en el cual los precios se establecen como en Calvo (1983). La tasa de riesgo de este modelo es constante

<sup>7</sup> Como condición de regularidad, Sheedy (2005) supone que las tasas de riesgo son no cero en todas partes, descartando así modelos como el de Taylor (1980).

<sup>8</sup> Específicamente,  $h(k) = \theta I_{12}$  y  $I_{12} = \begin{cases} 1 & \text{si } k/12 = \text{int}(k/12) \\ 0 & \text{en otra parte} \end{cases}$ .

después del segundo período. Carvalho (2006) ha generalizado este modelo permitiendo  $n$  sectores y no imponiendo la existencia de un sector totalmente flexible. La tasa de riesgo corresponde a una mezcla de los fijadores de precios de Calvo y es monótonicamente decreciente, convergiendo a la tasa de riesgo del sector más rígido. [Álvarez *et al.* (2005).] Curiosamente, los choques monetarios en este modelo tienen efectos reales considerablemente mayores y más persistentes que en economías de empresas idénticas con un grado similar de rigideces, por lo que el suponer homogeneidad en la frecuencia de ajuste de precios no es un supuesto inocuo.

Los modelos antes citados se basan en fijadores de precio previsores. Galí y Gertler (1999) proponen un modelo que permite desviaciones de este supuesto. Específicamente, suponen que existe una probabilidad constante de que una empresa va a cambiar su precio en un período determinado. Cuando las empresas ajustan, una fracción de ellas establece los precios de acuerdo con una regla general conservadora. Estas empresas indexan sobre el precio óptimo del último período, en lugar del índice de precios agregado del último período. La tasa de riesgo es constante, al igual que en Calvo (1983). En este modelo, la inflación actual depende de la inflación pasada y de la inflación futura esperada.

Bonomo y Carvalho (2004) consideran un modelo de fijación de precios endógeno dependiente del tiempo, en el cual la frecuencia de cambios en los precios es elegida de manera óptima por las empresas, pero estas no reaccionan a los choques entre las decisiones de fijación de precios. La tasa de riesgo es igual a uno para la duración del contrato elegida de manera óptima y cero para las más bajas, como en Sheshinski y Weiss (1977) y Taylor (1980).

#### *a) Indexación generalizada*

Otra explicación para la inercia de la inflación, que a menudo se utiliza en los MEGDE, es una especie de mecanismo de indexación automático y generalizado. Por ejemplo, en el modelo de Christiano *et al.* (2005), la inflación rezagada incorpora la NKPC porque se supone que las empresas indexan sus precios utilizando las tasas de inflación rezagadas en los períodos donde los precios no se ajustan de manera óptima, de acuerdo con el modelo de Calvo, implicando así que los precios cambian continuamente. En esta clase de modelos, no todas las empresas se comportan de forma óptima en una fracción de su tiempo y la



tasa de riesgo es sólo diferente de cero para precios con edades de 1 período. En Smets y Wouters (2003), las empresas indexan parcialmente con respecto al índice de precios agregado. Estos modelos conducen a una generalización de la NKPC, donde la inflación actual depende de la inflación pasada y esperada y de la brecha del producto.

#### **4. Costos de ajuste convexos**

En Rotemberg (1982) las empresas fijan los precios con la finalidad de minimizar las desviaciones del precio óptimo sujeto a fricciones cuadráticas en el ajuste de precios. La solución implica que todas las empresas deben ajustar los precios continuamente, por lo que no hay heterogeneidad en la frecuencia de ajuste de precios y la tasa de riesgo es uno para el primer período. Como es bien conocido, este modelo se observa equivalente a nivel agregado al modelo de Calvo. Kozicki y Tinsley (2002) han generalizado este modelo, suponiendo que las fricciones en el ajuste de los precios son capturadas por un polinomio. Las implicaciones micro de esta generalización son las mismas, pero su modelo proporciona una racionalización de la aparición de términos de inflación rezagada en la curva de Phillips.

#### **5. Ira de los clientes**

Rotemberg (2005) explica la rigidez de precios en un modelo en el cual los consumidores reaccionan negativamente a los aumentos de los precios cuando están convencidos de que los precios son injustos. Las empresas son renuentes a cambiar los precios, ya que esto conducirá a que los consumidores vuelvan a pensar sobre la justicia de los precios y podría llevar a reacciones adversas. En general, dado que el conjunto de información de los consumidores varía, su resistencia a los aumentos de precios también cambia. Las empresas mantendrán de manera óptima los precios sin cambio con una probabilidad que varía en el tiempo, que depende de la evolución de las creencias de los consumidores sobre la fijación de precios justa. Si estas son constantes, el modelo es equivalente al de Calvo (1983). En este modelo, la frecuencia del ajuste de precios puede depender de variables de la economía general observadas por los consumidores. Esta frecuencia es común para todas las empresas, puesto que no existe un supuesto de heterogeneidad. La tasa de riesgo implícita depende de la distribución que varía en el tiempo de las creencias del consumidor y, en el caso general, ninguna forma

cerrada se encuentra disponible. En este modelo, los consumidores son irracionales en el sentido de que ellos están maximizando algo diferente a su función de utilidad. En lugar de ello, también desean perjudicar a las empresas que utilizan estrategias de fijación de precios desleales.

#### IV. FRECUENCIA DEL AJUSTE DE PRECIOS

El cuadro 2 presenta estimaciones disponibles de la frecuencia mensual ( $f_t$ ) del cambio de precio ( $pc_t$ ) obtenido en los estudios que emplean datos individuales del IPC y del IPP. Específicamente:

$$f_t = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i pc_t}{N} \quad pc_t = \begin{cases} 1 & \text{si } p_t \neq p_{t-1} \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases},$$

donde  $\omega_i$  son ponderaciones del IPC o del IPP y N es el número total de observaciones. Los datos confirman claramente la impresión, a partir de la gráfica I, de que el ajuste de precios no es frecuente.<sup>9</sup> De hecho, la estimación de la mediana (no ponderada) del cambio del precio es 20% para los precios al consumidor y 21% para los precios al productor. La frecuencia del ajuste de precios es mayor en países con alta inflación (Brasil, Chile, Sierra Leona, Eslovaquia, o México en el período 1995–1997). Observe que las frecuencias más altas son 25% para los precios al productor y de 51% para los precios al consumidor.

El cuadro 3 presenta la distribución del número de cambios en los precios informados en las encuestas por las empresas. En gran porción de los países, la mayoría de las empresas afirman que ajustan los precios una vez al año o menos (mediana por país: 68.5% de las empresas) y sólo una pequeña fracción informa que cambian los precios una vez al trimestre o más a menudo (mediana por país: 14.0% de las empresas). La duración promedio de los cambios en los precios es generalmente alrededor de un año (mediana por país: 11.1 meses). De este modo, las respuestas a la encuesta por porción de las empresas confirman el resultado de los datos cuantitativos de que existe una sustancial rigidez de precios.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Gopinath y Rigobon (2006) también encuentran que el ajuste de precios no es frecuente con microdatos de precios de importaciones y exportaciones.

<sup>10</sup> Comparaciones precisas de fuentes de datos tanto cuantitativos como

La baja frecuencia del ajuste de precios que se observa en cada uno de los países y con diferentes fuentes de datos es una evidencia clara en contra de algunos modelos propuestos en la literatura (ver el cuadro 2), que predicen que los precios deben cambiar continuamente (es decir, frecuencia: 100%). Por ejemplo, modelos de contratos rígidos o de información, tales como Lucas (1972), Fischer (1977), Mankiw y Reis (2002), Carvalho (2005), Reis (2006) o Maćkowiack y Wiederholt (2007) implican ajustes continuos de los precios. Este es el caso también para los modelos con costos convexos de ajuste, tales como Rotemberg (1982) o Kozicki y Tinsley (2002). Otros modelos que se basan en algún tipo de mecanismo de indexación generalizado y automático, tales como Christiano *et al.* (2005) o Smets y Wouters (2003), también implican que los precios cambian cada período. Como lo destacan Woodford (2007a) y Angeloni *et al.* (2006), los modelos de indexación contradicen<sup>11</sup> la regularidad empírica de que los cambios en los precios no son frecuentes.

En cambio, otros modelos, como aquellos relacionados con la tradición de costos de menú, como Sheshinski y Weiss (1977), Danziger (1999), Dotsey *et al.* (1999, 2006), Gertler y Leahy (2007), Golosov y Lucas (2007) o Nakamura y Steinsson (2008) permiten el ajuste de precios desigual. Este es también el caso para modelos dependientes del tiempo,<sup>12</sup> tales como Taylor (1980), Calvo (1983), Taylor (1993), Wolman (1999), Galí y Gertler (1999), Aoki (2001), Bonomo y Carvalho (2004), Álvarez *et al.* (2005), Sheedy (2005) o Carvalho (2006), que no restringen la frecuencia de cambio de los precios y por lo tanto son capaces de dar cuenta del ajuste de precios no frecuente. Finalmente, el

---

cuantitativos no son fáciles. Transacciones de empresa a empresa están cubiertas en las encuestas y en los IPP, pero lógicamente no en los IPC. Las encuestas consideran servicios, pero los IPP no. Además, la desigualdad de Jensen convierte la inversa del promedio de la frecuencia en una estimación sesgada a la baja de la duración promedio si existe heterogeneidad [ver, por ejemplo, Baudry *et al.* (2007)].

<sup>11</sup> Además, la evidencia en el tamaño de los ajustes de precios informados, por ejemplo por Dhyne *et al.* (2006) o Stahl (2006) muestra que los cambios en los precios del tamaño de la inflación agregada son raros, colocando duda adicional sobre la hipótesis de la indexación generalizada.

<sup>12</sup> En el contexto del modelo de Calvo, la relación entre la pendiente de la NKPC y la frecuencia del ajuste de precios proporciona una manera de comprobar la credibilidad del modelo. Sin embargo, como es bien conocido, por ejemplo, Woodford (2003), una pendiente determinada de la NKPC es compatible con un número infinito de frecuencias de ajuste de los precios. Esto dependerá de los parámetros estructurales, como el factor de descuento, la existencia de capital específico de la empresa o estructura de insumo producto.

CUADRO 2. FRECUENCIA PROMEDIO MENSUAL DE LOS CAMBIOS EN LOS PRECIOS (%). MICRODATOS CUANTITATIVOS

País	Precios al Consumidor			Precios al Productor		
	Estudio	Período Muestra	Frecuencia	Estudio	Período Muestra	Frecuencia
Alemania	Hoffmann y Kurz-Kim (2006)	1998:2-2004:1	11.3	Stahl (2006)	1997:1-2003:9	22
Austria	Baumgartner <i>et al.</i> (2005)	1996:1-2003:12	15.1			
Bélgica	Aucremann y Dhyne (2004)	1989:1-2001:1	16.9	Cornille y Dossche (2006)	2001:1-2005:1	24
Brasil	Gouvea (2007)	1996:1-2006:12	37.0			
Canadá	Harchaoui <i>et al.</i> (2008)	1995:1-2006:12	28.1			
Chile	Medina <i>et al.</i> (2007)	1999:1-2005:7	46.1			
Colombia				Julio y Zárate (2008)	1999:6-2006:10	20.2
Dinamarca	Hansen y Hansen (2006)	1997:1-2005:12	17.3			
Eslovaquia	Concelli y Horváth (2006)	1997:1-2001:12	34.0			
España	Álvarez y Hernando (2006)	1993:1-2001:12	15.0	Álvarez <i>et al.</i> (2008)	1991:1-1999:2	21
Estados Unidos	Bils y Klenow (2004)	1995:1-1997:12	26.1			
Estados Unidos	Klenow y Kryvtsov (2005)	1988:2-2003:12	23.3 (29)			
Estados Unidos	Nakamura y Steinsson (2008)	1988:1-2005:12	21.1 (26.5)	Nakamura y Steinsson (2008)	1988:1-2005:12	24.7
Finlandia	Vilnunen y Laakkonen (2005)	1997:1-2003:12	16.5			

Francia	Baudry <i>et al.</i> (2007)	1994:7-2003:2	18.9	Gautier (2007)	1994:1-2005:6	25
Hungría	Cábrtel y Reiff (2008)	2001:12-2007:6	15.1			
Israel	Baharad y Eden (2004)	1991:1-1992:12	24.5			
Italia	Veronese <i>et al.</i> (2006)	1996:1-2003:12	10.0	Sabbatini <i>et al.</i> (2006)	1997:1-2002:12	15
Japón	Saita <i>et al.</i> (2006)	1999:1-2003:12	23.1			
Luxemburgo	Lünnemann y Mathä (2005)	1999:1-2004:12	17.0			
México	Cagnon (2006)	1994:1-2004:12	22.6 (32.5)			
Noruega	Wulfsberg y Ballan- grud (2008)	1975:1-2004:12	25.4			
Países Bajos	Jonker <i>et al.</i> (2004)	1998:11-2003:4	16.5			
Portugal	Dias <i>et al.</i> (2004)	1992:1-2001:1	22.2	Dias <i>et al.</i> (2004)	1995:1-2001:1	23
Sierra Leona	Kovanen (2006)	1999:11-2003:4	51.5			
Sudáfrica	Creamer y Rankin (2007)	2001:12-2006:2	16.0	Creamer (2008)	2001:12-2006:2	19.5
Zona del euro	Dhyne <i>et al.</i> (2006)	1996:1-2001:1	15.1	Vermuelen <i>et al.</i> (2007)		21

NOTAS: Para el IPC alemán, las frecuencias se refieren a la muestra que considera ítems de reemplazo y cifras ajustadas sin calidad. Para el IPC mexicano, las cifras se refieren al período de baja inflación 2002-2003, mientras que aquellas entre paréntesis se refieren al período de alta inflación de 1995-1997. Para el IPC español, la muestra excluye productos energéticos, los cuales sesgan a la baja la frecuencia agregada. Para el IPP italiano, las cifras excluyen productos energéticos, los cuales sesgan a la baja la frecuencia agregada. Para el IPP francés, la cifra no incluye servicios de negocios. Las cifras de Klenow y Kryvtsov (2005) corresponden a los precios regulares, mientras que aquellos entre paréntesis se refieren a todos los precios. Las cifras de Nakamura y Steinsson (2008) corresponden al período 1998-2005. Las frecuencias del IPC se refieren a los precios regulares, mientras que aquellas entre paréntesis se refieren a todos los precios. Las cifras del IPP corresponden a bienes finales.

CUADRO 3. NÚMERO DE CAMBIOS EN LOS PRECIOS POR AÑO (%). DATOS DE ENCUESTAS

<i>País</i>	<i>Estudio</i>	< 1	1	2 - 3	≥ 4	<i>Mediana</i>	<i>Promedio</i> ( <i>en meses</i> )
Alemania	Stahl (2005)	44	14	21	21	1	13.5
Austria	Kwapil <i>et al.</i> (2005)	24	51	15	11	1	12.7
Bélgica	Aucremagne y Collin (2005)	18	55	18	8	1	11.9
Canadá	Amurault <i>et al.</i> (2006)	8	27	23	44	2-3	6.8
España	Álvarez y Hernando (2007 a)	14	57	15	14	1	11.1
Estados Unidos	Blinder <i>et al.</i> (1998)	10	39	29	22	1	8.8
Estonia	Dabušínskas y Randveer (2006)	14	43	25	18	1	10.0
Francia	Loupias y Ricart (2004)	21	46	24	9	1	11.8
Italia	Fabiani <i>et al.</i> (2007)	20	50	19	11	1	11.9
Japón	Nakagawa <i>et al.</i> (2000)	23	52	11	14	1	12.5
Luxemburgo	Lünnemann y Mathä (2006)	15	31	27	27	2-3	9.0
México	Castañón <i>et al.</i> (2008)	-	-	-	-	-	5.7
Países Bajos	Hoerberichts y Stokman (2006)	10	60	19	11	1	10.7
Portugal	Martins (2005)	24	51	14	12	1	12.7
Reino Unido	Hall <i>et al.</i> (2000)	6	37	44	14	2-3	8.2
Rumania	Copaciu <i>et al.</i> (2007)	-	-	-	-	-	4.1
Suecia	Apel <i>et al.</i> (2005)	29	43	6	20	1	12.7
Turquía	Şahinöz y Saracoğlu (2008)	-	-	-	-	-	3.0
Zona del euro	Fabiani <i>et al.</i> (2006)	27	39	20	14	1	12.3

NOTAS: Las cifras para el Reino Unido y Suecia son tomadas de Mash (2004). Las cifras para Alemania son tomadas de Fabiani *et al.* (2006). Las cifras para Japón corresponden a menos de 1, 1-2, 3-4 y más de 5, cambios por año, respectivamente. Duraciones implícitas promedio obtenidas a partir de datos agrupados por intervalo. Supuestos para empresas que declaran "al menos cuatro cambios en los precios por año" se consideraran 8 cambios en los precios (es decir, duración promedio de 1.33 meses); para aquellas que declaran "dos o tres cambios por año" 2.5 cambios en los precios (es decir, duración promedio de 4.8 meses); para aquellas que declaran "un cambio por año" una duración de 12 meses; y para aquellas que declaran "menos de un cambio de precio por año", se considera un cambio cada dos años (duración promedio de 24 meses).

modelo de la ira del consumidor de Rotemberg (2005) también permite el ajuste de precios en forma no frecuente.

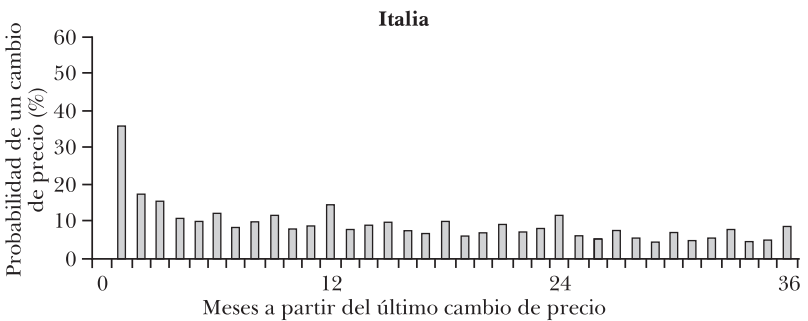
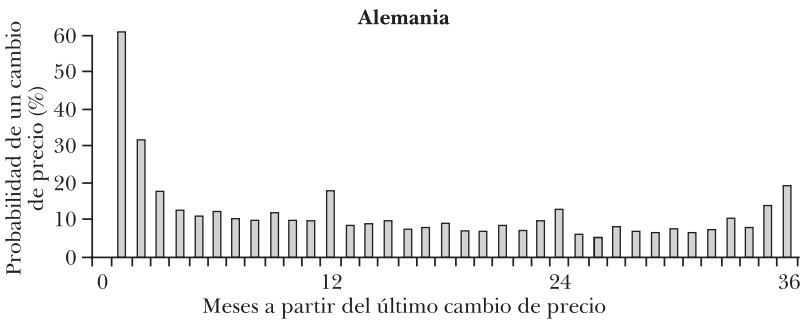
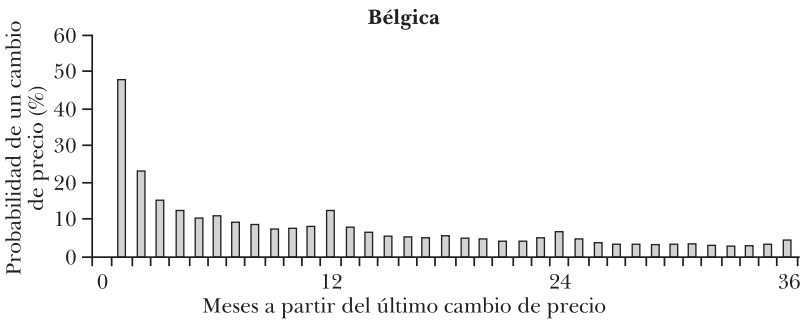
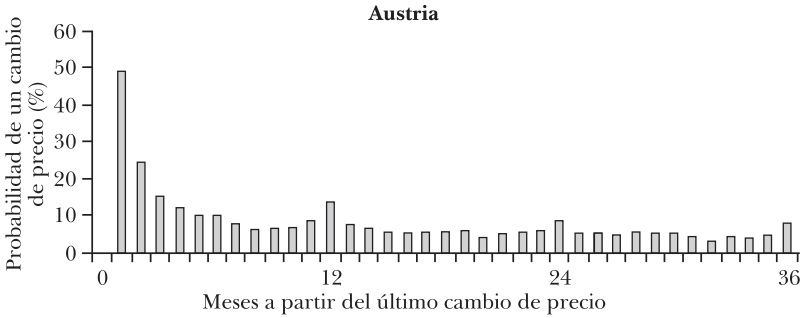
## V. LA FUNCIÓN DE RIESGO DE LOS CAMBIOS EN LOS PRECIOS

La literatura sobre modelos de fijación de precios se ha concentrado principalmente en equiparar la frecuencia promedio del ajuste de precios. Este enfoque en el primer momento de la distribución de las duraciones de precios implica descartar información útil que permite discriminar entre modelos opuestos. Por el contrario, la función de riesgo de los cambios en los precios  $h(k)$  contiene la misma información que la función de distribución de las duraciones de precios, caracterizándolo así totalmente, con la ventaja adicional de que es fácilmente interpretada a la luz de muchos modelos de fijación de precios. Además, muchos modelos que se observan equivalentes en la frecuencia de cambio de precios, presentan bruscamente diferentes tasas de riesgo (ver el cuadro I y las gráficas en el Apéndice 1).

La validez de los diferentes modelos teóricos puede ser evaluada con base en las estimaciones de las funciones de riesgo utilizando microdatos de los precios al consumidor [ver, por ejemplo, Fougère *et al.* (2007), Hansen y Hansen (2006) o Saita *et al.* (2006)]. La gráfica II presenta estimaciones no paramétricas de esta función calculada con precios individuales para Austria [Baumgartner *et al.* (2005)], Bélgica [Aucremanne y Dhyne (2004)], Alemania [Hoffmann y Kurz-Kim (2006)] e Italia [Veronese *et al.* (2006)]. Hay tres hallazgos comunes en los estudios de los diferentes países. En primer lugar, las tasas de riesgo de los cambios en los precios son diferentes de cero en cualquier período, incluso durante largos horizontes. En segundo lugar, las funciones de riesgo tienen una pendiente decreciente y en tercer lugar, un número importante de empresas ajustan los precios cada 12, 24, 36 ... meses. Estos hechos estilizados se encuentran también con los datos de precios al productor, tal como se muestra en Álvarez *et al.* (2008) o Nakamura y Steinsson (2008).

El hecho de que las tasas de riesgo son diferentes de cero para cualquier período está claramente en contradicción con algunos modelos teóricos. Todos los modelos que predicen ajustes continuos de precios implican que no hay precios que sean no variables para más de un mes. Esto incluye modelos basados en contratos rígidos o información [Lucas (1972), Fischer (1977), Mankiw y Reis (2002), Carvalho (2005), Reis (2006) y Maćkowiack

**GRÁFICA II. FUNCIONES DE RIESGO PARA CAMBIOS EN LOS PRECIOS AL CONSUMIDOR**





y Wiederholt (2007)], costos convexos de ajuste [Rotemberg (1982) y Kozicki y Tinsley (2002)] e indexación generalizada [Christiano *et al.* (2005) y Smets y Wouters (2003)]. También contradice Sheshinski y Weiss (1977), Taylor (1980) y, Bonomo y Carvalho (2004), donde todos los precios se restablecen con una periodicidad fija, determinada por la duración del contrato, lo que implica que todos los precios tienen la misma duración. El modelo Calvo truncado de Wolman (1999) y el modelo de costos de menú de Dotsey *et al.* (1999), implican que necesariamente todas las empresas ajustan los precios después de un cierto número de períodos. Por el contrario, las tasas de riesgo diferentes de cero son acomodadas por muchos de los modelos dependientes del tiempo [Calvo (1983), Taylor (1993), Galí y Gertler (1999), Aoki (2001), Álvarez *et al.* (2005), Sheedy (2005) y Carvalho (2006)] y también Danziger (1999), Rotemberg (2005), Golosov y Lucas (2007) y Nakamura y Steinsson (2008).

La pendiente decreciente de la tasa de riesgo empírica no puede ser explicada por la mayoría de los modelos teóricos considerados (ver cuadro 1 y Apéndice 1). Sólo los modelos de Álvarez *et al.* (2005), Rotemberg (2005), Sheedy (2005) y Carvalho (2006) son capaces de dar cuenta de este hecho estilizado. La pendiente decreciente de la función de riesgo, tomada a valor facial, significa que una empresa tendrá una menor probabilidad de cambiar su precio mientras mayor tiempo lo haya mantenido sin cambios, una posibilidad que es permitida en los modelos de Rotemberg (2005) y Sheedy (2005). Una explicación alternativa es que simplemente refleja la agregación de los fijadores de precios heterogéneos. De hecho, es bien conocido en la literatura del fracaso que una mezcla de distribuciones con tasas de fracaso no crecientes tiene una tasa de fracaso decreciente<sup>13</sup> [ver Proshchan (1963)]. La intuición es la siguiente. Por definición, las empresas con estrategias de fijación de precios rígidos tienen una menor probabilidad de ajustar los precios que las empresas con reglas de fijación de precios flexibles. La función agregada de riesgo considera los cambios en los precios para todas las empresas y la porción de los cambios en los precios por porción de las empresas con estrategias de fijación de precios flexibles disminuye con la edad del precio, es decir, con el tiempo transcurrido desde que el precio cambió por última

<sup>13</sup> En economía laboral, la probabilidad de empleo estimada disminuye con la duración del desempleo, porque los individuos “que pueden ser empleados” son aquellos que rápidamente encuentran trabajo y, por lo tanto los “que no pueden ser empleados” son aquellos con períodos de desempleo largos.

vez. Para edades altas, sólo se observan cambios en los precios de las empresas rígidas. De hecho, es sencillo mostrar [por ejemplo, Álvarez *et al.* (2005)] que la tasa de riesgo de una mezcla de dos componentes con tasas de riesgo  $h^1(k)$  y  $h^2(k)$  y funciones de supervivencia  $S^1(k)$  y  $S^2(k)$  está dada por:

$$h(k) = \beta(k) h^1(k) + (1 - \beta(k)) h^2(k)$$

$$\beta(k) = \frac{S^1(k)}{S(k)}$$

La expresión muestra que la tasa de riesgo de un agregado es una combinación lineal convexa de sus componentes, con ponderaciones (basados en la supervivencia) que varían con el horizonte. Además, el cambio en la tasa de riesgo está determinada por:

$$\frac{\Delta h(k)}{\Delta k} = \frac{\Delta h^1(k)}{\Delta k} \beta(k) + \frac{\Delta h^2(k)}{\Delta k} [1 - \beta(k)] + H(k),$$

donde  $H(k) = -\beta(k) [1 - \beta(k)] [h^1(k) - h^2(k)]^2 \varepsilon(k)$  y:

$$\varepsilon(k) = \left\{ \frac{1 + [h^1(k) - h^2(k)]^{-1} \left[ \frac{\Delta h^1(k)}{\Delta k} - \frac{\Delta h^2(k)}{\Delta k} \right] \Delta k}{1 - h(k) \Delta k} \right\}$$

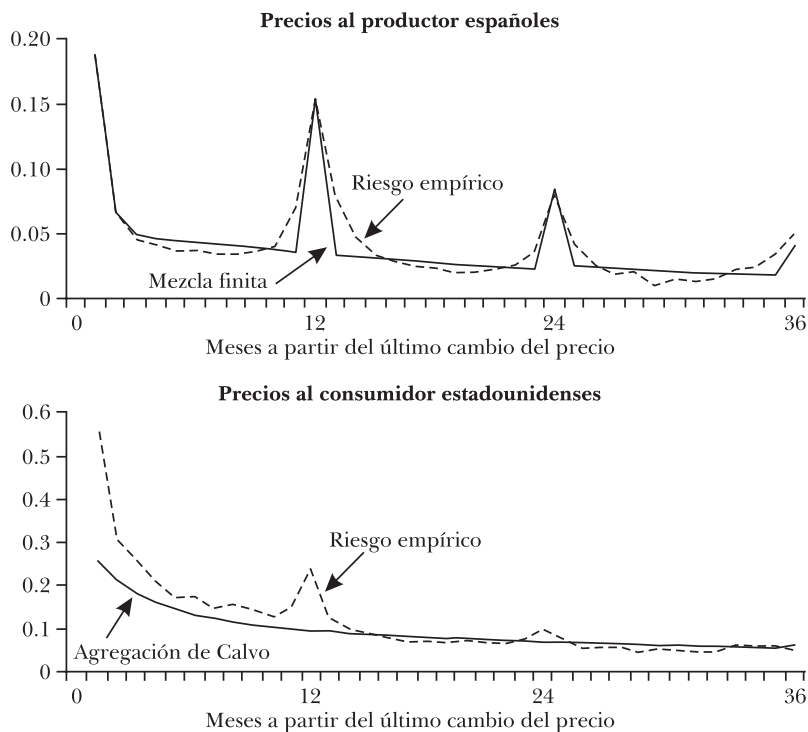
La expresión muestra que el cambio de la tasa de riesgo de un agregado es una combinación lineal convexa de los cambios de los riesgos de sus componentes más un efecto de heterogeneidad. Es importante destacar que la mezcla de una función de riesgo no creciente es siempre no creciente, pero la inversa no lo es necesariamente. Una mezcla de las distribuciones con tasas de riesgo crecientes no tiene que ser constante o decreciente [Block *et al.* (2003)].

La existencia de picos en la función de riesgo cada 12, 24, 36 ... meses puede explicarse por la coexistencia de diferentes fijadores de precios según Taylor con contratos de esas duraciones o por el modelo Calvo anual de Álvarez *et al.* (2005), pero no con el resto de los modelos considerados en el cuadro 1. Observe que la presencia de estos picos es un reflejo de la estacionalidad que está presente en todos los estudios de microdatos cuantitativos [ver, por ejemplo, Sabbatini *et al.* (2007) para evidencia en los países de la zona del euro]. La estacionalidad es consistente

con los modelos dependientes del tiempo, pero también podría reflejar la estacionalidad de choques de costo o de demanda. Curiosamente, Heckel *et al.* (2008) encuentran que las tasas de riesgo para los salarios, uno de los principales componentes de los costos de las empresas, también muestran picos estacionales. Estos picos podrían surgir también en los modelos donde hay costos para obtener información. Si la volatilidad de la demanda es estacional, las empresas encontrarán deseable adquirir información y ajustar los precios en la mayoría de los casos donde la demanda es particularmente incierta.

Para explicar los tres hechos estilizados en las tasas de riesgo, Álvarez *et al.* (2005) proponen un modelo parsimonioso formado por varios agentes Calvo<sup>14</sup> y un agente anual Calvo. Como puede verse en el panel izquierdo de la gráfica III, esto proporciona una representación muy exacta de los datos individuales.

**GRÁFICA III. FUNCIONES DE RIESGO PARA CAMBIOS EN LOS PRECIOS**



<sup>14</sup> Woodford (2007b) presenta un modelo de fijación de precios estado dependiente con información restringida. Encuentra que el modelo Calvo (1983) proporciona una aproximación bastante precisa, excepto en el caso de choques grandes.

Otra posibilidad, como en Carvalho (2006), sería la de considerar que las economías están compuestas por numerosos sectores y que cada uno de ellos sigue una regla de fijación de precios Calvo diferente. Esto podría ser visto como la elaboración de una representación más exacta de los datos. Sin embargo, los resultados en el panel derecho de la gráfica III apuntan a algunos problemas de esta hipótesis alternativa. De hecho, la agregación de fijadores de precios Calvo pierde algunas características de la función de riesgo de cambios en los precios. En primer lugar, aún considerando un gran número de sectores, dentro de la heterogeneidad del sector en términos de cambios en los precios es probable que esté presente. En general, habrá algunos fijadores de precios que son más flexibles que el promedio del grupo más flexible y otros que siguen políticas de fijación de precios más rígidas que el promedio del grupo más rígido. En segundo lugar, por construcción, el riesgo del agregado no muestra picos anuales que estén presentes en los datos.

La introducción de heterogeneidad en los modelos de fijación de precios conduce a implicaciones precisas en términos del riesgo del agregado. En algunos casos, como Álvarez *et al.* (2005) o Carvalho (2006), genera una tasa de riesgo decreciente. La generalización de algunos otros modelos, como los modelos de costos de menú, también podría conducir a riesgos decrecientes. Sin embargo, esto no necesariamente ocurrirá. La agregación de los modelos que implican ajuste de precios continuos [contratos rígidos o modelos de información, tales como Lucas (1972), Fischer (1977), Mankiw y Reis (2002), Carvalho (2005), Reis (2006), Maćkowiack y Wiederholt (2007), modelos con costos convexos de ajuste, como Rotemberg (1982) o Kozicki y Tinsley (2002), o modelos con un mecanismo de indexación amplio y automático, como Christiano *et al.* (2005) o Smets y Wouters (2003)], no pueden generar una tasa de riesgo decreciente. También es relevante señalar que la mezcla de tasas de riesgo que son iguales a cero para algunos horizontes es también cero para esos horizontes.<sup>15</sup> Este es un problema para los modelos como Wolman (1999) o Dotsey *et al.* (1999).

## VI. HETEROGENEIDAD

Como se ha visto en la sección anterior, una posible explicación para la pendiente decreciente de las funciones de riesgo es que

<sup>15</sup> Observe que si  $h^1(j) = h^2(j) = 0$  para algún  $j$ , entonces  $h(j) = 0$ .

existe heterogeneidad en la frecuencia de ajuste de precios. Sin embargo, la mayoría de los modelos de fijación de precios supone que todas las empresas son idénticas. Si existen diferencias en el comportamiento de la fijación de precios, pero no se toman en cuenta, pueden dar lugar a modelos mal especificados. De hecho, investigación reciente [por ejemplo, Carvalho (2006) o Nakamura y Steinsson (2007)] ya muestra que el impacto de los choques nominales es considerablemente más alto en economías heterogéneas que en economías homogéneas con la misma frecuencia promedio de cambio de precios.

La evidencia reciente macroeconómica encuentra de manera consistente que el ajuste de precios es heterogéneo a través de empresas que venden productos diferentes. De hecho, como puede verse en el cuadro 4, sectores en los cuales las empresas cambian a menudo los precios coexisten con otros en los cuales las empresas mantienen de manera frecuente los precios sin cambio por períodos relativamente largos. Surgen algunos hallazgos interesantes. En específico, los ajustes de precios del IPC son especialmente frecuentes para la energía y los productos alimenticios sin procesar, mientras que los precios de los servicios tienden a permanecer constantes durante largos períodos. A su vez, los productos alimenticios procesados y los bienes industriales no energéticos tienden a ocupar un nivel intermedio en la frecuencia de cambios. Los datos de encuestas también muestran que los precios de los alimentos y la energía cambian con más frecuencia que aquellos de otros bienes o servicios (ver Álvarez y Hernando (2007a) para España). Dentro de la heterogeneidad del sector es todavía muy relevante. El panel izquierdo de la gráfica IV presenta el histograma de las duraciones de los precios en el conjunto de datos de Nakamura y Steinsson (2008) para los precios al consumidor en Estados Unidos. El panel derecho presenta el histograma de las duraciones de los precios con base en los datos de la encuesta de las industrias de la zona del euro NACE2 utilizados en Álvarez y Hernando (2007b). Se considera que las duraciones de precio varían mucho entre los sectores. La heterogeneidad también está presente entre las empresas que venden los mismos productos en diferentes tipos de puntos de venta [por ejemplo, Jonker *et al.* (2004) para los Países Bajos o Veronese *et al.* (2005) para Italia]. De hecho, la frecuencia de cambio en los precios es significativamente mayor en los supermercados e hipermercados que en las tiendas tradicionales, lo que sugiere que la estructura del sector minorista juega un papel en la explicación de las diferencias en el grado de ajuste de los precios. En el análisis de

los precios al productor también se encuentra que la energía y los alimentos asimismo se caracterizan por precios de ajuste más frecuentes, mientras que los bienes de capital y bienes duraderos son los componentes más rígidos.

**CUADRO 4. HETEROGENEIDAD EN EL COMPORTAMIENTO DE FIJACIÓN DE PRECIOS, FRECUENCIA MENSUAL DE LOS CAMBIOS EN LOS PRECIOS (en porcentajes)**

<i>Precios al consumidor</i>	<i>Alimentos no procesados</i>	<i>Alimentos procesados</i>	<i>Energía</i>	<i>Bienes industriales no energéticos</i>	<i>Servicios</i>
Alemania	25.2	8.9	91.4	5.4	4.3
Austria	37.5	15.5	72.3	8.4	7.1
Bélgica	31.5	19.1	81.6	5.9	3
Dinamarca	57.5	17.6	94.6	8.3	7.3
España	50.9	17.7	n.a.	6.1	4.6
Estados Unidos	47.7	27.1	74.1	22.4	15
Finlandia	52.7	12.8	89.3	18.1	11.6
Francia	24.7	20.3	76.9	18	7.4
Italia	19.3	9.4	61.6	5.8	4.6
Japón	71.8	30.8	50.9	22.7	3.9
Luxemburgo	54.6	10.5	73.9	14.5	4.8
México	26.4	12.5	54.9	18.7	6.1
Países Bajos	30.8	17.3	72.6	14.2	7.9
Portugal	55.3	24.5	15.9	14.3	13.6
Zona del euro	28.3	13.7	78	9.2	5.6

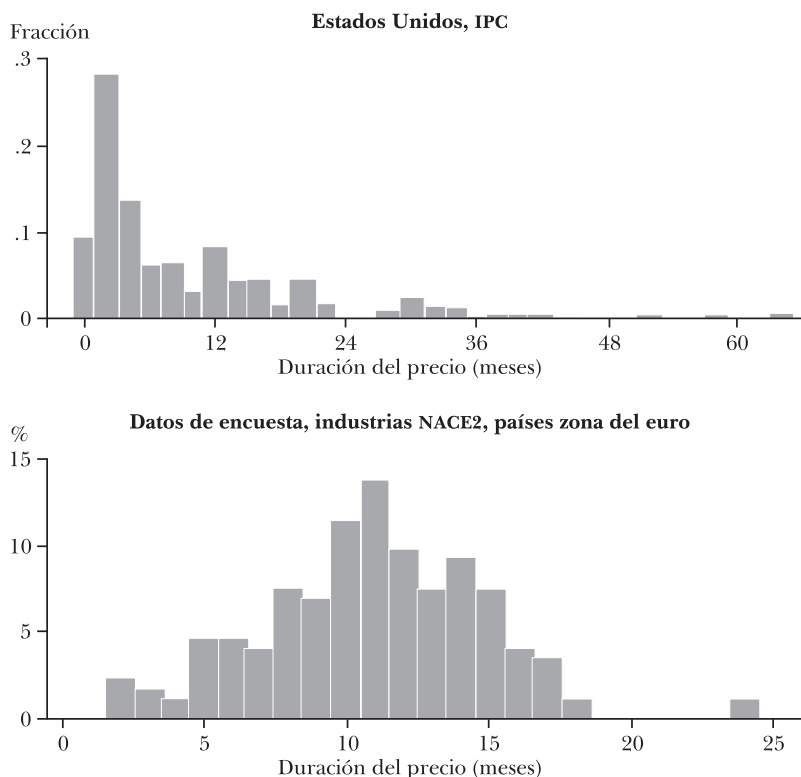
<i>Precios al productor</i>	<i>Alimentos</i>	<i>Bienes duraderos</i>	<i>Energía</i>	<i>Bienes no duraderos</i>	<i>Productos intermedios</i>	<i>Bienes de capital</i>
Alemania	26	10	94	14	23	10
Bélgica	20	14	50	11	28	13
España	24	10	38	10	28	8
Francia	32	13	66	10	23	12
Italia	27	7	n.a.	10	18	5
Portugal	21	18	66	5	12	n.a.
Zona del euro	27	10	72	11	22	9

FUENTE: Precios al Consumidor: Para países en la zona del euro y Estados Unidos, Dhyne *et al.* (2006); para Dinamarca, Hansen y Hansen (2006); para Japón, Saita *et al.* (2006) y para México, Gagnon (2006). Las cifras para México se refieren al período 2003-2004. Para precios al productor, Vermeulen *et al.* (2007).

La heterogeneidad en el precio de ajuste es, sin duda, una característica que necesita ser considerada en los modelos de fijación de precios. De hecho, de los 25 modelos analizados en el cuadro 1, sólo 4 permiten la heterogeneidad de los cambios en los precios y Aoki (2001) sólo permite un limitado grado de heterogeneidad, ya que una fracción de los fijadores de precios

ajustan los precios continuamente, mientras que el resto lo hacen con una frecuencia no restringida y constante. A su vez, 3 modelos permiten bastante heterogeneidad general: Taylor (1993), Álvarez *et al.* (2005) y Carvalho (2006).

#### GRÁFICA IV. DISTRIBUCIÓN DE LAS DURACIONES DE PRECIOS



Curiosamente, se encuentra que la heterogeneidad está relacionada con las diferencias en las características de la industria<sup>16</sup> tales como los costos y la competencia de mercado, un tema que merece un análisis más detallado. Por ejemplo, la frecuencia de cambio en los precios al consumidor depende de la variabilidad de los precios de insumos [Hoffmann-Kurz y Kim (2006)] y las diferencias en la estructura de costos ayudan a explicar las diferencias en el grado de la flexibilidad de los precios al productor [Álvarez *et al.* (2008) y Cornille y Dossche (2006)], un resultado

<sup>16</sup> Algunos modelos teóricos, como Danziger (1999) y Bonomo y Carvalho (2004), predicen una relación positiva entre la frecuencia del cambio de precio y la varianza de los choques idiosincrásicos.

que también se encontró en los datos de encuestas [Álvarez y Hernando (2007a, 2007b)]. Específicamente, la participación de los costos laborales en los costos variables afecta negativamente la frecuencia de cambio en los precios, dado que los salarios no cambian con frecuencia; mientras que la participación de los costos de bienes intermedios en los costos variables tiene un efecto positivo. En cuanto a la competencia de mercado, la evidencia de las encuestas muestra que una mayor competencia conduce a cambios en los precios más frecuentes<sup>17</sup> [Álvarez y Hernando (2007a, 2007b)]; este resultado también se encontró con los precios al consumidor [Lünnemann y Mathä (2005)].

## VII. COMPORTAMIENTO DEPENDIENTE DEL TIEMPO

Algunos estimadores han sido sugeridos en la literatura para medir la importancia relativa de los fijadores de precios dependientes del tiempo. Klenow y Kryvtsov (2005) introdujeron el estimador más comúnmente. Su medida<sup>18</sup> está dada por  $\alpha_{KK} = \frac{fr^2 \text{Var}(S_t)}{\text{Var}(\pi_t)}$ , donde  $fr$  y  $fr_t$  se refieren a la frecuencia prome-

dio del cambio de precios la frecuencia en el tiempo  $t$ , respectivamente, y  $\text{Var}(S_t)$  y  $\text{Var}(\pi_t)$  se refieren a la varianza del tamaño del cambio de precio y la inflación, respectivamente. Klenow y Kryvtsov (2005) definen el numerador de la expresión anterior como el componente dependiente del tiempo de la varianza de la inflación, debido a que sería el valor de  $\text{Var}(\pi_t)$  si la frecuencia del ajuste de precios fuese constante.<sup>19</sup> Como lo destacan Dias *et al.* (2007), es importante notar que el tipo de escalonamiento que implica  $\text{Var}(\pi_t) = fr^2 \text{Var}(S_t)$  es un escalonamiento uniforme, para lo cual  $fr_t = fr$ . Modelos con ajuste de precios continuo y modelos dependientes del tiempo predicen una frecuencia de ajuste constante, por lo que  $\alpha_{KK} = 1$ . Como una medida alternativa del comportamiento dependiente del tiempo,

<sup>17</sup> Konieczny y Rumler (2006) desarrollan un modelo en el cual la frecuencia del ajuste de precios es mas alta mientras más alta sea la curvatura de la función de utilidad.

<sup>18</sup> Si  $\text{Cov}(frS_t, (fr - fr_t)S_t) \neq 0$  la medida Klenow y Kryvtsov (2005) no puede estar en el intervalo  $[0, 1]$ . En la práctica, este término es generalmente pequeño. Ver Dias *et al.* (2007) para una discusión detallada.

<sup>19</sup> La frecuencia del ajuste de precios es también constante en algunos modelos dependientes del estado, tales como Danzinger (1999) o Gertler y Leahy (2007).



Dias *et al.* (2006) muestran que el complemento del índice<sup>20</sup> (FK) de Fisher y Konieczny (2000) puede ser visto como un estimador de la proporción de las empresas con comportamiento de fijación de precios escalonada de manera uniforme.

El cuadro 5 presenta los resultados de estas medidas. En general, ambas medidas apuntan a la importancia del comportamiento dependiente del tiempo para países con baja y moderada inflación y están en línea con la estabilidad en el tiempo de la frecuencia de cambio en los precios expuesta en los distintos

**CUADRO 5. IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO DEPENDIENTE DEL TIEMPO. MICRODATOS CUANTITATIVOS**

País	Precios al consumidor		Precios al productor		
	Medida Dias <i>et al.</i>	Estudio	Medida Kle- now Kryvstov	Estudio	Medida Kle- now Kryvstov
Alemania	87				
Austria	79				
Bélgica	82			Cornille y Dossche (2006)	86 (36)
España	85				
Estados Uni- dos		Klenov y Kryvstov (2005)	97 (91)		
Finlandia	64	Kurri (2007)	98		
Francia	81	Baudry <i>et al.</i> (2007)	83	Gautier (2006)	92.2 (97.9)
Italia	76				
Luxemburgo	52				
México		Gagnon (2006)	34.6 (82.7)		
Países Bajos	73				
Portugal	83	Dias <i>et al.</i> (2006)	74 (69)	Dias <i>et al.</i> (2006)	92
Sierra Leona		Kovanen (2006)	3.1		
Zona del euro	82				

NOTAS: Las medidas Dias *et al.* (2005) calculadas como el complemento de la mediana del coeficiente de sincronización presentado en Dhyne *et al.* (2005). Medidas Klenow-Kryvstov: Para el IPC portugués, las cifras se refieren a 1993-1997 y aquellas entre paréntesis a 1998-2000. Para el IPP francés, las cifras entre paréntesis controlan estacionalidad, cambios en la tasa del IVA y cambios en efectivo del euro. Para el IPP belga, las cifras excluyen los meses de enero y diciembre, mientras que aquellos entre paréntesis no. Para el IPC mexicano, las cifras se refieren al período de alta inflación 1995-1999, mientras que aquellos entre paréntesis se refieren al período de baja inflación 1999-2002. Para el IPC de los Estados Unidos, las cifras entre paréntesis se refieren a los precios regulares incluidas sustituciones.

$$^{20} FK = \frac{\sqrt{\text{Var}(\hat{f}_t)}}{\sqrt{\hat{f}_t(1-\hat{f}_t)}}$$

estudios micro. De forma interesante, la medida de Klenow y Kryvstov señala una muy baja participación de los fijadores de precios dependientes del tiempo para Sierra Leona y México, que es lo que se espera dadas las elevadas tasas de inflación en esos países en el período en análisis.

Estudios cuantitativos también encuentran algunos elementos específicos de la dependencia del estado. Por ejemplo, la inflación es asociada con mayores frecuencias de los aumentos de precios y menores frecuencias de disminuciones de precios [ver, por ejemplo, Veronese *et al.* (2005) para evidencia del IPC italiano o Stahl (2006a) para el IPP alemán], aunque la magnitud de los efectos es moderada. También se encuentra que cambios en los impuestos indirectos tienen un impacto sobre la frecuencia del ajuste de precios [ver, por ejemplo, Aucremanne y Dhyne (2004) para el IPC belga o Álvarez *et al.* (2008) para el IPP español], si bien la proporción de las empresas que ajustan los precios siguiendo un cambio en la tasa del impuesto indirecto es relativamente pequeña.

Datos de las encuestas proporcionan una manera alternativa de determinar la relevancia del comportamiento dependiente del tiempo (cuadro 6). Se preguntó a las empresas sobre la estrategia

**CUADRO 6.** IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO DEPENDIENTE DEL TIEMPO, DATOS DE ENCUESTAS: PARTICIPACIÓN DE LAS FIRMAS (en porcentajes)

<i>País</i>	<i>Estudio</i>	<i>Dependiente del tiempo</i>	<i>Dependiente del tiempo y estado</i>
Alemania	Stahl (2005)	26	55
Austria	Kwapil <i>et al.</i> (2005)	41	32
Bélgica	Aucremanne y Collin (2005)	26	40
Canadá	Amirault <i>et al.</i> (2006)	66	-
España	Álvarez y Hernando (2007 a)	33	28
Estados Unidos	Blinder <i>et al.</i> (1998)	60	10
Estonia	Dabušinskas y Randveer (2006)	27	50
Francia	Loupas y Ricart (2004)	39	55
Italia	Fabiani <i>et al.</i> (2007)	40	46
Luxemburgo	Lünnemann y Mathä (2006)	18	32
México	Castañón <i>et al.</i> (2008)	17	55
Países Bajos	Hoerberichts y Stokman (2006)	36	18
Portugal	Martins (2005)	35	19
Reino Unido	Hall <i>et al.</i> (2000)	79	10
Rumania	Copaciu <i>et al.</i> (2007)	15	42
Turquía	Şahinöz y Saraçoğlu (2008)	31	11
Zona Euro	Fabiani <i>et al.</i> (2006)	34	46

NOTAS: Para Estados Unidos: dependiente del tiempo y estado considera revisiones de precios periódicas para algunos productos pero no para otros. Para Francia, las cifras corresponden a las incluidas en Fabiani *et al.* (2006).

que siguen cuando revisan sus precios. En la típica encuesta, se les ofreció las siguientes opciones: “En intervalos de tiempo específicos”, que puede interpretarse como evidencia de dependencia del tiempo, “En respuesta a eventos específicos”, que está en línea con los modelos estado dependientes, y “Principalmente a intervalos de tiempo específicos, pero también en respuesta a eventos específicos”, que refleja una estrategia mixta. En general, los resultados muestran la coexistencia de elementos dependientes del tiempo y de estado en el comportamiento de fijación de precios a nivel individual.

La evidencia en estudios de países de la zona del euro resumidos en Fabiani *et al.* (2006) muestra, en general, que la porción de las empresas que siguen principalmente reglas dependientes del tiempo es en general más alto para otros servicios que para el comercio, lo cual, a su vez, es más alto que en la industria manufacturera. También, las empresas más grandes tienden a utilizar, un poco más a menudo, reglas dependientes del tiempo. Para esclarecer la relación entre el uso de estrategias de fijación de precios dependientes del tiempo y las características de la industria, el cuadro 7 presenta los resultados de un modelo logit multinomial con datos de encuestas españolas. Los siguientes resultados merecen especial atención. En primer lugar: las reglas dependientes del tiempo tienden a ser las más utilizadas mientras mayor es la intensidad de la mano de obra en los procesos de producción, reflejando una mayor estabilidad de los costos marginales en tales industrias. En segundo lugar: mientras mayor es el grado de percepción de la competencia, menor es la fracción de las empresas que utilizan exclusivamente reglas dependientes del tiempo. Este resultado es consistente con la idea de que los precios de las empresas que operan en mercados más competitivos son más propensos a reaccionar a los cambios en su entorno. En tercer lugar, las empresas pequeñas tienden a confiar menos en estrategias de fijación de precios dependientes del tiempo. En este sentido, Konieczny y Rumler (2006) presentan un modelo en el cual la probabilidad de adoptar estrategias dependientes del tiempo depende de la curvatura de la función de utilidad en torno al precio óptimo: mientras mayor sea, como en un entorno competitivo, es menos probable un comportamiento dependiente del tiempo.

En general, parece que existe la necesidad de refinar los modelos teóricos dependientes de estado, dado que las implicaciones de los modelos más extendidos están en contradicción con los microdatos. Por ejemplo, los modelos de costos de menú, suponen que las empresas evalúan sus políticas de fijación de precios

**CUADRO 7. REGRESIÓN LOGIT MULTINOMIAL. REVISIÓN DE PRECIOS**

Variable	Dependiente del tiempo			Dependiente del tiempo y estado		
	Coefficiente	Error estándar	z	Coefficiente	Error estándar	z
Mano de obra	3.15	0.55	5.7	2.16	0.58	3.7
Competencia	-0.12	0.06	-2.1	0.06	0.06	1.1
Condiciones de demanda	0.04	0.03	1.3	0.07	0.03	2.1
Pequeña empresa	-0.48	0.12	-3.9	-0.68	0.13	-5.4
Alimentos	-0.61	0.41	-1.5	0.41	0.47	0.9
Productos no alimenticios	-0.29	0.38	-0.8	0.54	0.45	1.2
Intermedios	-1.52	0.37	-4.1	-0.37	0.44	-0.8
Bienes de capital	-1.34	0.38	-3.5	-0.11	0.45	-0.3
Comercio de alimentos	-0.18	0.41	-0.4	0.23	0.48	0.5
Comercio de energía	0.05	0.75	0.1	0.23	0.91	0.3
Otro comercio	0.02	0.37	0.1	0.63	0.44	1.4
Hoteles y agencias de viajes	0.27	0.44	0.6	1.09	0.52	2.1
Bares y restaurantes	-0.56	0.39	-1.4	0.59	0.46	1.3
Transporte	-0.07	0.37	-0.2	0.66	0.46	1.5
Comunicaciones	-0.67	0.47	-1.4	-0.21	0.58	-0.4
Constante	-0.24	0.38	-0.6	-1.40	0.45	-3.1
Número de observaciones	1,847					
$\chi^2$ de Wald (30)	213.08					
Probabilidad log	-1,881.63					
AIC	3,768.71					
BIC	3,945.39					
Pseudo R <sup>2</sup>	0.07					

NOTAS: Grupo de referencia: dependiente del estado. Sector de referencia: energía. Errores estándar robustos

cada período y establecen un nuevo precio si les resulta rentable. Sin embargo, en la práctica, las empresas no evalúan continuamente sus planes de fijación de precios. Fabiani *et al.* (2006) y Lünemann y Mathä (2007) muestran que las empresas revisan los precios con poca frecuencia. De hecho, para la zona del euro en su conjunto, Fabiani *et al.* (2006) encuentran que el 57% de las empresas revisan los precios no más de tres veces al año y sólo el 12% la revisan más de una vez por mes. La empresa modal revisa los precios una vez al año, un resultado que también se encontró en países que no pertenecen a la zona del euro [Lünemann y Mathä (2007)]. Estos resultados están en línea con las predicciones del modelo de negligencia de Reis (2006), que racionaliza la revisión de precios no frecuente.

Desafortunadamente, este modelo también predice que las empresas deberán cambiar los precios continuamente.

Un problema adicional para los modelos de costos de menú es que se encuentran generalmente entre las teorías menos reconocidas por las empresas,<sup>21</sup> a pesar de su prevalencia en la investigación teórica. Fabiani *et al.* (2006) informan que los costos de menú clasifican ocho de las diez teorías para la zona del euro y resultados similares son informados por Lünnemann y Mathä (2007) para otros países. [Ver también Castañón *et al.* (2008) y Copaciu (2008)]. Teorías en las cuales la información es muy costosa son clasificadas aún más abajo [Fabiani *et al.* (2006)]. Otro aspecto problemático de los modelos de costos de menú es el gran número de pequeños cambios en los precios observados en los datos. Sin embargo, recientes trabajos de Lach y Tsiddon (2005) y, Midrigan (2006) muestran que las extensiones de los modelos de costos de menú para escenarios multiproducto en las cuales las empresas se enfrentan a las interacciones en el costo del ajuste de precios de diferentes bienes son capaces de dar cuenta de la gran cantidad de pequeños cambios en los precios.

### VIII. COMPORTAMIENTO PREVISOR

La evidencia de las encuestas permite determinar en qué medida las políticas de fijación de precios de las empresas son previsoras, como generalmente se supone en los modelos teóricos. El cuadro 8 presenta evidencia sobre el comportamiento previsor en la fijación de precios en las encuestas llevadas a cabo en los Estados Unidos y Canadá. La evidencia muestra importantes diferencias respecto de la hipótesis de los fijadores de precios previsores. En particular, una fracción importante de las empresas no se ve afectada por los cambios en las perspectivas para la economía nacional cuando se fijan los precios. El impacto de la inflación futura es generalmente más importante, aunque menos que los costos específicos previstos de la empresa.<sup>22</sup> Sin

<sup>21</sup> Solo el 10.9% y el 7.6% de las empresas españolas afirman que los costos de menú y los costos de información, respectivamente, son razones importantes o muy importantes para el aplazamiento de los cambios de precios. Las cifras correspondientes para los contratos implícitos, fallas de coordinación y contratos explícitos son 57.8%, 43.1% y 39.2%, respectivamente [Álvarez y Hernando (2007a)].

<sup>22</sup> En Maćkowiak y Wiederholt (2007) las empresas prestan más atención a los choques idiosincrásicos que a las condiciones agregadas si los choques idiosincrásicos son más variables que aquellos de la economía en general.

embargo, sólo el 45% de las empresas de los Estados Unidos y el 40% de las empresas canadienses afirman que van a subir los precios en vista de aumentos previstos en los costos. Cuando se les preguntó por las razones para no cambiar los precios en este contexto, las empresas prestan especial atención a las fallas de coordinación y las explicaciones de los contratos implícitos y explícitos. Existen también las teorías que tienden a recibir el apoyo más amplio en las encuestas llevadas a cabo en otros países [Fabiani *et al.* (2006) para países de la zona del euro].

El cuadro 9 presenta la evidencia de encuestas europeas. Una

**CUADRO 8.** COMPORTAMIENTO DE PRECIOS PREVISOR, ENCUESTAS EN ESTADOS UNIDOS: PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS (en porcentajes)

Estados Unidos	
1.	¿Las predicciones acerca de la perspectiva futura de la economía nacional afectan alguna vez directamente los precios que usted establece?
	Nunca 70.5
	Ocasionalmente 15.0
	A menudo 14.5
2.	¿Las predicciones de inflación futura para la economía en general afectan alguna vez directamente los precios que usted establece?
	Nunca 51.8
	Ocasionalmente 19.9
	A menudo 28.3
3.	¿Cuándo observa que se aproximan aumentos de costos o de salarios, usted aumenta sus precios con anticipación?
	Sí o a menudo 44.4
	No o raramente 55.6
4.	¿Por qué las empresas no aumentan sus precios ante aumentos de costos previstos?
	Estamos preocupados de que las empresas competidoras no eleven sus precios 26.4
	Sería contrariar o causar dificultades a nuestros clientes 25.6
	Una vez que los costos aumentan, podemos subir nuestros precios rápidamente 14.9
	No tenemos confianza en nuestras predicciones de costos 8.3
	Los contratos o regulaciones prohíben aumentos de precios anticipados 6.6
	Otros 18.2
Canadá	
	¿Si usted prevé un aumento en sus costos futuros (por ejemplo, en las materias primas), aumenta sus propios precios con anticipación?
	Sí 40
	No 60

FUENTES: Para los Estados Unidos, Blinder *et al.* (1998). La pregunta 3 solo se preguntó a las empresas que no consideran a los costos totalmente sin importancia. La pregunta 4 se preguntó solo a las empresas que no incrementan los precios en anticipación a los aumentos de costos. Para Canadá, Amirault *et al.* (2006).

vez más, se encuentra una porción significativa de las empresas que se desvía del comportamiento previsor total. Curiosamente, algunas encuestas han preguntado a las empresas si siguen alguna regla empírica simple cuando fijan los precios (por ejemplo, cambiar los precios en un porcentaje fijo) o si consideran un amplio conjunto de indicadores que se relacionan con el entorno actual (empresas conservadoras) o incluyen expectativas sobre el entorno económico futuro (empresas previsoras). Se encontró que alrededor de un tercio de las empresas emplean algunas reglas particulares simples a la hora de fijar los precios, de acuerdo con Galí y Gertler (1999), Smets y Wouters (2003) y Christiano *et al.* (2005). Sin embargo, Álvarez y Hernando (2007a) encuentran que el hecho de que una empresa aplica una regla empírica tiene un impacto negativo significativo sobre la frecuencia de cambio de precios, por lo que las empresas que utilizan una regla empírica simple cambian los precios con menos frecuencia que el resto. Probablemente, una regla empírica según la cual las empresas cambian los precios una vez al año, en línea con el agregado anual de la inflación pasada, capturaría la dinámica de la inflación de manera más realista y también ayudaría a capturar el comportamiento estacional.

**CUADRO 9.** COMPORTAMIENTO DE PRECIOS PREVISOR, ENCUESTAS EUROPEAS: PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS (en porcentajes)

<i>País</i>	<i>Regla empírica</i>	<i>Conservador (backward looking)</i>	<i>Previsor (forward looking)</i>
Bélgica	37	29	34
España	33	39	28
Estonia	N.A.	59	41
Luxemburgo	32	34	34
Portugal	25	33	42
	Información pasada	Información pasada y pronósticos	Pronósticos
Austria	37	51	12
Rumania	6	78	16
	Información pasada	Información contemporánea	Expectativas
Alemania	23	55	15
	Información pasada	Información actual y futura	
Italia	32	68	

NOTA: Para Alemania, cifras reescaladas de Stahl (2006b) en las empresas que afirman que la información de producción correspondiente es muy importante.

Para analizar la relación entre el conjunto de información que una empresa utiliza y las características de la industria, el cuadro 10 presenta los resultados de un modelo logit multinomial con datos de encuestas españolas. Algunos resultados interesantes que se obtuvieron son: primero, una mayor participación del trabajo sectorial se asocia con una mayor confianza del comportamiento de la regla empírica, lo que refleja menor incertidumbre en la evolución de los costos totales. Segundo, mientras mayor es el grado de competencia del mercado, mayor será el comportamiento previsor. En tercer lugar, mientras más relevantes son las condiciones de demanda, mayor será el uso de estrategias predictoras. Cuarto, es más probable que las empresas pequeñas adopten alguna regla empírica simple.

**CUADRO 10.** REGRESIÓN LOGIT MULTINOMIAL. CONJUNTO DE INFORMACIÓN

<i>Variable</i>	<i>Conservador (Backward looking)</i>			<i>Previsor (Forward looking)</i>		
	<i>Coficiente</i>	<i>Error estándar</i>	<i>z</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Error estándar</i>	<i>z</i>
Mano de obra	-2.16	0.54	-4.0	-1.92	0.61	-3.1
Competencia	0.21	0.05	4.0	0.21	0.06	3.4
Condiciones de demanda	0.09	0.03	3.0	0.13	0.04	3.6
Pequeña empresa	-0.22	0.12	-1.9	-1.13	0.14	-8.0
Alimentos	0.44	0.40	1.1	0.32	0.43	0.7
Productos no alimenticios	0.35	0.38	0.9	0.30	0.39	0.8
Intermedios	0.65	0.37	1.8	0.51	0.37	1.4
Bienes de capital	0.26	0.38	0.7	0.04	0.38	0.1
Comercio de alimentos	0.07	0.41	0.2	-1.05	0.46	-2.3
Comercio de energía	1.25	0.93	1.3	0.95	1.08	0.9
Otro comercio	0.14	0.37	0.4	-0.32	0.39	-0.8
Hoteles y agencias de viajes	0.70	0.41	1.7	0.99	0.42	2.4
Bares y restaurantes	0.29	0.38	0.8	-0.47	0.43	-1.1
Transporte	-0.13	0.37	-0.4	-0.35	0.39	-0.9
Comunicaciones	-0.50	0.54	-0.9	0.39	0.45	0.9
Constante	-0.35	0.38	-0.9	-0.49	0.40	-1.2
Número de observaciones	1,847					
$\chi^2$ de Wald (30)	253.33					
Probabilidad log	-1,852.35					
AIC	3,768.71					
BIC	3,945.39					
Pseudo R <sup>2</sup>	0.07					

NOTAS: Grupo de referencia: regla empírica. Sector de referencia: energía. Errores estándar robustos.



## IX. COMENTARIOS FINALES

Este estudio encuentra que los modelos teóricos difieren considerablemente en su capacidad para coincidir con los principales hechos estilizados micro (cuadro 11), pero ninguno está disponible para dar cuenta de todos ellos, lo que sugiere la necesidad de seguir perfeccionando los modelos de fijación de precios microfundados para aumentar su utilidad. Sorprendentemente, un importante número de modelos teóricos ampliamente utilizados en los trabajos empíricos, como en los modelos MEGDE, es incapaz de dar cuenta de casi ninguno de los principales hechos estilizados micro.

Una línea de investigación futura consiste en determinar si los modelos macro necesitan o no ser capaces de dar cuenta de todos los hechos micro con el fin de poder derivar resultados cuantitativos precisos. Tres son los aspectos que probablemente vale la pena incorporar en una nueva generación de modelos teóricos: la existencia de heterogeneidad en la frecuencia de ajuste de los precios, también una explicación plausible de la pendiente decreciente de la tasa de riesgo; fijadores de precios no óptimos; y estacionalidad,<sup>23</sup> la cual se refleja en picos anuales en la tasa de riesgo.

La incorporación de la heterogeneidad en los modelos es particularmente importante, e ignorarla no es un supuesto inocuo. De hecho, investigación reciente [Aoki (2001), Carvalho (2005, 2006), Nakamura y Steinsson (2007)] ha mostrado ya que en economías multisectoriales los choques monetarios tienen efectos reales considerablemente mayores y más persistentes que en economías con empresas idénticas y con grados similares de rigideces, por lo que el descuidar la heterogeneidad tiene importantes repercusiones cuantitativas. Aunque no hay nada inherente en muchos modelos que excluyen modelar la heterogeneidad, no todos los modelos pueden ser generalizados para generar diferencias sectoriales en la frecuencia de ajuste de precios. Esto es el caso para todos los modelos que implican ajuste continuo de precios. Otro tema de claro interés es el de explicar la heterogeneidad en términos de las diferencias subyacentes en la tecnología y la estructura del mercado. El modelo de Konieczny y Rumler (2006) es un punto de partida interesante. La investigación empírica, incluyendo la presentada en

<sup>23</sup> Otros aspectos son la necesidad de coincidir la distribución de los cambios de precios y el papel de las ventas. Ver Sheedy (2005) y Kehoe y Midrigan (2007).

CUADRO II. CONFORMIDAD DE LOS MODELOS DE FIJACIÓN DE PRECIOS CON LOS HECHOS ESTILIZADOS DE LOS MICRODATOS

	Tasa de riesgo				Fijadores de precios no óptimos
	Ajuste no frecuente	Siempre diferente de cero	Decreciente	Picos anuales	
			Heterogeneidad en el ajuste		
<i>Información rígida</i>					
Carvalho (2005)	No	No	No	No	No
Fischer (1977)	No	No	No	No	No
Lucas (1972)	No	No	No	No	No
Maćkowiak y Wiederholt (2007)	No	No	No	No	No
Mankiw y Reis (2002)	No	No	No	No	No
Reis (2006)	No	No	No	No	No
<i>Costos de menú</i>					
Danziger (1999)	Sí	Sí	No	No	No
Dotsey <i>et al.</i> (1999) (2)	Sí	No	No	No	No
Nakamura y Steinsson (2007)	Sí	Sí	No	No	No
Sheshinski y Weiss (1977)	Sí	No	No	No	No



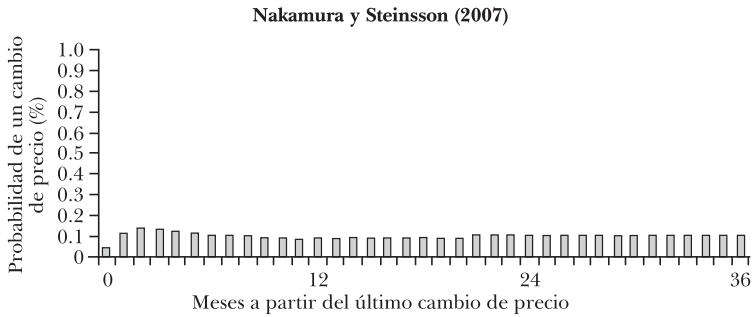
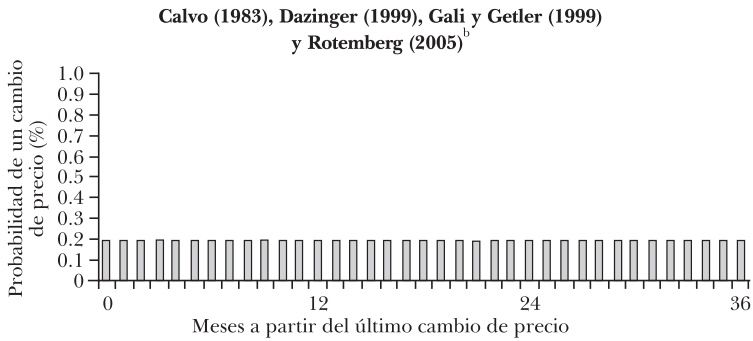
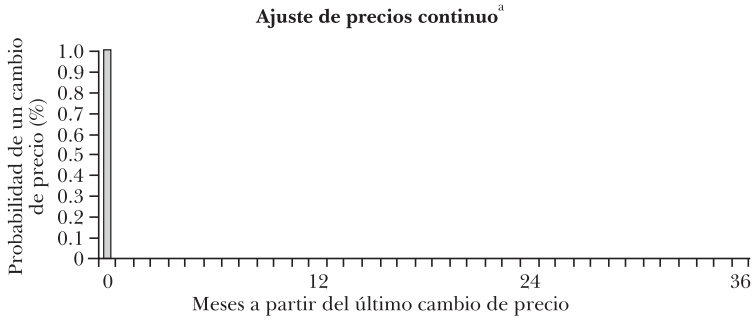
este documento, muestra que estas dimensiones son muy relevantes.

Una fracción no despreciable de las empresas parece seguir un comportamiento no óptimo al momento de fijar los precios. Esto sugiere la necesidad de incluir esta característica en otros modelos teóricos y derivar sus implicaciones para la política monetaria. El comportamiento no óptimo es probable que implique que los choques nominales tendrán efectos reales mayores, ya que la evidencia disponible [Álvarez y Hernando (2007a)] sugiere que las empresas que utilizan reglas empíricas sencillas, cambian los precios con menos frecuencia que el resto. Modelos en los cuales la regla empírica de las empresas cambia los precios una vez al año, en línea con la inflación anual, probablemente capturan la dinámica de la inflación de manera más realista. Esto también ayudaría a capturar la estacionalidad existente. Sólo los modelos de Taylor (1993) y Álvarez *et al.* (2005) dan cuenta de la estacionalidad, y la heterogeneidad también está presente en los patrones estacionales.

La evidencia de encuestas también sugiere que los elementos de la dependencia de estado deben desempeñar un papel. Sin embargo, parece que existe una necesidad de refinar los modelos dependientes de estado teóricos, dado que las implicaciones de los modelos más extendidos están en contradicción con los microdatos. Por ejemplo, los modelos de costos de menú, suponen que las empresas evalúan sus políticas de fijación de precios cada período y fijan un nuevo precio si lo estiman conveniente. Sin embargo, en la práctica, las empresas no evalúan continuamente sus planes de fijación de precios y los modelos que racionalizan la revisión de precios no frecuente, como el modelo de negligencia de Reis (2006), desafortunadamente, también predicen que las empresas deben cambiar los precios continuamente. Un problema adicional para los modelos de costos de menú es que se encuentran generalmente entre las teorías menos clasificadas por las empresas en las respuestas a las encuestas. Este es también el caso de las teorías que recalcan que la información es muy costosa. Según las encuestas, los modelos que dan énfasis a los contratos implícitos son particularmente relevantes, como en Rotemberg (2005), o la existencia de algún tipo de falla de coordinación.

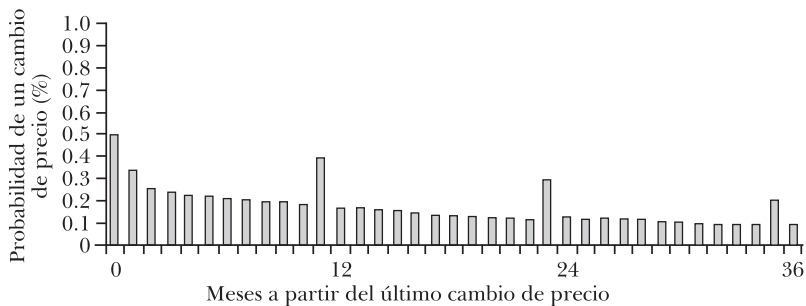
*Apéndice 1*

**GRÁFICA A.I**

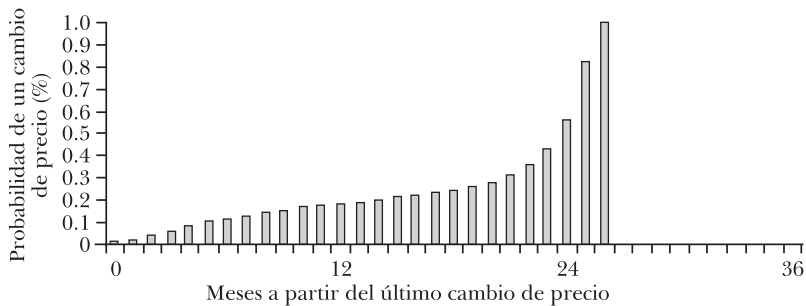


<sup>a</sup> Lucas (1972), Fischer (1977), Mankiw y Reis (2002), Carvalho (2005), Reis (2006), Rotemberg (1982) y Kozicki y Tinsley (2002). <sup>b</sup> Rotemberg (2005): caso particular.

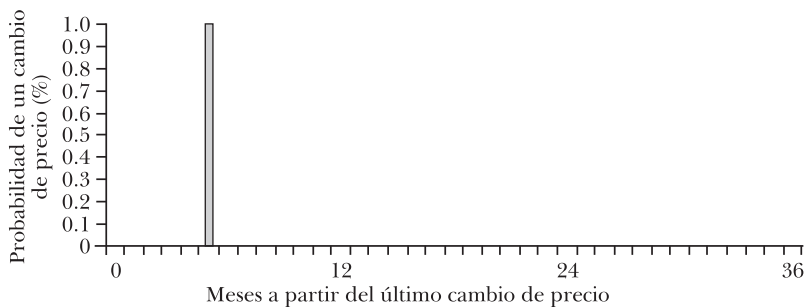
**Hechos estilizados**



**Dotsey *et al.* (1999)**

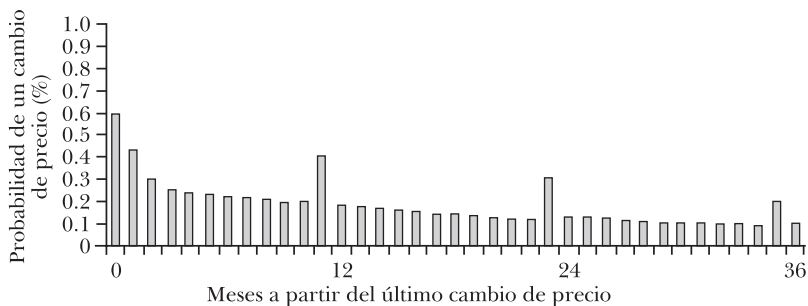


**Sheshinski y Weiss (1977), Taylor (1980),  
Bonomo y Carvalho (2004)**

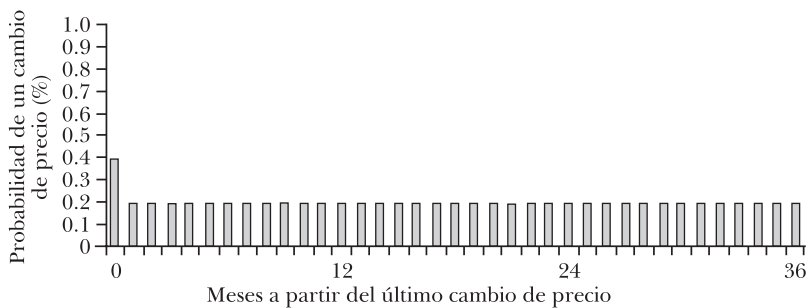
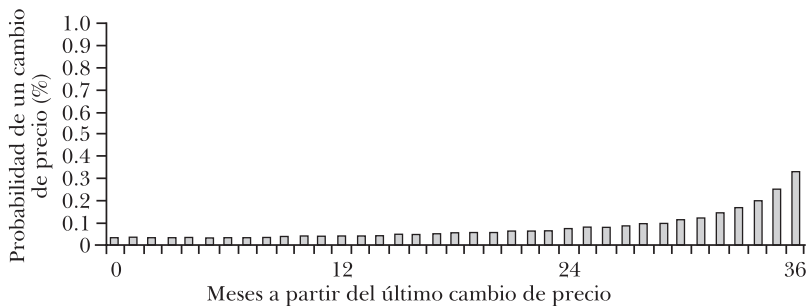


Maćkowiack y Wiederholt (2007), Christiano *et al.* (2005), Smets y Wouters (2003),

## GRÁFICA A.II

Álvarez *et al.* (2005)

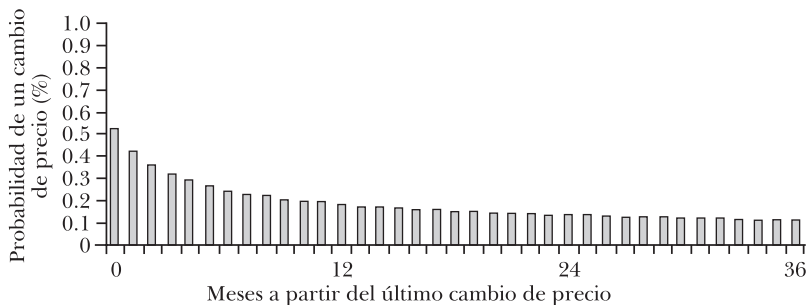
Aoki (2001)

Taylor (1993)<sup>a</sup>

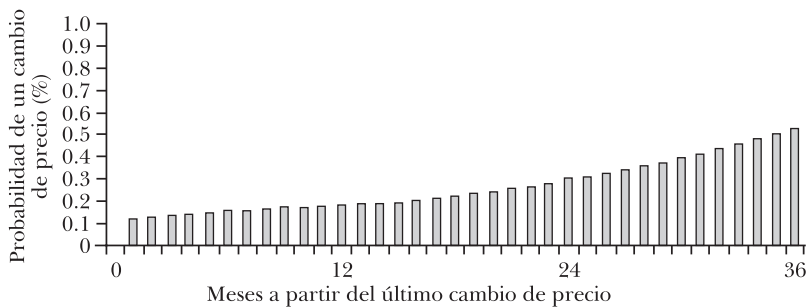
<sup>a</sup> Suponiendo que la distribución de los contratos es uniforme en  $[1, 40]$ .



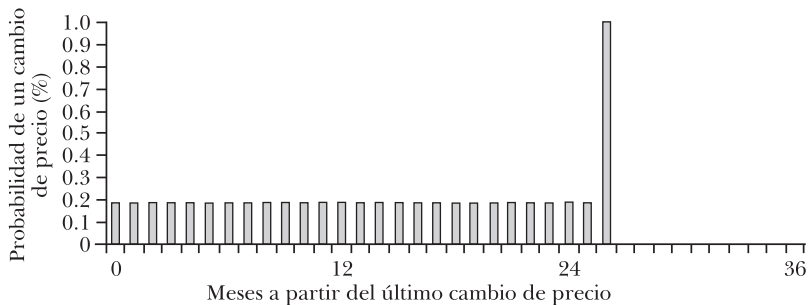
**Carvalho (2006)**



**Sheedy (2005)**



**Wolman (1999)**



## Apéndice 2

**CUADRO A. 1.** DEFINICIONES DE LOS DATOS PARA LAS VARIABLES UTILIZADAS EN LOS MODELOS LOGIT MULTINOMIALES

<i>Variable</i>	<i>Fuente</i>	<i>Comentario</i>
Mano de obra	Encuestas Industriales, Comercio y Servicios. Instituto Nacional de Estadística	Costos laborales como porcentaje del trabajo y los costos de los insumos intermedios. NACE 3 nivel dígito
Competencia	Álvarez y Hernando (2007a)	Importancia de los precios de los competidores para explicar las disminuciones de precios.
Condiciones de demanda	Álvarez y Hernando (2007a)	Importancia dada por las empresas a las condiciones de demanda en la explicación de los cambios en los precios.
Empresas pequeñas	Álvarez y Hernando (2007a)	Empresas con menos de 50 empleados.

## REFERENCIAS

- Álvarez, L. J., e I. Hernando (2006), "Price Setting Behaviour in Spain. Evidence from consumer price micro-data", *Economic Modelling*, vol. 23, pp. 699-716.
- Álvarez, L. J., e I. Hernando (2007a), "The Price Setting Behaviour of Spanish Firms: Evidence from Survey Data", en S. Fabiani, C. Loupías F. Martins y R. Sabbatini (eds.), *Pricing Decisions in the Euro Area: How Firms Set Prices and Why*, Oxford University Press.
- Álvarez, L. J., e I. Hernando (2007b), "Competition and Price Adjustment in the Euro Area", en S. Fabiani, C. Loupías F. Martins y R. Sabbatini (eds.), *Pricing Decisions in the Euro Area: How Firms Set Prices and Why*, Oxford University Press.
- Álvarez, L. J., E. Dhyne, M. M. Hoeberichts, C. Kwapil, H. Le Bihan, P. Lünemann, F. Martins, R. Sabbatini, H. Stahl, P. Vermeulen y J. Vilmunen (2006), "Sticky prices in the euro area: a summary of new micro evidence", *Journal of the European Economic Association*, vol. 4, nºs 2-3, abril-mayo, pp. 575-84.
- Álvarez, L. J., P. Burriel e I. Hernando (2005), *Do decreasing hazard functions for price changes make any sense?*, Banco de España (Working Paper, nº 0508).

- Álvarez, L. J., P. Burriel e I. Hernando (2008), "Price Setting Behaviour in Spain: Evidence From Micro PPI Data", de próxima edición en *Managerial and Decision Economics*.
- Amilrault, D., C. Kwan y G. Wilkinson (2006), *Survey of Price-Setting Behaviour of Canadian Companies*, Bank of Canada (Working Paper, nº 2006-35).
- Angeloni, I., L. Aucremanne, M. Ehrmann, J. Galí, A. Levin y F. Smets (2006), "New Evidence on Inflation Persistence and Price Stickiness in the Euro Area: Implications for Macro Modeling", *Journal of the European Economic Association*, vol. 4, nºs 2-3, pp. 562-74.
- Aoki, K. (2001), "Optimal policy response to relative price changes", *Journal of Monetary Economics*, vol. 48, pp. 55-80.
- Apel, M., R. Friberg y K. Hallsten (2005), "Micro Foundations of Macroeconomic Price Adjustment: Survey Evidence from Swedish Firms", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 37, nº 2, pp. 313-38.
- Aucremanne, L., y E. Dhyne (2004), *How Frequently Do Prices Change? Evidence Based on the Micro Data Underlying the Belgian CPI*, European Central Bank (Working Paper, nº 331).
- Aucremanne, L., y M. Druant (2005), *Price-setting Behaviour in Belgium: What can be Learned from an Ad Hoc Survey?*, European Central Bank (Working Paper, nº 448).
- Baharad, E., y B. Eden (2004), "Price rigidity and price dispersion: evidence from micro data", *Review of Economic Dynamics*, vol. 7, pp. 613-41.
- Baudry, L., H. Le Bihan, P. Sevestre y S. Tarrieu (2007), "What do thirteen million price records have to say about consumer price rigidity?", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 69, nº 2, 139-83.
- Baumgartner, J., E. Glatzer, R. Rumler y A. Stiglbauer (2005), *How Frequently Do Consumer Prices Change in Austria? Evidence from Micro CPI Data*, European Central Bank (Working Paper, nº 523).
- Bils, M., y P. Klenow (2004), "Some Evidence on the Importance of Sticky Prices", *Journal of Political Economy*, vol. 112, pp. 947-85.
- Blinder, A., E. Canetti, D. Lebow y J. Rudd (1998), *Asking About Prices: A new Approach to Understanding Price Stickiness*, Russell Sage Foundation, Nueva York.
- Blinder, Alan S. (1991), "Why Are Prices Sticky? Preliminary Results from an Interview Study", *American Economic Review*, vol. 81, nº 2, pp. 89-96.
- Block, H. W., Y. Li y T. H. Savits (2003), "Initial and final

- behaviour of failure rate functions for mixtures and systems”, *Journal of Applied Probability*, vol. 40, n° 3, pp. 721-40.
- Bonomo, M., y C. Carvalho (2004), “Endogenous Time-Dependent Rules and Inflation Inertia”, *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 36, n° 6, pp. 1015-41.
- Calvo, G. A. (1983), “Staggered Pricing in a Utility Maximizing Framework”, *Journal of Monetary Economics*, vol. 12, pp. 383-398.
- Carlton, D. (1986), “The Rigidity of Prices”, *American Economic Review*, vol. 76, pp. 637-58.
- Carvalho, C. (2005), *Heterogeneity in Price Setting and the Real Effects of Monetary Shocks*, texto mimeografiado, Princeton University.
- Carvalho, C. (2006), “Heterogeneity in Price Stickiness and the Real Effects of Monetary Shocks”, *Frontiers of Macroeconomics*, vol. 2, n° 1, art. 1.
- Castañón, V., J. A. Murillo y J. Salas (2008), “Formación de precios en la industria manufacturera de México”, *El Trimestre Económico*, vol. 75, n° 1, pp. 143-81.
- Cecchetti, S. G. (1986), “The frequency of price adjustment: A study of the newsstand prices of magazines”, *Journal of Econometrics*, vol. 31, n° 3, pp. 255-74.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum y C. L. Evans (2005), “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy”, *Journal of Political Economy*, vol. 113, n° 1, pp. 1-45.
- Copaciu, M., F. Neagu y H. Braun-Erdel (2007), *Survey Evidence on Price setting Patterns of Romanian Firms*, texto mimeografiado, National Bank of Romania.
- Coricelli, F., y R. Horváth (2006), *Price Setting Behaviour: Micro Evidence on Slovakia*, CEPR (Discussion Papers, n° 5445).
- Cornille, D., y M. Dossche (2006), *The patterns and determinants of price setting in the Belgian manufacturing industry*, European Central Bank (Working Paper, n° 618). Próxima publicación en *Scandinavian Journal of Economics*.
- Creamer, K. (2008), *Price setting behaviour in South Africa – Stylised facts using producer price microdata*, University of the Witwatersrand (Working Paper).
- Creamer, K., y N. Rankin (2007), *Price setting behaviour in South Africa – Stylised facts using consumer price microdata*, University of the Witwatersrand (Working Paper).
- Dabušinskas, A., y M. Randveer (2006), *Comparison of pricing behaviour of firms in the euro area and Estonia*, Bank of Estonia (Working Paper, n° 2006-08).

- Danziger, Leif (1999), "A Dynamic Economy with Costly Price Adjustments", *American Economic Review*, vol. 89, nº 4, pp. 878-901.
- Dhyne, E., L. J. Álvarez, H. Le Bihan, G. Veronese, D. Dias, J. Hoffmann, N. Jonker, P. Lünneemann, F. Rumler y J. Vilmunen (2005), *Price setting in the euro area: some stylized facts from individual consumer price data*, European Central Bank (Working Paper, nº 524).
- Dhyne, E., L. J. Álvarez, H. Le Bihan, G. Veronese, D. Dias, J., Hoffmann, N. Jonker, P. Lünneemann, F. Rumler y J. Vilmunen (2006), "Price changes in the euro area and the United States: Some facts from individual consumer price data", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 20, nº 2, pp. 171-192.
- Dias, D., C. Robalo Marques y J. M. C. Santos Silva (2006), *Measuring the importance of the uniform nonsynchronization hypothesis*, European Central Bank (Working Paper, nº 606).
- Dias, D., C. Robalo Marques y J. M. C. Santos Silva (2007), "A note on measuring the importance of the uniform nonsynchronization hypothesis", *Economics Bulletin*, vol. 4, nº 6, pp. 1-8.
- Dias, M., D. Dias y P. Neves (2004), *Stylised Features of Price Setting Behaviour in Portugal: 1992-2001*, European Central Bank (Working Paper, nº 332).
- Dotsey, M., R. G. King y A. L. Wolman (1999), "State-Dependent Pricing And The General Equilibrium Dynamics Of Money And Output", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 114, nº 2, pp. 655-90.
- Dotsey, M., R. G. King y A. L. Wolman (2006), *Inflation and real activity with firm-level productivity shocks: a quantitative framework*, texto mimeografiado.
- Fabiani, C. Loupias F. Martins y R. Sabbatini (eds.) (2007) *Pricing Decisions in the Euro Area: How Firms Set prices and Why*, Oxford University Press.
- Fabiani, S., A. Gatulli y R. Sabbatini (2007), "The pricing behaviour of Italian firms. New survey evidence on price stickiness", en S. Fabiani, C. Loupias F. Martins y R. Sabbatini (eds.), *Pricing Decisions in the Euro Area: How Firms Set prices and Why*. Oxford University Press.
- Fabiani, S., M. Druant, I. Hernando, C. Kwapil, B. Landau, C. Loupias, F. Martins, T. Mathä, R. Sabbatini, H. Stahl y A. Stokman (2006), "What firms' surveys tell us about price-setting behavior in the euro area", *International Journal of Central Banking*, vol. 2, nº 3, pp. 3-47.

- Fischer, S. (1977), "Long-Term Contracts, Rational Expectations, and the Optimal Money Supply Rule", *Journal of Political Economy*, vol. 85, nº 1, pp. 191-205.
- Fisher, T. C. G., y J. D. Koniczny (2000), "Synchronization of Price Changes by Multiproduct Firms: Evidence from Canadian Newspaper Prices", *Economics Letters*, vol. 68, nº 3, pp. 271-77.
- Fougère, D., H. Le Bihan y P. Sevestre (2007), Heterogeneity in Consumer Price Stickiness: A Microeconomic Investigation, *Journal of Economic and Business Statistics*, vol. 25, nº 3, pp. 247-64.
- Gábel, P., y Á. Reiff (2008), *Price setting in Hungary- a store-level analysis*, texto mimeografiado, Magyar Nemzeti Bank.
- Gagnon, E. (2006), *Price Setting during Low and High Inflation: Evidence from Mexico*, texto mimeografiado, Federal Reserve Board.
- Gali, J., y M. Gertler (1999), Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis, *Journal of Monetary Economics*, vol. 44, nº 2, pp. 195-222.
- Gaspar, V., A. Levin, F. Martins y F. Smets (2007), "Policy Lessons and Directions for Ongoing Research", en S. Fabiani, C. Loupias F. Martins y R. Sabbatini (eds.), *Pricing Decisions in the Euro Area: How Firms Set prices and Why*, Oxford University Press.
- Gautier, E. (2008), "The behaviour of producer prices: Some evidence from the French PPI micro data", *Empirical Economics*, vol. 35, pp. 301-32.
- Gertler, M., y J. Leahy (2007), *A Phillips curve with an Ss foundation*, texto mimeografiado, New York University.
- Gopinath, G., y R. Rigobon (2006), *Sticky borders*, texto mimeografiado, Harvard University.
- Gouvea, S. (2007), *Price Rigidity in Brazil: Evidence from CPI Micro Data*, Central Bank of Brazil (Working Paper, nº 143).
- Hall, S., M. Walsh y A. Yates (2000), "Are UK Companies' Prices Sticky?", *Oxford Economic Papers*, vol. 52, pp. 425-46.
- Hansen, B. W., y N. L. Hansen (2006), *Price setting behaviour in Denmark. A study of CPI micro data 1997-2005*, Danmarks Nationalbank (Working paper, nº 39).
- Harchaoui, T. M., C. Michaud y J. Moreau (2008), "Consumer price changes in Canada, 1995-2006", *Yearbook on Productivity 2007*, Statistics Sweden.
- Heckel, T., H. Le Bihan y J. Montornès (2008), *Sticky wages: Evidence from quarterly macroeconomic data*, texto mimeografiado, Banque de France.

- Hoeberichts, M., y A. Stokman (2006), *Pricing behaviour of Dutch companies: results of a survey*, European Central Bank (Working Paper, nº 607).
- Hoffmann, J., y J. Kurz-Kim (2006), *Consumer price adjustment under the microscope: Germany in a period of low inflation*, European Central Bank (Working Paper, nº 652).
- Jonker, N., H. Blijenberg y C. Folkertsma (2004), *Empirical analysis of price setting behaviour in the Netherlands in the period 1998-2003 using micro data*, European Central Bank (Working Paper, nº 413).
- Julio, J. M., y H. M. Zárate (2008), *The price setting behaviour in Colombia: Evidence from PPI micro data*, Banco de la República, Colombia (serie Borradores de Economía).
- Kehoe, P. J., y V. Midrigan (2007), *Sales and the real effects of monetary policy*, Federal Reserve Bank of Minneapolis (Working Paper, nº 652).
- Klenow, P., y O. Kryvtsov (2005), *State-Dependent or Time-Dependent Pricing: Does it Matter for Recent U.S. Inflation?*, Bank of Canada (Working Paper, nº 05-4).
- Konieczny, J. D., y F. Rumler (2006), *Regular adjustment: theory and evidence*, European Central Bank (Working Paper, nº 665).
- Kovanen, A. (2006), *Why do prices in Sierra Leone change so often? A case study using micro-level price data*, International Monetary Fund (Working Paper, nº 06/53).
- Kozicki, Sharon, y P. A. Tinsley (2002), "Dynamic specifications in optimizing trend-deviation macro models", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 26, nº 9-10, pp. 1585-611.
- Kurri, S. (2007), *Price changes in Finland: some evidence from micro CPI data*, European Central Bank (Working Paper, nº 728).
- Kwapil, C., J. Baumgartner y J. Scharler (2005), *The Price-setting Behaviour of Austrian Firms: Some Survey Evidence*, European Central Bank (Working Paper, nº 464).
- Lach, S., y D. Tsiddon (1992), "The Behavior of Prices and Inflation: An Empirical Analysis of Disaggregated Price Data", *Journal of Political Economy*, vol. 100, nº 2, pp. 349-89.
- Lach, S., y D. Tsiddon (2007), "Small price changes and menu costs", *Managerial and Decision Economics*, vol. 28, nº 7, pp. 649-56.
- Loupias, C., y R. Ricart (2004), *Price setting in France: new evidence from survey data*, European Central Bank (Working Paper, nº 423).
- Lucas, R. E. (1973), "Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs", *American Economic Review*, vol. 63, nº 3, pp. 326-34.

- Lünnemann, P., y T. Mathä (2005), *Consumer price behaviour in Luxembourg: evidence from micro CPI data*, European Central Bank (Working Paper, nº 541).
- Lünnemann, P., y T. Mathä (2006), *New survey evidence on the pricing behaviour of Luxemburg firms*, European Central Bank (Working Paper, nº 617).
- Lünnemann, P., y T. Mathä (2007), "A Comparison Based on International Survey Evidence", en S. Fabiani, C. Loupias F. Martins and R. Sabbatini (eds.), *Pricing Decisions in the Euro Area: How Firms Set prices and Why*, Oxford University Press.
- Maćkowiak, B., y M. Wiederholt (2007), *Optimal Sticky Prices under Rational Inattention*, CEPR (Discussion Papers, nº 6243).
- Mankiw, N. G., y R. Reis (2002), "Sticky Information Versus Sticky Prices: A Proposal To Replace The New Keynesian Phillips Curve", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, pp. 1295-328.
- Martins, F. (2005), *The price setting behaviour of Portuguese firms: evidence from survey data*, European Central Bank (Working Paper, nº 562).
- Mash, Richard (2004), *Optimizing Microfoundations for Inflation Persistence*, Oxford University, Dept. of Economics (Discussion Paper, nº 183).
- Medina, J. P., D. Rappoport y C. Soto (2007), *Dynamics of price adjustments: Evidence from micro level data for Chile*, Central Bank of Chile (Working Papers, nº 432).
- Midrigan, V. (2006), *Menu costs, multiproduct firms and aggregate fluctuations*, texto mimeografiado, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Nakagawa, S., R. Hattori e I. Takagawa (2000), *Price-Setting Behavior of Japanese Companies*, Bank of Japan (Research Paper).
- Nakamura, E., y J. Steinsson (2007), *Monetary Non-Neutrality in a Multi-Sector Menu Cost Model*, texto mimeografiado, Harvard University.
- Nakamura, E., y J. Steinsson (2008), *Five Facts About Prices: A Reevaluation of Menu Cost Models*, texto mimeografiado, Harvard University, próximo a publicarse en *Quarterly Journal of Economics*.
- Proschan, F. (1963), "Theoretical explanation of observed decreasing failure rate", *Technometrics*, vol. 5, nº 3, pp. 375-83.
- Reis, R. (2006), "Inattentive producers", *Review of Economic Studies*, vol. 73, pp. 793-821.
- Roberts, J. M. (1995), "New Keynesian economics and the Phillips Curve", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 27, pp. 975-84.



- Rotemberg, J. (1982), "Monopolistic Price Adjustment and Aggregate Output", *Review of Economic Studies*, vol. 49, pp. 517-531.
- Rotemberg, J. (2005), "Customer Anger at Price Increases, Changes in the Frequency of Price Adjustment and Monetary Policy", *Journal of Monetary Economics*, vol. 52, pp. 829-52.
- Sabbatini, R., L. J. Álvarez, E. Dhyne, M. Hoeberichts, H. Le Bihan, P. Lünemann, F. Martins, F. Rumler, H. Stahl, P. Vermeulen, G. Veronese y J. Vilmunen (2007), "What Quantitative Micro Data Reveal about Price Setting Behavior", en S. Fabiani, C. Loupias F. Martins y R. Sabbatini (eds.), *Pricing Decisions in the Euro Area: How Firms Set prices and Why*, Oxford University Press.
- Sabbatini, R., S. Fabiani, A. Gatulli y G. Veronese (2006), *Producer Price Behaviour in Italy: Evidence From Micro PPI Data*, texto mimeografiado, Banca d'Italia.
- Şahinöz, S., y B. Saraçoğlu (2008), *Price setting behaviour in Turkish industries: Evidence from survey data*, Turkish Economic Association (Discussion Paper, nº 2008/3).
- Saita, Y., I. Takagawa, K. Nishizaki y M. Higo (2006), *Kouribuk-katoukeichousa wo mochiita kakakunen-chakusei no keisoku* (Price Setting in Japan: Evidence from Individual Retail Price Data), Bank of Japan (Working Paper Series, nº 06-J-02).
- Sheedy, Kevin D. (2005), *Structural Inflation Persistence*, texto mimeografiado, Cambridge University.
- Sheshinski, E., e Y. Weiss (1977), "Inflation and costs of price adjustment", *Review of Economic Studies*, vol. 44, pp. 287-303.
- Smets, F., y R. Wouters (2003), "An estimated stochastic dynamic general equilibrium model of the euro area", *Journal of European Economic Association*, vol. 1, nº 5, pp. 1123-75.
- Stahl, H. (2005), *Price setting in German manufacturing: new evidence from new survey data*, Deutsche Bundesbank (Discussion Paper, nº 43/2005).
- Stahl, H. (2006a), *Producer price adjustment at the micro level: evidence from individual price records underlying the German PPI*, texto mimeografiado, Deutsche Bundesbank.
- Stahl, H. (2006b), *Price adjustment in German manufacturing: evidence from two merged surveys*, Deutsche Bundesbank (Discussion Paper, nº 46/2006).
- Taylor, John B. (1980), "Aggregate Dynamics and Staggered Contracts", *Journal of Political Economy*, vol. 88, nº 1, pp. 1-23.
- Taylor, John B. (1993), *Macroeconomic Policy in a World Economy: From Econometric Design to Practical Operation*, W. W. Norton.

- Vermeulen, P., D. Dias, M. Dossche, E. Gautier, I. Hernando, R. Sabbatini y H. Stahl (2007), *Price Setting in the Euro Area: Some Stylised Facts from Individual Producer Price Data and Producer Surveys*, European Central Bank (Working Paper, nº 727).
- Veronese, G., S. Fabiani, A. Gattulli y R. Sabbatini (2006), "Consumer price setting in Italy", *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, vol. 65, nº 1.
- Vilmunen, J., y H. Laakkonen (2005), *How often do prices change in Finland? Micro-level evidence from the CPI*, texto mimeografiado, Bank of Finland.
- Wolman, A. L (1999), "Sticky Prices, Marginal Cost, and the Behavior of Inflation", *Economic Quarterly* (Federal Reserve Bank of Richmond), vol. 85, nº 4, pp. 9-48.
- Woodford, M. (2007a), "Interpreting Inflation Persistence: Comments on the Conference on "Quantitative Evidence on Price Determination", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 39, nº 1, pp. 203-10.
- Woodford, M. (2007b), *Information-constrained state-dependent pricing*, texto mimeografiado, Columbia University.
- Wulfsberg, F., y A. E. Ballangrud (2008), *Price Adjustments and Inflation Evidence from Consumer Price Data in Norway, 1975-2004*, texto mimeografiado, Central Bank of Norway.

*Luisa Zanforlin*  
*Marco Espinosa*

# Financiamiento de la vivienda y valores respaldados con hipotecas en México

## I. INTRODUCCIÓN

El acceso generalizado de los hogares al financiamiento de la vivienda ha sido desde hace mucho tiempo un objetivo de los gobiernos en México. Durante generaciones, el enfoque mexicano se concentró principalmente en esquemas redistributivos, implementados a través de fondos de vivienda patrocinados por el Estado, los cuales fueron célebres por su ineficiencia y pobre administración. Durante la primera parte de los años noventa,

*Traduce y publica el CEMLA, con la debida autorización del FMI, el artículo de L. Zanforlin y M. Espinosa, "Housing Finance and Mortgage-Backed Securities in Mexico (IMF WP/08/105). Texto en inglés © 2008 Fondo Monetario Internacional. El FMI no es responsable por la precisión de esta publicación en español. Las opiniones expresadas en este documento corresponden a las de los autores y no necesariamente representan aquellas del FMI o de la política del FMI. Los autores desean agradecer a David Hoelscher, Carlos Medeiros, Steve Phillips y David Robinson por sus comentarios y sugerencias útiles, a Graham Colin-Jones por sus comentarios editoriales útiles y a Claudia Pescetto por su competente asistencia en la investigación. Un agradecimiento especial a Alan Elizondo y Óscar Grajales Herce en la Sociedad Hipotecaria Federal de México por sus comunicaciones muy informativas y sinceras. (Direcciones de correo electrónico de los autores: {lzanforlin@imf.org} y {mespinosa@imf.org}).*

la privatización del sector bancario dio lugar a un crecimiento muy rápido en los préstamos hipotecarios, pero el fuerte aumento en las tasas de interés tras la crisis *Tequila* de 1994 contribuyó a registrar incumplimientos y el casi colapso del sector bancario, seguido por un largo período de reducción en el otorgamiento de préstamos.

Los esfuerzos actuales para desarrollar los mercados hipotecarios se construyen sobre una base más sólida. Desde el 2001, las autoridades mexicanas se han concentrado en desarrollar el marco y la infraestructura para apoyar los mercados hipotecarios primario y secundario; en contraste con las iniciativas anteriores, el nuevo enfoque pone énfasis en los mecanismos de mercado, tales como el seguro hipotecario privado, mejoras en los procedimientos para la recuperación de viviendas y en los registros de propiedad. Tanto el mercado primario y secundario de hipotecas se han venido desarrollando en los últimos años y sigue siendo un trabajo en progreso en tanto el gobierno continúa adaptando las mejores experiencias internacionales a las circunstancias mexicanas.

El estudio rastrea y destaca las reformas legislativas e institucionales clave conducentes al desarrollo de los mercados hipotecarios primario y secundario en México y describe las principales características y prácticas de valoración de los mercados de valores respaldados por hipotecas residenciales (*residencial mortgage-backed security*, RMBS). El documento identifica las zonas que merecen una atención cercana para mejorar las perspectivas del mercado mexicano de los RMBS y extrae lecciones de los recientes acontecimientos en los mercados hipotecarios secundarios. El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera. La sección II describe las experiencias de los mecanismos de financiación de la vivienda en las últimas tres décadas y los hitos históricos que han conducido a la estructura actual de las instituciones que proporcionan financiamiento para vivienda en México. La sección III revisa las reformas recientes en el marco institucional que permite nuevos instrumentos para el financiamiento de vivienda y las contrasta con las experiencias en otros países. En la sección IV se describen los roles y el funcionamiento de las diferentes instituciones que proporcionan financiamiento para vivienda y los acontecimientos recientes en el mercado local de valores respaldados por hipotecas. La sección V concluye con la identificación de posibles obstáculos para el desarrollo y la provisión de recomendaciones de política.

## II. UNA BREVE REVISIÓN DEL FINANCIAMIENTO DE LA VIVIENDA EN MÉXICO

A través de los años, el auspicio del gobierno al financiamiento de la vivienda para bajos ingresos ha sido canalizado a través de múltiples instituciones (ver también recuadro 1):

- En 1933, el banco de desarrollo Banco de Obras Públicas (BANOBRAS) fue creado para financiar viviendas para hogares con bajos ingresos.
- En 1954, el Fideicomiso del Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO) fue creado con un propósito similar.
- En 1963, el fondo fiduciario del gobierno Fondo de Operación y Financiamiento Bancario de la Vivienda (FOVI), que opera dentro del banco central, fue creado para ofrecer hipotecas a interés bajo para hogares con ingresos bajos a moderados. El FOVI fue financiado por el banco central y el Banco Mundial, y funciona como un banco de segundo piso, proporcionando financiamiento y garantías (hasta el 45% de la pérdida dada por incumplimiento) a los bancos que extendían hipotecas dirigidas a los hogares objetivo y a los constructores de viviendas de bajo costo.
- En 1972, fueron creados el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) y el Fondo de la Vivienda para los Trabajadores al Servicio del Estado (FOVISSTE) como agencias de financiamiento auspiciadas por el gobierno para la construcción y el desarrollo de la vivienda. Estas han sido financiadas mediante la contribución obligatoria del 5% de los salarios brutos. Durante décadas han sido la herramienta más fiable del auspicio del gobierno para el financiamiento de la vivienda para hogares con bajos ingresos. En efecto, el INFONAVIT todavía tiene una gran presencia en el mercado hipotecario primario, alrededor de la mitad del mercado (ver más abajo) (gráfica I).<sup>1</sup> Sin embargo, durante años el INFONAVIT fue conocido por sus prácticas de recaudación laxas y su pobre administración.

Los préstamos dirigidos y las tasas de interés máximas fueron herramientas populares de asignación del crédito utilizadas en los años sesentas y setentas como un medio para garantizar las

<sup>1</sup> El gobierno federal contribuye al capital del INFONAVIT como lo estipulan sus estatutos (Ley del INFONAVIT).

hipotecas privadas. El 6% del crédito bancario total tuvo que ser dirigido al financiamiento de la vivienda a tasas de interés nominales fijas o con límites. Los choques petroleros de los años setenta condujeron a una elevada inflación, tasas de interés reales negativas y grandes pérdidas de cartera de los bancos, contribuyendo a la crisis bancaria de 1981. El sector bancario fue nacionalizado en 1982 y las pérdidas de la banca fueron absorbidas por el gobierno.

A inicios de los años ochenta, los títulos del Gobierno desplazaron los instrumentos de crédito privado, incluidas las hipotecas. Durante el período de alta inflación de principios de los años ochenta, los bancos fueron autorizados a emitir hipotecas con doble indexación (*dual index mortgages*, DIM), que permitieron la amortización negativa de la erosión del poder adquisitivo inducida por la inflación.<sup>2</sup> Sin embargo, el 6% mínimo de la asignación de créditos a préstamos de vivienda sigue siendo una restricción obligatoria para los bancos que no aumentaron el crédito para el sector. Los títulos del Gobierno representaron el 70% de los activos totales de los bancos.

La reprivatización del sector bancario a inicios de los años noventa no estimuló inmediatamente el mercado hipotecario privado. Las DIM desaparecieron debido a la continua erosión en el poder adquisitivo de los hogares, el aumento rápido consecuente en los saldos pendientes de préstamos y los incrementos asociados en el crédito de los bancos y los riesgos de mercado.

Además, la experiencia de los años ochenta con los incumplimientos de pago de las hipotecas reforzó la actitud cautelosa de los bancos hacia el mercado hipotecario.

En 1993, la introducción de reformas legales, las hipotecas indexadas a la inflación y las condiciones de liquidez internacional benignas dieron lugar a un renacimiento del mercado hipotecario privado. En 1992, las reformas legales fueron introducidas para modernizar los títulos de propiedad de las viviendas. Al mismo tiempo, el país experimentó un surgimiento de los flujos de capital, estimulando un rápido crecimiento en los préstamos hipotecarios. Entre 1989 y 1994, el crédito bancario total al sector privado aumentó desde el 13% del PIB a más del 50% del PIB, mientras que los préstamos hipotecarios

<sup>2</sup> Los pagos en las DIM estaban vinculadas al índice del salario mínimo y la diferencia entre los cambios en el índice del salario mínimo y el índice de precios al consumidor fue etiquetada para los principales pendientes de pago (amortización negativa).

bancarios subieron de 1.3% del PIB al 2.4% del PIB (alrededor del 4.7% del crédito bancario total, en comparación con el 10% en 1989).

El repunte sostenido de las tasas de interés después de la crisis Tequila desencadenó una oleada de incumplimientos de pago de las hipotecas bancarias. La mayoría de los préstamos hipotecarios a inicios de los años noventa tenían tasas de interés ajustables. Después de la crisis, las tasas de interés subieron al 74%, dando lugar a incumplimientos masivos y a un rescate del sector público bancario. Como parte de un esfuerzo de reestructuración, los préstamos hipotecarios en los balances de los bancos se registraron en un índice de pagos alternativo, la UDI (Unidades de Inversión), unidad de medida que promediaba la inflación de los últimos 15 días. Los préstamos con tasa flotante pendientes y los denominados en dólares fueron convertidos a préstamos a largo plazo en UDI que implicaban una tasa de interés real fija, mientras que el componente de la inflación fue capitalizado.

Después de la crisis, los bancos comerciales cedieron casi por completo el desarrollo de nuevas hipotecas de bienes raíces a las instituciones financieras no bancarias y entidades del sector público. En 1994, fueron creados intermediarios financieros no bancarios especializados en hipotecas de bienes raíces (SOFOLES), siendo su mercado principal los hogares con bajos ingresos. Como son instituciones que no aceptan depósitos, la principal fuente de financiamiento de las SOFOLES era el FOVI, quien también actuó como su supervisor y determinó la garantía de emisión y requisitos de servicio. Desde la segunda mitad de la década de los años noventa, las SOFOLES se han convertido en los principales emisores de hipotecas privadas. También se hicieron esfuerzos para aumentar y mejorar la eficiencia de las actividades del INFONAVIT, y como lo ha señalado Gwinner (2006), el INFONAVIT ha mejorado sustancialmente su gestión, operaciones y gobierno corporativo.<sup>3</sup> Recientemente, también ha ampliado su cooperación con el sector privado a través del programa *Apoyo INFONAVIT*. El programa permite a sus miembros a hacer uso de sus ahorros INFONAVIT para obtener financiamiento hipotecario basado en el mercado. El INFONAVIT también ha titulizado carteras, aunque las titulizaciones han sido costosas, requiriendo entre el 18 y el 23% de la subordinación del certificado residual para los certificados superiores.

<sup>3</sup> Los mejoramientos operativos del FOVISSSTE, aunque no triviales, son muchos menos significativos que los del INFONAVIT.

**RECUADRO 1. BREVE CRONOLOGÍA DE LOS EVENTOS IMPORTANTES EN EL SECTOR DE FINANCIAMIENTO DE LA VIVIENDA**

1933	BANOBRAS fue creado como la primera institución pública de vivienda.
1954	FONAHPO
1963	FOVI
1972	INFONAVIT y FOVISSSTE creados como fondos de vivienda privado y público (respectivamente) de los trabajadores, auspiciados por el gobierno.
1982	Nacionalización del sistema bancario.
1986	Institución de hipotecas DIM.
1986	Institución del FOBAPROA (ahora IPAB), esquema de seguro de depósitos.
1988	Desregulación de las tasas de interés.
1989	Reprivatización del sistema bancario comercial.
1989	Abolición de los requerimientos cuantitativos de préstamos y de los controles de las tasas de interés.
1991/2	Reprivatización del sector bancario.
1992	Reformas en el FOVI y el INFONAVIT y el sistema de subsidio de vivienda público.
1994	Creación de las SOFOLES como instituciones financieras no bancarias autorizadas para prestar a sectores particulares para actividades específicas.
2000	Enmiendas a la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito.
2001	La Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) inicia sus operaciones.
2002	Ley de Transparencia y de Fomento a la Competencia en el Crédito Garantizado.
2003	Se emiten los primeros RMBS.

Tradicionalmente, la actividad de los bancos hipotecarios se concentró en los segmentos de ingresos medios a superiores. Los segmentos de ingresos más bajos fueron considerados de alto riesgo crediticio y los bancos fueron renuentes a invertir en plataformas de originación. Sin embargo, el éxito de las SOFOLES en la originación y servicio de hipotecas para los ingresos bajos a medios condujo a algunos bancos comerciales a adquirir algunas de las SOFOLES más grandes. Los nuevos préstamos bancarios representaron 7% de las hipotecas residenciales en el 2005 comparado con 0.2% en el 2000.



### III. LA REFORMA DE LAS INSTITUCIONES: LAS BASES PARA LOS MERCADOS HIPOTECARIOS PRIVADOS

Una serie de obstáculos impedían el surgimiento de un mercado hipotecario privado primario hasta mediados de los años noventa. Estos incluían las prácticas de préstamos dirigidos, la ausencia de registros completos de historiales de crédito de los prestatarios que permitirían la estimación de las probabilidades de incumplimiento históricas; y, la ausencia de un marco para el uso compartido de la información de crédito disponible de los prestatarios a través de los bancos. El único mecanismo para compartir la información de crédito hasta inicios de los años noventa fue el registro de crédito público (Servicio Nacional de Información de Crédito Bancario, SENICREB) operado por el Banco de México, pero su uso como apoyo para las decisiones de crédito fue limitado. Además, hubo una considerable incertidumbre y duración excesiva asociadas con el proceso de recuperación de casas. Las ejecuciones hipotecarias en México podían tardar hasta cinco meses para su presentación de documentos y hasta dos años para que la venta de la hipoteca ejecutada fuera ordenada. Incluso entonces, los propietarios no serían responsables de cualquier monto restante que permaneciera impago en el caso de que la propiedad hipotecada fuese vendida por menos de la cantidad del gravamen adeudado.

Existieron también importantes obstáculos para el desarrollo de un mercado hipotecario secundario a través de la titulización (recuadro 2). Como lo señalaron, por ejemplo, Barry, Castañeda y Lipscomb (1995), hubo una falta de normalización en los préstamos hipotecarios, con cada banco comercial ofreciendo sus propios plazos de crédito, y haciendo imposible la combinación de ellos para ser titulizados. Además, no había una agencia del gobierno o institución pública a cargo de la dirección o vigilancia de las normas de préstamo. La falta de un historial de crédito completo creó dificultades en la estimación no sólo de las probabilidades de incumplimiento, sino también de las probabilidades de pago. Por otra parte, el marco jurídico para la venta de los activos de bienes raíces necesarios para que tenga lugar una titulización era especialmente complicado, ya que, bajo la legislación mexicana, la transferencia de los títulos de bienes raíces, como hipotecas, tenía que ser registrada en una oficina de registro central, lo cual era un proceso muy largo y costoso dadas las altas tarifas fijas notariales. Además, por ley, durante una venta de activos de bienes raíces, se requería la notificación al prestatario, lo cual tendía a retrasar el proceso

considerablemente. También, cuando existía un gravamen registrado sobre la propiedad para garantizar un préstamo hipotecario, tal gravamen no otorgaba jerarquía absoluta al originador de la hipoteca. De hecho, la ley expresamente identificaba categorías de acreedores cuyos derechos eran considerados superiores a aquellos de un prestamista hipotecario para el importe de venta de una propiedad. Por ejemplo, los municipios tienen la jerarquía con respecto a otros prestamistas por cualquier monto de impuestos adeudado y también los empleados por cualquier salario no pagado. Finalmente, si bien los fondos fiduciarios de garantías de bienes raíces existieron antes del 2001, como entidades legales que funcionaban como un vehículo de propósito especial (*special purpose vehicle*, SPV o *special purpose entity*, SPE) en México, su objetivo principal era servir como un administrador de bienes raíces y no se permitió la emisión de deuda (un elemento clave para la titulización).

**RECUADRO 2. TITULIZACIÓN***Elementos principales*

La titulización hipotecaria es una técnica que permite a los emisores de hipotecas acceder a fondos frescos y a transferir el riesgo de mercado y de crédito incluidos en sus préstamos existentes. En una operación de titulización, el originador de una hipoteca vende su cartera de préstamos a una compañía con propósito especial independiente o vehículo (SPE o SPV). El financiamiento de la SPV proviene de sus emisiones de valores a los inversionistas del mercado de capitales. El flujo de caja generado por el interés y el pago del principal de los préstamos se utiliza para el servicio de los valores respaldados por las hipotecas (valores respaldados por hipotecas o MBS), y las hipotecas actúan como sus garantías.

Hay una serie de pasos legales y requerimientos de infraestructura para una titulización de hipotecas eficiente (ver Lea *et al.*, 2004). En primer lugar, el conjunto de préstamos para ser titulizados deben tener características uniformes, incluidas las condiciones del préstamo, la documentación, la calidad crediticia y la historia del desempeño. En segundo lugar, los procedimientos para la ejecución hipotecaria que garanticen la protección de los derechos de los acreedores, deben ser relativamente rápidos y de bajo costo para garantizar un alto nivel de solvencia de los valores. Además, las hipotecas deben ser totalmente transferibles, ya que la SPV necesita adquirir los derechos plenos sobre los efectos por cobrar de los préstamos y sus derechos sobre la garantía deben ser superiores ante cualquier otro reclamo. Esto es necesario para asegurar que los acreedores del banco originador serán anulados de cualquier reclamo sobre la garantía del préstamo titulizado en el caso de que el originador fuera a incumplir. También, el sistema tributario debe estar diseñado para permitir la transferencia de activos a ser titulizados sin generar costos en el mero intercambio de los fondos desde el originador del préstamo iniciador hacia la SPV emisora.

La SPV debe ser una entidad de *alta calidad crediticia*. Por ejemplo, en los Estados Unidos, las SPV deben estar capitalizadas, para garantizar la solvencia de las emisiones titulizadas, y facultadas legalmente para emitir valores. Estas SPVs también realizan un servicio hipotecario, para lo cual se les paga entre 0.25 y 0.5% del saldo del préstamo.

La fijación de precios de los MBS debe reflejar los patrones históricos de pagos y los incumplimientos en las áreas donde los préstamos hipotecarios se originaron. Por lo tanto, los datos sobre las tasas de incumplimiento y la historia de prepagos (sobre todo en ausencia de multas de prepago), son cruciales para una fijación de precios precisa de los MBS. En este sentido, no sólo la recopilación de esos datos, sino también un acuerdo para que las instituciones financieras compartan información de crédito serán necesarios para que se desarrolle un mercado para los MBS.

*Principales beneficios*

Con la titulización de los préstamos hipotecarios, los originadores de hipotecas pueden contabilizar los resultados de la venta de las hipotecas como dinero en efectivo, de manera inmediata. Así, la operación genera fondos para nuevas actividades de préstamo. Al transformar los préstamos en valores que puedan ser mantenidos por los portafolios de los inversionistas, los originadores de hipotecas también serán capaces de acceder a un conjunto mayor de ahorros del sector privado. Al eliminar los préstamos de las hojas de balance, los originadores de hipotecas alcanzarán una diversificación del riesgo crédito y de mercado. Además, manteniendo el descalce entre los flujos de caja de los activos y pasivos, cualquier riesgo de crédito será eliminado del originador de la hipoteca y se dispersará a través de los inversionistas del mercado. Por último, los requerimientos regulatorios de capital de los originadores de la hipoteca suelen ser reducidos en tanto los préstamos son eliminados de su balance.

Además, los bonos titulizados respaldados por préstamos hipotecarios (MBS) pueden estructurarse de diferentes maneras ya sea, para alcanzar una cierta diversificación del riesgo o para satisfacer la inversión base. Los valores más comúnmente encontrados que están respaldados por préstamos hipotecarios son los llamados valores de transmisión o emisiones por tramos.

Los valores de transmisión presentarán exactamente las mismas características que las de los préstamos subyacentes en términos de cupón, plazo, duración y riesgo de mercado. En particular, también tendrán el mismo riesgo de prepago como los préstamos subyacentes y todos los riesgos del mercado y de crédito se transmitirán a los inversionistas.

Las emisiones por tramos se pagan secuencialmente de acuerdo a la jerarquía de tal manera que los tramos más altos reciben el flujo de prepagos en primer lugar, y por lo tanto tienen menor duración y el riesgo más bajo, los tramos más bajos son redimidos sólo después de que los tramos más altos hayan sido redimidos en su totalidad. Esto presenta a los inversionistas opciones sobre la duración esperada o de riesgo del título valor a adquirir. Es típico que los MBS intentarán conseguir una calificación de grado de inversión para ser comercializados entre inversionistas institucionales. Debido a que los originadores de hipotecas pueden no tener muy altas calificaciones crediticias, las operaciones de titulización de hipotecas típicamente suelen requerir alguna forma de mejora de crédito con el fin de alcanzar una calificación de grado de la inversión o, una calificación superior que la del banco originador. Las mejoras pueden ser incluidas en la estructura de los valores, a fin de que, por ejemplo, el principal del conjunto subyacente de los préstamos sea mayor que el valor principal de los títulos emitidos (sobregarantías) o proporcionadas por una garantía parcial provista por un tercero.

## 1. Las reformas del sector financiero para impulsar los mercados hipotecarios privados

Se han realizado importantes esfuerzos para superar los obstáculos al desarrollo del sector financiero en general y al financiamiento de la vivienda en particular. Una serie de esfuerzos legislativos y regulatorios se dirigieron a mejorar la capacidad de las instituciones financieras para alcanzar la información de los acreedores y para mejorar la ejecución de los contratos y los derechos de los acreedores mediante la aclaración y la modernización de la ejecución de las hipotecas y el proceso de recuperación mientras se desarrollaba el marco jurídico para garantizar que los fondos fiduciarios fueran operativos en el proceso de titulación de las hipotecas.

En primer lugar, la reforma del secreto bancario permitió a las instituciones bancarias compartir la información sobre las operaciones de crédito del cliente, proporcionando un fuerte impulso a la industria de informes de crédito. Un registro a fondo a finales de los años noventa de los pocos burós de crédito privados existentes dio lugar al surgimiento de una entidad dominante (Buró de Crédito) que es propiedad de las instituciones financieras y no financieras. La promulgación de una ley en el 2002 (enmendada en el 2003) para regular sus actividades y proteger los derechos de privacidad, se tradujo en más de 1.000 instituciones alimentando las bases de datos del Buró de Crédito con información positiva y negativa en más de 64 millones de cuentas individuales y 4 millones de cuentas de empresas. Los bancos y otros prestamistas pueden obtener datos en tiempo real sobre los clientes que, en combinación con su propia información privilegiada, les permite diferenciar mejor los riesgos de los prestatarios (calibración de los modelos de *scoring*) y ampliar el crédito.

Posteriormente, en el 2000, una nueva Ley de Valores junto con la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito permitió actuar a los fideicomisos como un vehículo de propósito especial de pleno derecho (SPV).<sup>4</sup> A los acreedores de los fideicomisos se les otorgó los derechos sobre las garantías de los préstamos sin exclusión alguna: esto aumentó la protección jurídica de los derechos de los acreedores sobre los fideicomisos con respecto a, por ejemplo, las hipotecas (que son subordinadas a

<sup>4</sup> En la ley mexicana, el fideicomiso (fondo fiduciario) es un contrato por el cual una persona asigna una propiedad a un propósito especial, transfiere el título de propiedad a una institución fiduciaria para realizar el propósito y designa un beneficiario del fideicomiso para que reciba los beneficios.

otras categorías de acreedores). Además, los procedimientos de ejecución de las hipotecas se simplificaron en el caso de los fideicomisos, porque los administradores de los fideicomisos (fideicomisarios) tienen el derecho de vender las garantías de los préstamos en una subasta pública y sin seguir un proceso judicial de ejecución hipotecaria.<sup>5</sup> La nueva ley también permitió a las instituciones financieras a actuar como fideicomisarios así como a ser beneficiarios del fideicomiso, por lo que los bancos y las entidades no bancarias (SOFOL) podrán mantener el título de una propiedad a través de un fideicomiso y, en caso de que el prestatario incumpla el crédito, los fideicomisarios pueden ejecutar la hipoteca sobre el préstamo a través de procedimientos extra judiciales. Las instituciones financieras también fueron exentas de los requisitos de registro para la transferencia de gravámenes hipotecarios (si continúan sirviendo los créditos), haciendo más eficientes los procedimientos para las operaciones de titulización.<sup>6</sup> La nueva ley de Valores introdujo un nuevo instrumento de mercado, los denominados *certificados bursátiles* o CEBURS, que son por naturaleza lo suficientemente flexibles para ser utilizados como un vehículo para titularizar emisiones. La ley también hizo más eficientes los trámites para la transferencia de gravámenes hipotecarios eximiendo a las instituciones financieras de la obligación del registro siempre y cuando continúen sirviendo ellas mismas los créditos.

En el 2003, la legislación adicional<sup>7</sup> estableció cláusulas financieras estándar para cada contrato hipotecario y requirió que la información de préstamos debe aparecer en un formato normalizado a fin de permitir la comparación a través de diferentes contratos. La ley también dispone que el originador de la hipoteca, en caso de un pago anticipado total, debiera asignar todos los derechos derivados del crédito al pagador. Esta característica introduce el riesgo de prepago a los tenedores de valores respaldados por hipotecas al igual que en el caso en los Estados Unidos (Caloca-González 2006). Las normas para las operaciones del buró de crédito también fueron revisadas para mejorar la oportunidad de los datos y una mayor profundidad y calidad de la información del prestatario.

<sup>5</sup> Si no existe controversia en el proceso. Si existe una controversia, entonces los fideicomisarios tendrán que someterse a un proceso judicial formal.

<sup>6</sup> Ídem.

<sup>7</sup> Ley de Transparencia y de Fomento a la Competencia del Crédito Garantizado (2002).

## 2. México se ha basado en las experiencias internacionales con mercados hipotecarios secundarios

Al igual que en los Estados Unidos, el mercado secundario mexicano se lanzó con el apoyo de las iniciativas auspiciadas por el gobierno. En los Estados Unidos, el mercado hipotecario secundario se desarrolló a través de organismos patrocinados por el gobierno. Sin embargo, la SHF se distanció del esquema de los Estados Unidos donde las agencias auspiciadas por el gobierno compran hipotecas de los originadores del préstamo quienes cumplen con ciertas normas, las combinan y las utilizan para respaldar sus emisiones de valores que son atendidas con los ingresos de las hipotecas subyacentes. En México, los originadores han estado emitiendo directamente valores respaldados por hipotecas en el mercado y se han beneficiado de las mejoras del crédito facilitadas por la SHF bajo la forma de garantías financieras para los originadores de hipotecas que alcancen las normas de originación de la SHF.

Al igual que en los Estados Unidos, el uso de las mejoras del crédito por parte de los emisores de hipotecas privadas ha sido utilizado para impulsar las calificaciones de los valores respaldados por hipotecas más allá de la calificación de sus originadores. Recientemente, en México, como en los Estados Unidos, las mejoras del crédito privado también han sido proporcionadas por empresas globales tales como MBIA, FIGC, AIG, Genworth y AMBAC.

Algunas características del modelo danés también han atraído una atención significativa en México. La característica más importante del mercado hipotecario secundario danés ha sido su alto grado de liquidez. Los bonos hipotecarios son altamente líquidos debido a que los grandes grupos de préstamos titulizados ofrecen características uniformes tales como cupones, tasa de amortización, y coeficientes de préstamos a valor. La liquidez también cuenta con el apoyo de un esquema de creación de mercado donde diez bancos comerciales negocian todas las obligaciones hipotecarias abiertas a emisión a un precio común. La emisión y el intercambio se realiza a través de la *Danish Central Depository Institution* (VP) y los bonos de transmisión tienen las mismas características que el grupo subyacente de los préstamos hipotecarios (ver Frankel *et al.*, 2004).<sup>8</sup> La adopción de la

<sup>8</sup> Sin embargo, en Dinamarca, el riesgo de prepago se reduce por una característica de los préstamos hipotecarios por medio de la cual un prestatario puede entregar un bono en lugar del pago hipotecario. Esta característica tiene la ventaja de que la compra de los bonos en el mercado por el prestatario

plataforma tecnológica de la VP en México se espera que contribuya a ayudar a la liquidez y a suavizar el intercambio del mercado de los RMBS. Al igual que en los Estados Unidos, las hipotecas en Dinamarca y México tienen una cláusula de prepago libre de pena, sometiendo al tenedor de la hipoteca al riesgo de prepago. Sin embargo, en Dinamarca, a diferencia de los Estados Unidos, la regulación requiere una estricta adecuación de los flujos de efectivo entre el préstamo subyacente y los flujos de servicio de los bonos. El resultado es que el riesgo de prepago está en manos de los inversionistas quienes, en relación con los organismos de vivienda de Estados Unidos, aceptan las mayores fluctuaciones en las medidas de duración de sus carteras de bonos (ver Frankel *et al.*, 2004). Al igual que en los Estados Unidos, el esquema mexicano no tiene provisiones para defenderse contra el riesgo de prepago.

#### IV. LA MANERA MEXICANA: DEL FOVI AL HITO

En el 2001, la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) fue creada con miras a desarrollar el mercado hipotecario secundario. Originalmente, la SHF fue considerada como la entidad encargada de desempeñar un papel similar al de los organismos de vivienda federal (*Federal Housing Agencies*, FHA) en los Estados Unidos, tales como Fannie Mae y Ginnie Mae, proporcionando garantías parciales para el crédito hipotecario y actuando como un banco de segundo piso para SOFOLES.<sup>9</sup> Sin embargo, la SHF fue diseñada para reducir gradualmente su papel directo de banco de segundo piso, moviéndose hacia el apoyo a las instituciones

---

no causa un evento de prepago. También tiene la ventaja de que cuando las obligaciones hipotecarias se negocian con descuento, el prestatario puede tomar ventaja de este descuento para pagar su hipoteca. Esto también implica que los inversionistas hipotecarios se benefician de la amortización anticipada de los préstamos hipotecarios para bonos que se negocian por debajo de la par (y, por lo tanto, pueden volver a invertir sus ingresos a una tasa de interés mayor). Además, las hipotecas son transferibles entre los prestatarios lo que hace que el riesgo de prepago en los valores hipotecarios daneses esté menos expuesto a los factores demográficos que en los valores de Estados Unidos (Frankel *et al.*, 2004). Esta característica del modelo danés no ha sido adoptada en México.

<sup>9</sup> El financiamiento directo de la SHF por SOFOLES se suspenderá en el 2009 y, en el 2013, la SHF será una entidad auto-suficiente. Los últimos datos disponibles muestran que, a partir de finales del 2005, el organismo mantuvo cerca de USD 15 mil millones en préstamos de vivienda directos, aumentando desde USD 13 mil millones en el 2002.



financieras en la emisión de valores respaldados con hipotecas directamente en los mercados de capitales.

La SHF empezó a vender garantías financieras parciales y seguros hipotecarios a las SOFOLES (recuadro 3). Los principales programas de garantías consisten en una garantía financiera parcial (garantía de pago oportuno o GPO), que proporciona protección para el pago puntual de la obligación de los MBS, similar a una línea de crédito, y una garantía de pago por incumplimiento (GPI) o seguro hipotecario<sup>10</sup> que paga al intermediario financiero o al grupo hasta el 35%<sup>11</sup> del saldo pendiente del préstamo hipotecario, más los intereses correspondientes, y el servicio adeudado y las comisiones del seguro, después de que un préstamo hipotecario se encuentra atrasado por un período de seis meses consecutivos. Dichas garantías están diseñadas para proporcionar seguros de bonos a los inversionistas de los MBS.<sup>12</sup>

La SHF también ofrece un canje para satisfacer las necesidades de financiamiento de la vivienda de los hogares de ingresos bajos a medios. La SHF vende un *swap* de UDI por pagos de salario mínimo. Esto permite que los prestatarios efectúen pagos en múltiplos del salario mínimo contra la hipoteca denominada en UDI. La estructura de la hipoteca para el prestatario es similar a la de las iniciales DIM. Con el fin de protegerse contra las

<sup>10</sup> El seguro hipotecario es un mecanismo para transferir el riesgo crediticio de los préstamos hipotecarios a una compañía de seguros con pagos relativamente bajos. En varios países, como los Estados Unidos, Canadá, Australia y Hong Kong, este seguro ha tenido éxito en la promoción de un mercado hipotecario con reducción del pago inicial (por ejemplo, el seguro hipotecario puede estructurarse para reducir el valor esperado de la pérdida en el préstamo para el banco. Por ejemplo: dado un 5% del pago inicial, y un 15% del seguro de la hipoteca, el banco tiene, en situación de riesgo, el 80% del valor del préstamo).

<sup>11</sup> Inicialmente fue el 25% y fue aumentado en abril del 2004.

<sup>12</sup> El programa de garantías financieras parciales, que son pagadas por los agentes de titulización, alivia el mercado del riesgo de liquidez asociado con las caídas en el principal y en los intereses. La garantía del seguro hipotecario proporciona una posición de *primera pérdida* con respecto a las pérdidas causadas por el incumplimiento de los préstamos subyacentes. Dado que la presencia de las garantías disminuye la probabilidad de una pérdida del principal para el inversionista y asegura el pago oportuno de los bonos hasta su ejecución hipotecaria, dichas garantías efectivamente aumentan la calidad crediticia de los préstamos titulizados. A través de las garantías financieras, la calidad crediticia de los préstamos titulizados puede así exceder la calidad crediticia de la institución de origen. En efecto, el esquema de garantías está apoyando el aumento de la actividad de titulización por instituciones originadoras en la medida que pueden vender la parte de alta calidad del crédito al mercado, en tanto no aumente su propia exposición a los riesgos del sector vivienda.

**RECUADRO 3. PROGRAMA DE GARANTÍAS DE LA SHF**

Diferentes tipos de programas de garantías están dirigidos tanto a los prestatarios de hipotecas como a los prestamistas que buscan titularizar las carteras hipotecarias. En general, la SHF establece criterios específicos para calificar a dichas garantías.

*Garantías para los prestatarios de hipotecas*

- Un *swap* de UDI para pagos de salario mínimo (VSM). Este intercambio permite a los prestatarios de préstamos denominados en UDI reducir el riesgo de la deuda hipotecaria mediante la transformación de los pagos en múltiplos del salario mínimo. La estructura de la hipoteca para el prestatario es similar a la de un préstamo en UDI. Sin embargo, el riesgo de que un aumento en UDI sea superior al aumento en el salario mínimo es asumido por la SHF bajo el pago de una comisión.

*Garantías para los prestamistas*

- Una garantía de pago por incumplimiento (GPI) o seguro de hipotecas pagará al intermediario financiero pertinente o al grupo hasta el 35% del saldo pendiente del préstamo hipotecario, más los intereses correspondientes, y para servicios no remunerados y comisiones por seguro, después de que un préstamo hipotecario se encuentra atrasado por un período de seis meses consecutivos y se lleva a cabo la ejecución hipotecaria. La tasa por la GPI es pagada por el prestatario, a través del intermediario financiero.
- Un esquema de seguro hipotecario (GI), que asegura al prestamista hasta un máximo de 70% del saldo pendiente del préstamo hipotecario, más los intereses correspondientes, y para servicios no remunerados y comisiones por seguros para determinados préstamos, incluidos aquellos que contienen un subsidio inicial del gobierno.

*Garantías financieras para los emisores de RMBS*

- Un programa de garantía con pagos parciales oportunos, está diseñado para ofrecer seguros de pago oportuno del principal e intereses hasta el 85% del saldo pendiente del principal e intereses para aquellas carteras de préstamos que cumplan con ciertos requisitos. (Sin embargo, la protección máxima adquirida por cualquier institución ha sido del 25% hasta ahora). Una garantía de pago oportuno es una mejora de crédito en el nivel de negociación de la estructura, y es similar a una línea de crédito. Si el fideicomiso no tiene el efectivo suficiente para hacer un pago determinado, la línea de crédito puede verse forzada para pagar tanto los intereses como el principal. Una vez que la línea de crédito es pagada, puede ser utilizada de nuevo, si surge la necesidad. La comisión para el proveedor de la GPO es parte de los gastos del grupo.

A fin de calificarse para el apoyo de la SHF, las hipotecas tienen que originarse y suscribirse siguiendo requisitos específicos, entre otros, coeficientes de deuda a ingresos, coeficientes de préstamo a valor, tipo de propiedad y valor, y los requisitos de información para los intermediarios financieros. En el caso de que un préstamo no cumpla con los criterios de elegibilidad, el fideicomiso tendría que reembolsar a la SHF cualquier pago realizado bajo la garantía de ese préstamo específico.

pérdidas en caso de que las UDI aumenten por encima del salario mínimo, la SHF vende la posición larga VSM (veces el salario mínimo) al FOVI que, con el tiempo, estaría a cargo de estas pérdidas.

Los criterios establecidos por la SHF para condicionar la venta de la GPI o la GPO tienen un importante efecto para inducir la estandarización de los productos hipotecarios. En particular, las hipotecas tienen que cumplir con coeficientes específicos de deuda a ingresos, coeficientes de préstamo a valor, tipo de propiedad y valores, y los requisitos de información para los intermediarios financieros. Además, la SHF revisa todos los préstamos a ser titulizados antes de la adjudicación de las garantías GPO.

Si bien inicialmente la SHF fue el único proveedor de seguros hipotecarios y garantías financieras, recientemente los proveedores de garantías financieras al sector privado han ingresado al mercado. Los cambios regulatorios en el sector de los seguros aprobada en el 2006 dio lugar a la concesión de licencias a dos compañías extranjeras de seguros hipotecarios para operar en México. Los proveedores de garantías financieras, tales como Ambac, Genworth FMO, IFC y, más recientemente, MBIA, han estado compitiendo con la SHF en la provisión de estas garantías.

Los planes futuros de la SHF incluyen el desarrollo de una base de datos hipotecaria exhaustiva. La SHF supervisará el FIEH, fuente de estadísticas de información hipotecaria, que están diseñadas para incluir las características del prestatario, los precios de la vivienda y los historiales de pago de los préstamos. Toda esta información estará a disposición de los prestamistas hipotecarios, las compañías de seguros y los inversionistas en los fondos de préstamos titulizados, y proporcionará una herramienta esencial para aumentar la transparencia y la eficiencia en los mercados hipotecarios. Sin embargo, este proyecto no se encontraba totalmente operativo al momento en que fue escrito este documento.

Recientemente, la Hipotecaria Total (HiTo) fue creada con el objetivo de agilizar el proceso de titulización. Si bien las titulizaciones hipotecarias pueden llevarse a cabo a través de un fideicomiso, el proceso puede tomar hasta un mes. En un esfuerzo por acelerar el proceso, la VP, en colaboración con la SHF, creó una plataforma tecnológica en HiTo para poner en marcha un sistema que está abierto a cualquiera de las partes interesadas en la titulización de una cartera hipotecaria. La HiTo permite la interfaz continua de los bancos, SOFOLES, y la depositaria de

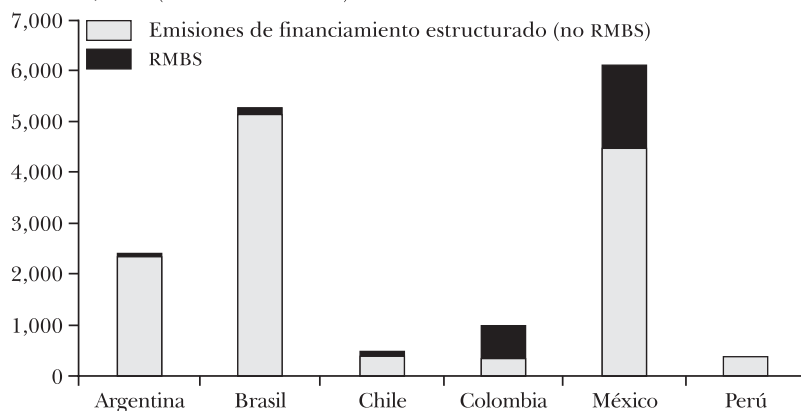
valores de México, INDEVAL, con la finalidad de agilizar y reducir los riesgos en el proceso de titulación.

## 1. Titulación y Surgimiento del Mercado Mexicano de los RMBS

El mercado de financiamiento estructurado ha experimentado un crecimiento extraordinario desde su creación, tanto en los tipos de activos como en las estructuras de deuda. Las emisiones totales de los valores estructurados alcanzaron cerca de USD 6 mil millones en el 2006, triplicando su volumen desde el 2004.<sup>13</sup> México cuenta con el mayor volumen de emisión en América Latina. Las emisiones estructuradas inicialmente comprendieron principalmente los préstamos puente para la construcción de los promotores inmobiliarios; los ingresos por la participación de los impuestos federales (transferencias del gobierno federal a los estados y municipios); cuentas por cobrar por concepto de peajes de las autopistas y flujos de créditos de los consumidores.

Los MBS, respaldados en préstamos hipotecarios residenciales

**GRÁFICA I. EMISIÓN DOMÉSTICA DE ACTIVOS TITULIZADOS EN AMÉRICA LATINA, 2006 (en millones de USD)**



FUENTE: Fitch.

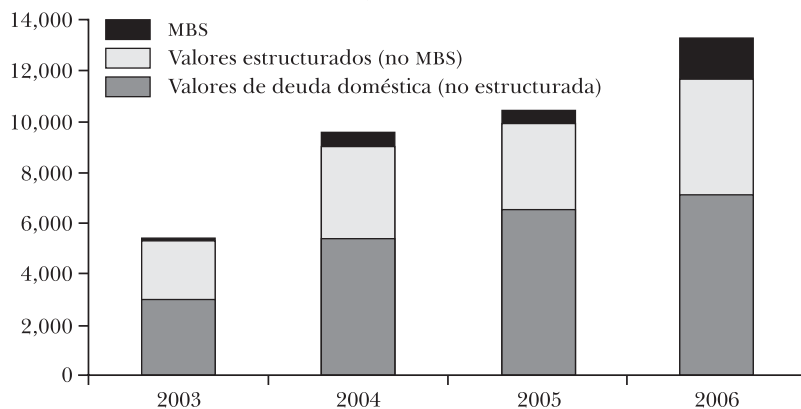
<sup>13</sup> Cifras según Fitch. Existieron dos operaciones en el 2004 y el 2005 idénticas en naturaleza por USD 4.5 mil millones y USD 2.4 mil millones de Banamex y Banorte, respectivamente. Sin embargo, las dos operaciones, que se refieren a la titulación de un préstamo por el IPAB (la agencia de seguros de depósitos), sólo fueron posibles debido a una salvaguarda legal en los términos de los préstamos originales que no están presentes en otros préstamos del IPAB. Por lo tanto, operaciones similares no pueden repetirse y, por consiguiente, se las excluye del total para fines comparativos.

(RMBS) hicieron su primera aparición a finales del 2003, y en el 2006 ya se habían convertido en el tipo de activo estructurado más grande representando más del 25% del total de emisiones estructuradas a nivel doméstico.<sup>14</sup> En octubre del 2007, había más de USD 6.4 mil millones de RMBS emitidos pendientes en el mercado de bonos mexicanos por siete SOFOLES diferentes, dos bancos y el INFONAVIT.

Las condiciones favorables de liquidez mundial y una base creciente de inversionistas institucionales domésticos han apoyado las nuevas emisiones estructuradas. Las estructuras titulizadas son particularmente atractivas para los administradores de fondos de pensiones por que normalmente conllevan una alta calificación crediticia y una larga duración, que coincide bien con su estructura pasiva natural y reglamentos de regulación prudencial.

El fuerte crecimiento en los RMBS fue apoyado por la SHF. Aquellos RMBS que satisfacen los criterios de originación de préstamos, que los hace elegibles para el apoyo de la SHF a través de las mejoras del crédito, se conocen comúnmente como Borhis<sup>15</sup> en el mercado local. Sin embargo, también existen otros tipos de valores respaldados por hipotecas pendientes no amortizadas. En el caso de los Borhis, la SHF ofrece apoyo a la liquidez de las emisiones actuando como un *creador de mercado* y, comprometido así a comprar Borhis en ambos mercados, primario y secundario. En condiciones normales, la SHF compra a un precio basado en su propio flujo de caja y calcula de acuerdo a

**GRÁFICA II. MÉXICO: EMISIONES DE DEUDA PRIVADA EN EL MERCADO DOMÉSTICO POR ESTRUCTURA, 2003-2006**



<sup>14</sup> Datos de Fitch.

<sup>15</sup> Bonos Respaldados por Hipotecas.

una metodología basada en ciertos supuestos de prepago y de incumplimiento.

De manera más reciente, México ha adoptado la plataforma tecnológica danesa que permitió a los originadores hipotecarios empezar a emitir RMBS más cercanos a los daneses. La diferencia importante entre estos RMBS y aquellos previos en el mercado mexicano es que las series existentes pueden aumentarse mediante su reapertura durante el primer año, hasta un máximo preestablecido y a través del aumento del tamaño de cada emisión en el mercado, permitiendo por lo tanto alcanzar una mayor liquidez.<sup>16</sup> Los pagos mensuales de un préstamo causarán que algunos bonos sean retirados del grupo en el valor del préstamo pagado de contado. Estos valores transmitidos serán emitidos a través de una agencia centralizada, HiTo. Los primeros MBS reaperturados, los llamados *Borhis fungibles*, hicieron su aparición a finales del 2006.

*a) Emisores e inversionistas*

Las SOFOLES fueron los primeros y, con mucho, los usuarios más activos de los nuevos instrumentos financieros, pero INFONAVIT los ha emulado rápidamente. Desde octubre del 2007, las SOFOLES representaron el 60% del total pendiente de amortización del acervo de emisiones de RMBS, mientras que los bancos comerciales representaron alrededor del 5% de las emisiones. Esto se ha debido, en parte, a la disminución estructural en las fuentes de financiamiento de las SOFOLES, junto con la creciente demanda de crédito para vivienda, lo que dio fuertes incentivos a las SOFOLES para titular sus carteras. Tras el éxito inicial de las estructuras de los RMBS, INFONAVIT rápidamente se convirtió en uno de los mayores emisores en el mercado, y en octubre del 2007 representó alrededor del 27% del acervo de RMBS pendientes emitidos en el mercado. La gran base de depósitos de los bancos comerciales ha sido hasta ahora suficiente para financiar las actividades de préstamo. Sin embargo, en el transcurso de finales del 2006 y comienzos del 2007 varios bancos ingresaron al mercado y abrieron algunas de las más grandes emisiones pendientes (recuadro 4).

Los inversionistas institucionales domésticos dominan el mercado de las emisiones estructuradas. Hasta la fecha, el peso de las emisiones de los RMBS se encuentra en manos de los

<sup>16</sup> Cada estructura Borhi fungible tiene períodos de reapertura que van desde uno a tres años.

fondos de pensiones domésticos y las compañías de seguros. Dado que aparecen emisiones por tramos, el interés de los inversionistas institucionales se concentró en los tramos superiores. Esta fuerte demanda refleja una serie de factores:

- en primer lugar, los MBS mexicanos suelen estar denominados en UDI<sup>17</sup> y, por tanto, generan rendimientos vinculados a la inflación que coinciden con las estructuras de obligaciones de los fondos de pensiones (recuadro 4);
- en segundo lugar, mediante la mejora de los perfiles de crédito a través de las garantías financieras, el exceso de garantías y los tramos medios, las emisiones estructuradas alcanzan una calificación crediticia de grado de inversión que de otro modo no alcanzarían los emisores locales;
- en tercer lugar, las emisiones estructuradas llevan ligeramente mayores rendimientos que los títulos gubernamentales comparables; y,
- finalmente, los plazos de los préstamos subyacentes, junto con los de la garantía asegurada, permiten que las emisiones estructuradas tengan una duración relativamente larga con respecto a otros instrumentos en el mercado doméstico, que tienden a estar concentradas en el corto plazo de la curva de rendimiento.

Los tramos subordinados de las emisiones de MBS al parecer han sido menos atractivos, pero el apetito por dichos tramos parece que ha venido creciendo recientemente. Hace poco, la alta liquidez en los mercados internacionales generó cierto interés de los inversionistas extranjeros para los MBS como valores con un rendimiento relativamente mayor. Los fondos mutuales domésticos también han sido atraídos a ellos debido al mejor rendimiento que ofrecen. Sin embargo, en algunos casos, los tramos junior han sido al parecer retenidos por las instituciones originadoras, previniéndoles por lo tanto del desprendimiento total de su riesgo crediticio.

<sup>17</sup> La UDI es una unidad de cuenta cuyo valor se actualiza diariamente y refleja los cambios en el índice de precios al consumidor. En los días 10 al 26 de cada mes el Banco de México publica el valor de la UDI para los próximos quince días. En los días 10 al 26 del mes, el cambio en el valor de la UDI será igual al cambio en el índice de precios al consumidor de los 15 días previos del mes, el valor para los días entre el 10 y 26 será calculado a través de la distribución del aumento total en el IPC entre el número de días del período. La UDI tuvo un valor de 1 el 4 de abril de 1995 (desde marzo del 2007 aproximadamente 3.85).

*b) Valoración y calificación*

En México, existe un alto grado de incertidumbre en torno a los parámetros utilizados para modelar los flujos de efectivo de los activos subyacentes de los RMBS. En particular, hay una falta de datos históricos globales sobre tasas de incumplimiento, tasas de pago, y tasas de recuperación y sobre la duración del proceso de ejecución hipotecaria. Además, las recientes reformas legislativas que afectan al proceso de ejecución hipotecaria (como se discutió anteriormente) pueden haber alterado el significado de la información histórica disponible, por lo que la mayoría de los parámetros pertinentes en el proceso de valoración tienen que ser asumidos.<sup>18</sup>

La falta de información histórica y del mercado de los precios de la vivienda complica aún más la evaluación de los coeficientes préstamo a valor y el exceso de garantías de las carteras. En principio, los valores de las viviendas para las hipotecas en las carteras de préstamos garantizados por la SHF debe ser evaluado formalmente, sin embargo, la mayor parte del tiempo, los precios de la vivienda para propósitos de préstamos han sido provistos directamente por las empresas constructoras. Las autoridades también están conscientes de la necesidad de impedir evaluaciones fraudulentas en tanto estas podrían comprometer la valoración de los RMBS, y la integridad de las carteras de los inversionistas (por ejemplo, las carteras de los fondos de pensiones).

Los títulos gubernamentales denominados en UDI (Udibonos) utilizados como obligaciones de referencia para la fijación de precios de los valores han sido ilíquidos, lo que complica el proceso de descubrimiento de precios para la valoración de los títulos en el mercado de los RMBS. Estas obligaciones fueron los únicos valores locales denominados en UDI con una estructura de plazos pertinente a la de los RMBS. Sin embargo, históricamente, el mercado del Udibono, en general, ha sido muy ilíquido (está muy influido por los fondos de pensiones que no negocian Udibonos de manera activa).

<sup>18</sup> Por ejemplo, las tasas de pago típicamente se suponen constantes, ya sea imputadas al fideicomiso de préstamos o a cada uno de los préstamos. Mientras que en México normalmente no hay restricciones o sanciones por prepagos, el costo de refinanciación de las hipotecas es alto, por lo tanto, las tasas de prepago han tendido a ser menos sensibles a las tasas de interés que en los Estados Unidos. Los informes de mercado sugieren que la tasa de prepago constante ha sido asumida al 5%, y, de hecho, según un estudio de la SHF, la experiencia histórica con prepagos ha sido en torno a este nivel.



Actualmente, la única fuente de información para los precios de los RMBS en el mercado secundario son los proveedores de precios locales.<sup>19</sup> Los modelos utilizados por estos organismos para valorar los valores no son totalmente claros, sin embargo, la SHF está trabajando con los proveedores de precios para mejorar las prácticas. La SHF no está obligada a comprar los bonos a los precios anunciados por los proveedores.

La valoración de los RMBS depende en gran medida del proceso de evaluación de las agencias de calificación. Las altas calificaciones permiten que los valores sean adecuados para las carteras de fondos de pensiones. Los factores detrás de la alta calificación de los Borhis iniciales, más allá de la garantía financiera parcial de la SHF, incluyen los incentivos de la SHF a la SOFOLES para emitir préstamos con coeficientes préstamo a valor conservadoras, seguro hipotecario, y el *swap* UDI-VSM para todos los préstamos denominados en UDI. En emisiones más recientes, dado que los tramos junior<sup>20</sup> efectivamente proporcionan una amortiguación adicional para los tramos superiores, los tramos superiores no necesitan tener una garantía financiera para alcanzar una calificación AAA en la escala mexicana local. Algunas emisiones que tenían un tramo superior con una garantía financiera total fueron calificadas como AAA en la escala de calificaciones mundial. Debido a que las hipotecas en la mayoría de las titulaciones están cubiertas por el seguro hipotecario de hasta 35% de las pérdidas, incluso los tramos junior todavía califican con un puntaje de A.<sup>21</sup> Sin embargo, para la calificación inicial de los valores, las agencias de calificación han tendido a depender en gran medida de la diligencia debida de la SHF con respecto a la calidad de la cartera de préstamos a ser titulada. Por otra parte, algunos han sugerido que las agencias de calificación deben desempeñar un papel más proactivo en la revisión de la calificación de los RMBS, ya que se han producido informes donde baja la calificación de los RMBS sólo después de que las irregularidades se habían manifestado claramente.

<sup>19</sup> Los proveedores de precios son instituciones creadas en México debido a la iliquidez estructural de las emisiones de mercado privadas. Dichas instituciones se supone que son independientes y que proporcionan información sobre los precios a los operadores del mercado.

<sup>20</sup> Los tramos junior también se denominan “mezanines”.

<sup>21</sup> La escala local A es equivalente a BB- en la escala internacional.

**RECUADRO 4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS  
DE LAS EMISIONES MBS MEXICANAS**

Las principales características de los MBS en el mercado han reflejado, en gran medida, el tipo de la institución de origen. Los MBS emitidos por las SOFOLES están normalmente denominados en UDI y, por ende, están vinculados a la inflación. Los préstamos subyacentes son en su mayoría normalizados, y llevan mejoras adquiridas a través de la SHF o de otras entidades aseguradoras (ver más abajo). Las emisiones originadas por INFONAVIT tienden a tener más préstamos subyacentes de naturaleza diversa, aunque, al parecer, todos comparten la misma duración del valor estructurado que fue emitido. Generalmente, las características de los préstamos del INFONAVIT dependen del nivel de ingresos de los prestatarios y del tamaño de la vivienda a ser adquirida. Estas emisiones no conllevan garantías financieras directas, sino que incluyen un exceso de garantías como una forma de mejora del crédito. Dado que el INFONAVIT es una institución auspiciada por el gobierno, existe una percepción por parte de los inversionistas de que estos productos también tienen una garantía implícita del gobierno. Las emisiones de MBS variadas por los bancos comerciales han surgido a un ritmo más rápido. Estas emisiones están en su mayoría estructuradas para reflejar las características del peso fijo de las hipotecas extendidas por los bancos. Curiosamente, no todos estos RMBS conllevan un seguro hipotecario y las garantías ofrecidas por la SHF. Más bien, las mejoras en una serie de emisiones de los bancos comerciales consisten en facilidades de liquidez ampliadas (o garantías financieras totales) por grandes instituciones internacionales de seguros y estructuras por tramos para apoyar las calificaciones crediticias.

**Cupón:** Las tasas de interés en las emisiones de MBS han promediado entre 5 a 6% en términos reales. Emisiones más recientes han conllevado cupones más bajos reflejando tanto una disminución de las tasas reales en la economía y una compresión en el margen de los MBS en relación con los bonos Udibono de referencia. Si bien las emisiones iniciales conllevaban un margen significativamente mayor (alrededor de 120 a 140 puntos básicos) con respecto a la curva de rendimiento del Udibono, los más recientes oscilaron alrededor de 80 a 90 puntos básicos. Con el tiempo, los márgenes para los MBS emitidos por las SOFOLES han sido comprimidos, debido a la mayor demanda y la mayor liquidez del mercado proporcionada por la actividad de la SHF en el mercado secundario. Sin embargo, la compresión de los márgenes también reflejó los cambios en la estructura de los RMBS, en particular, la mayor utilización de tramos de mezanines a medida que el mercado se desarrollaba (ver más adelante). También las emisiones más recientes se han beneficiado de la garantía financiera total (y no sólo de la garantía parcial GPO) en los valores superiores que conllevan a una nueva disminución en los márgenes de las emisiones a alrededor de 40 a 50 puntos básicos por encima del Udibono de referencia.

**Plazo:** El plazo de los RMBS ha variado desde 10 a 30 años con la mayoría de las últimas emisiones en torno a 30 años. Conllevan los vencimientos más largos disponibles para un valor del sector privado (y público) en el

mercado. El plazo típico para otros tipos de emisiones con garantías de activos en México ha sido de cinco a siete años.

**Mejoras de Crédito:** La mayoría de las emisiones de las SOFOLES están estructuradas con la finalidad de cumplir con los requisitos para calificar para garantía financiera parcial de la SHF (GPO). Los requisitos de calificación para la GPO son que los tenedores de hipotecas subyacentes necesitan mantener un *swap* UDI-VSM y que las hipotecas subyacentes están cubiertas por la garantía del seguro hipotecario (GPI). También hay requerimientos en cuanto al coeficiente préstamo a valor, no podrá ser superior al 80% para las hipotecas denominadas en UDI y del 90% para préstamos denominados en pesos. La mayoría de los MBS tienen excesos de garantías (EG), lo que implica que el valor de los principales activos que respaldan una emisión segura excede el valor del título sin pagar. Los niveles de EG han sido variables en el orden del 0,8 hasta el 15%. En negociaciones más recientes, la garantía inicial ha sido cercana al 1,0%, esperando que con el exceso de garantía se pueda construir un mayor valor objetivo en tanto el principal del bono se amortiza. Más recientemente, varias emisiones tenían una garantía financiera total (la denominada envoltura total), que cubre el 100% de las disminuciones en el principal y en los pagos de intereses. Esta garantía es una garantía de liquidez que no cubre contra pérdidas debido a incumplimiento, pero se asegura el pago puntual. Sin embargo, las emisiones que conllevan dicha garantía tenían una estructura subordinada (ver más adelante) que sería lo primero en absorber en las pérdidas de crédito.

**Estructura:** Dada la ausencia de un mercado para los valores calificados como grado de inversión, las emisiones iniciales fueron colocadas en un único tramo con mejoras de crédito proporcionadas por la SHF bajo la forma de un seguro hipotecario (GPI) y una garantía financiera (GPO). Una posición accionaria pequeña, por lo general alrededor de un 4% fue retenida, y totalmente provisionada, por el originador. De manera más reciente, las emisiones han tenido una estructura de tramos superior y subordinada (o junior) tan típica en los mercados de deuda maduros y una amplia variedad de mejoras de crédito. Cuando las emisiones son efectuadas en tramos, los ingresos se distribuyen por tramos de jerarquía, es decir, acumulándose primero a los tramos superiores, mientras que las pérdidas se distribuyen inversamente. Debido a que, en general, las hipotecas en estas titulizaciones tienen seguro hipotecario para el primer 35% de las pérdidas, los tramos junior generalmente todavía se encuentran calificados para un puntaje de A en una escala local. Como el tramo junior, o mezzanine, efectivamente ofrece una amortiguación adicional para los tramos superiores, estos tramos no necesitan una garantía financiera para alcanzar una calificación local AAA. Algunos tramos superiores con una garantía financiera total (100% de envoltura total) calificaron para un puntaje de AAA. Los tramos superiores han representado alrededor del 80% de las carteras, mientras que los tramos junior o mezzanine han fluctuado entre el 3 y el 12%. Las posiciones accionarias entre 4 y 8% han sido retenidas por la institución de origen.

## V. LECCIONES PASADAS Y DESAFÍOS FUTUROS

El rápido crecimiento reciente del financiamiento de la vivienda a través de las hipotecas privadas parece basarse más en los mercados primarios y secundarios que en el pasado. El crédito hipotecario privado ha ido en aumento desde inicios del 2003, y todas las expectativas son que la tendencia continuará. La resistencia del nuevo marco de financiación de la vivienda se basa en el hecho de que la mayoría de las nuevas hipotecas son indexadas a la inflación o tienen una tasa de interés fijada al peso, y la carga del origen se ha llevado a cabo a través de instituciones que no aceptan depósitos. Además, la normalización de la emisión de hipotecas, incluidos los requerimientos de la SHF de las prácticas de origen estrictas en términos de suscripción y criterios de elegibilidad, ha facilitado el acceso al financiamiento local de los emisores de hipotecas a tasas relativamente bajas.

El desarrollo del mercado de títulos hipotecarios con valores de transmisión ha permitido a las instituciones financieras reducir el riesgo del estado de situación. En particular, los riesgos de crédito, de mercado y de desfase de los vencimientos se transfieren a los instrumentos de titulación al tiempo que se crean cada vez más fideicomisos de títulos líquidos en los mercados de capital locales.

Una serie de temas de infraestructura merecen una atención especial para asegurar el futuro desarrollo de los mercados hipotecarios secundarios. En particular, todavía existe una necesidad de mejorar los registros de la propiedad pública. Estos registros aún se basan en el papel y no están sistematizados, lo que aumenta el costo de la verificación de las garantías. El papel de los auditores y las agencias de calificación crediticia tendrá que fortalecerse para aumentar su credibilidad. En muchos casos, los auditores son capaces de informar que comprueban sólo del 5 al 10% de los títulos de un fideicomiso de cartera. Tal como se recomendó en la actualización FSAP del 2006, los emisores y los reguladores deberían considerar normas para la inclusión de las empresas de debida diligencia para revisar los expedientes de los préstamos que componen los fideicomisos de garantías.<sup>22 23</sup>

<sup>22</sup> Nota Técnica sobre Financiamiento de la Vivienda, preparada por la actualización FSAP del 2006 (<http://wbln0018.worldbank.org/FPS/fsapcountrydb.nsf/FSAPExternalcountryreports?OpenPage&count=5000>).

<sup>23</sup> Para ilustrar la preocupación, la Nota Técnica FSAP de Financiamiento de la Vivienda informó que el 30% de un fideicomiso para el cual la SHF fue solicitada para proporcionar seguro hipotecario sufrió deficiencias en la documentación,

La metodología de valoración de los títulos con garantías hipotecarias tiene que ser adaptada a la problemática mexicana. Aunque la dependencia de modelos altamente teóricos es un problema común con la valoración de productos estructurados en general, en el caso de México, el problema se complica debido a la falta de historiales de prepago de hipotecas y de incumplimiento. La SHF ha sido consciente de este problema y ha intentado desarrollar bases de datos centralizadas de prepago y de incumplimiento, pero estas no están todavía totalmente operativas.

La ausencia de un mercado para títulos valorados muy bajos significa que el mezzanine o tramos junior de las carteras titulizadas están en manos de las instituciones de origen. Esta situación tiende a reducir el valor de diversificación del riesgo de la titulización para esas instituciones, ya que estarían manteniendo los tramos más riesgosos de las carteras de préstamos. A su vez, esto también implicaría que el alivio del capital que pueden obtener de la titulización es limitado.

El papel de la SHF como proveedor de liquidez en el mercado de los RMBS puede representar una obligación fiscal contingente en condiciones de tensión. Como agente creador de mercado, la SHF tiene un compromiso explícito para comprar Borhis, tanto en los mercados primario como secundario, incluso en condiciones de tensión. Hasta el momento, ningún límite ha sido explícitamente establecido en cuanto al monto total de Borhis que la SHF podía comprar. En el caso de tensión inducida y redireccionada de los RMBS, la SHF intervendría para mantener la liquidez, dejando al banco vulnerable a las pérdidas de mercado. En este contexto, la SHF se beneficiaría de un análisis de pruebas de tensión a revaluaciones periódicas de su nivel de liquidez. Aunque las provisiones de la SHF sobre la base de las pérdidas esperadas, reaseguran parte del riesgo de sus productos de seguros hipotecarios con empresas internacionales de seguros, y cubre totalmente sus obligaciones VSM-UDI con FOVI, sería importante evaluar de forma periódica la liquidez de la institución en situaciones de tensión.

Si bien existe poco riesgo en la provisión de incentivos para la construcción excesiva, los incentivos para la construcción de viviendas de baja calidad pueden existir. El programa de garantías

---

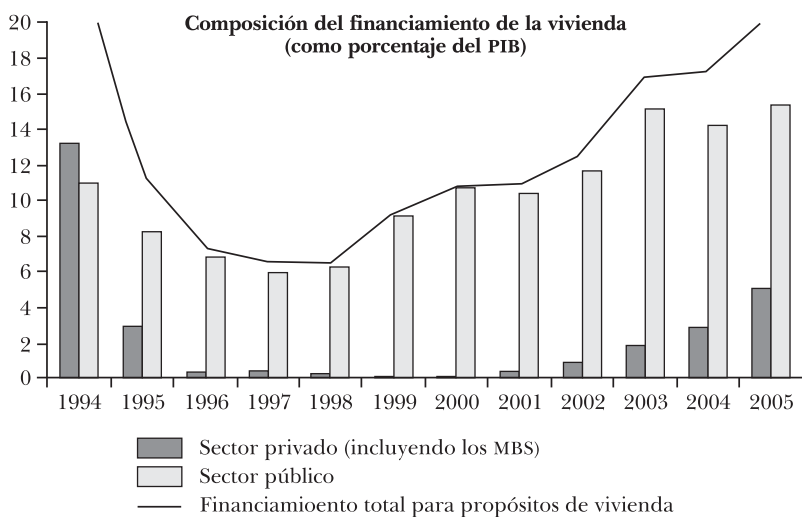
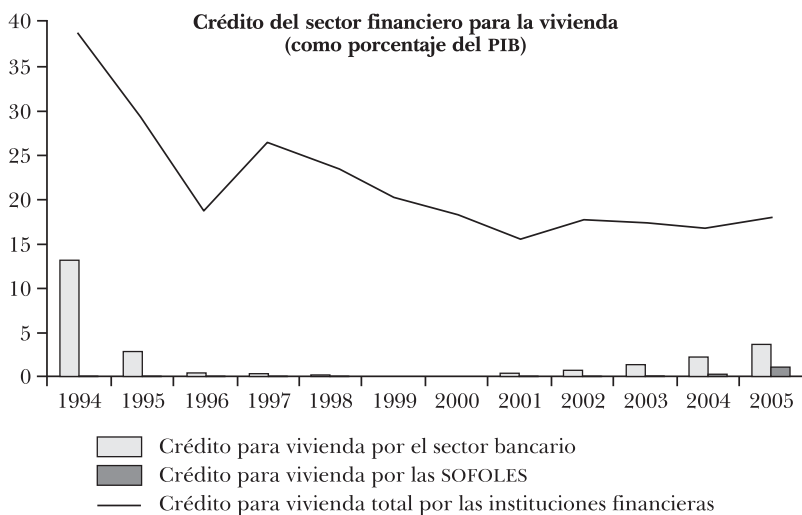
que van desde informes de oficina de crédito desaparecidos a evaluaciones deficientes o faltantes. Por otra parte, la agencia de calificación no examinó los archivos de cualquier préstamo, ni las instituciones que ofrecían mejoras de crédito.

para las compañías constructoras, está destinado a aumentar aún más el monto del financiamiento dirigido al sector de la vivienda sin aumentar el riesgo asociado a los prestamistas. Sin embargo, el programa efectivamente alivia al prestamista del riesgo de mercado asociado con la actividad de la construcción, y, por lo tanto, proporciona un incentivo para relajar las normas de calidad.

Las grandes titulizaciones de INFONAVIT podrían complicar la fijación de precios de los RMBS en el mercado y excluir a los emisores del sector privado. INFONAVIT ha sido capaz de emitir RMBS con márgenes muy comprimidos en relación con los títulos del gobierno de referencia. Esto es algo sorprendente, tomando en cuenta que sus hipotecas no están en general normalizadas y existen problemas importantes en la valoración de la vivienda que constituye su garantía. Esta situación pone de manifiesto, como se discutió anteriormente, la importancia de que los mercados asignen garantías públicas implícitas en los valores. Dichas garantías, que constituyen un pasivo contingente para el gobierno, puede conducir a la exclusión de otros emisores del sector privado, mientras que oscurecen el proceso de fijación de precios en el mercado.

Los recientes problemas en el mercado hipotecario de los Estados Unidos han planteado preguntas sobre la posibilidad de una repetición similar en México, pero existen diferencias significativas entre los dos mercados. El rápido repunte de las hipotecas privadas en México fue precedida por varios años de estancamiento y ha llegado desde un nivel bajo. Además, los RMBS siguen siendo una parte muy reducida del mercado hipotecario doméstico en México, con considerablemente menos implicaciones sistémicas serias. Finalmente, los valores complejos que actualmente generan la volatilidad en los mercados de los Estados Unidos, como los CDO, son prácticamente inexistentes en el sector financiero mexicano.

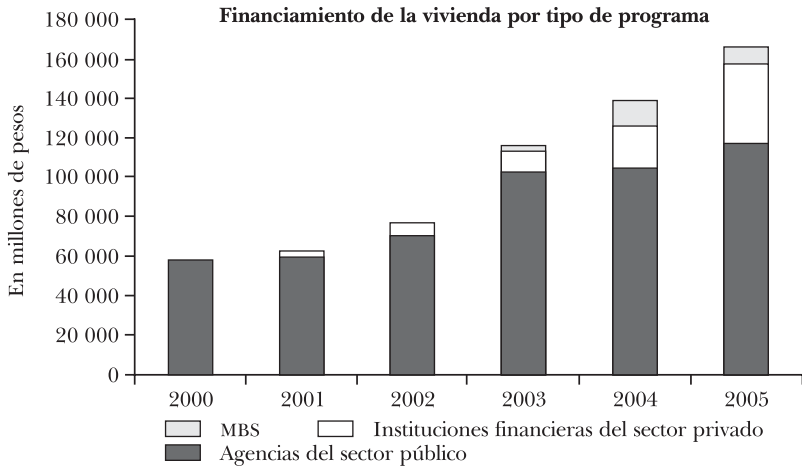
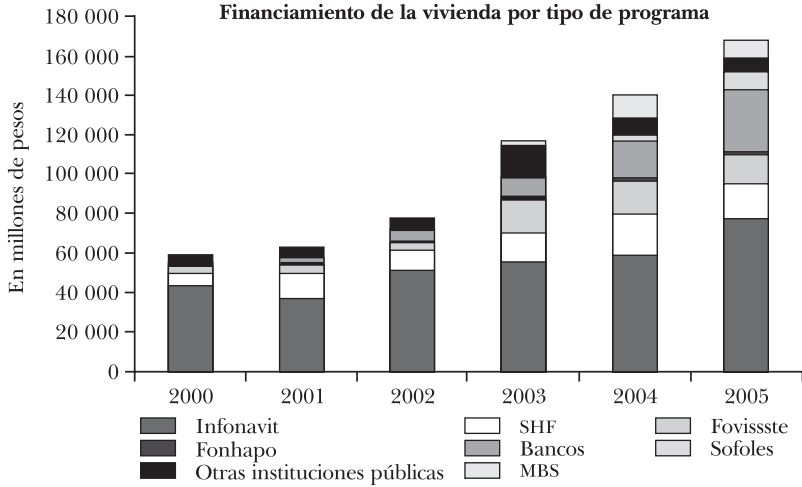
Sin embargo, los recientes problemas en el mercado hipotecario de los Estados Unidos sugieren que el modelo de titulización conlleva algunas vulnerabilidades. La reciente turbulencia en los mercados financieros es un recordatorio de que el proceso de valoración de los RMBS es intrínsecamente complejo, incluso en países con largas series históricas y sofisticadas plataformas tecnológicas. Además, en México, existe la preocupación de que las agencias de calificación han tardado en revisar las calificaciones de las entidades que enfrentan dificultades financieras (por ejemplo, una reciente descalificación fue emitida sólo después de un evento de incumplimiento). El modelo

**GRÁFICA III. MÉXICO: TENDENCIAS HISTÓRICAS EN EL CRÉDITO PARA LA VIVIENDA, 1994-2005**

FUENTES: CONAVI, Banco de México, *Dealogic* y cálculos del personal del Fondo.

de titulización se basa en gran medida en el origen del préstamo y la prestación de servicios. Como los préstamos se transfieren fuera de balance, muchos autores han señalado la posibilidad de un debilitamiento inherente de la relación prestamista-prestatario dentro de la estructura instrumental de la titulización (por ejemplo, Davison (2007)). Además, en caso de que el modelo de la titulización se encuentre en problemas de liquidez,

**GRÁFICA IV. MÉXICO: ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO DE LA VIVIENDA, 2000-2005**



FUENTES: CONAVI, Banco de México, Dealogic y cálculos del personal del Fondo.

ya sea por el aumento de los incumplimientos, o debido a la imposibilidad de colocar nuevas emisiones, las instituciones financieras pueden tener que comprar sus propios préstamos, recomprando así el riesgo crediticio que intentaron detener. Por último, las titulaciones estructuradas a través de fideicomisos que son comunes en América Latina pueden ser aún más vulnerables a las pérdidas que aquellos estructurados a través de SPV en los Estados Unidos, porque no tienen su propio capital.



**REFERENCIAS**

- Barry, C., G. Castaneda y J. B. Lipscomb (1995), "The Structure of Mortgage Markets in Mexico and Prospects for Their Securitization", *Journal of Housing Research*, vol. 5, nº 2, pp. 173–204.
- BIS, Committee on the Global Financial System (2006), *Housing Finance in the Global Financial System*, CGFS, enero (Papers, nº 26).
- Caloca González, M. (2006), *Mortgage Backed Securitization: New Legal Developments in Mexico* (<http://www.natlaw.com/pubs/spmxbk8.htm>).
- CGFS Working Group Report (2006), *Housing Finance in the Global Financial Market*, Bank for International Settlements, CGFS (Papers, nº 26).
- Chiquier, L. O. Hassler, y M. J. Lea (2004), *Mortgage Securities in Emerging Markets*, World Bank (Policy Research WP, nº 3370).
- Credit Suisse (2006), *Mexico Mortgage Market*, Fixed Income Research, 26 de septiembre.
- Current Housing Situation in Mexico* (2005) and (2006) by CIDOC and SHF with support from CONAVI and Harvard University Joint Center for Housing.
- Davison, Andrew Davidson (2007), *Six Degrees of Separation*, The Pipeline, septiembre.
- Frankel, A., J. Gyntelberg, K. Kjeldsen y M. Persson M. (2004), "The Danish Mortgage Market", *BIS Quarterly Review*, marzo.
- Gwinner, W. (2006), *FSAP Update*, México, Technical Note on Housing Finance (<http://wbln0018.worldbank.org/FPS/fsap/countrydb.nsf/FSAPexternalcountryreports?OpenPage&count=5000>).
- Haber, S. (2005), *Banking with and Without Deposit Insurance: Mexico's Banking Experiments, 1884–2004*, texto mimeografiado, Stanford University.
- Kjelsen, K. (2004), "Mortgage Credit in the USA and in Denmark", *Monetary Review* (Danmarks Nationalbank), 2nd Quarter.
- Lea, M. J., y S. A. Bernstein (1996), "Housing Finance in an Inflationary Economy: The Experience with Mexico", *Journal of Housing Economics*, vol. 5, pp. 87–104.
- Pikering, N. (2000), *The Sofoles: Niche Lending or New Leaders in the Mexican Mortgage Market?*, Joint Center for Housing Studies, Harvard University, mayo (Working Paper, nº 2).

Rogers, J., y R. Zepeda (2006), “Mexico Looks to Denmark on Mortgage-Backed Securities”, en *Global Banking and Financial Policy Review*, Euromoney Institutional Investor PLC, pp. 123–26.

SHF (2006), “White Paper” (<http://www.shf.gob.mx/files/pdf/06%20Portfolio%20Information.pdf>).

SHF (2007), “Strategy 2007–2013” (<http://www.shf.gob.mx/files/pdf/Estrategia%202007-2013.pdf>).

*Dale Gray*  
*James P. Walsh*

# Modelo de factores para pruebas de tensión con un modelo de derechos contingentes del sistema bancario chileno

## I. INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad de los mercados financieros a los choques macroeconómicos y financieros es un área de interés, importante y creciente para los formuladores de políticas, especialmente en los mercados emergentes. Sin embargo, la estimación coherente de los efectos de tales choques sobre el riesgo bancario requiere tanto de un modelo de riesgos del sector bancario como de una metodología manejable para la simulación de choques y la estimación de su impacto sobre distintas mediciones de riesgo.

Este trabajo utiliza las herramientas del análisis de derechos

*Traduce y publica el CEMLA, con la debida autorización, el artículo “Factor Model for Stress-testing with a Contingent Claims Model of the Chilean Banking System”, de D. Gray y J. P. Walsh (IMF Working Paper, n° 08/89. © 2008 IMF). Los autores son funcionarios del FMI, en los departamentos Monetary Capital Markets y Western Hemisphere. Las opiniones expresadas son de los autores y no necesariamente representan los del FMI o sus políticas. Los comentarios pueden ser enviados a los correos de los autores: (dgray@imf.org) y (jwalsh2@imf.org, respectivamente). (Nota del editor: por razones de espacio fue omitida la gráfica XI; sin embargo, puede obtenerse en el siguiente sitio de Internet: (<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2008/wp0889.pdf>)).*

contingentes (*Contingent Claims Analysis*, CCA) desarrolladas en las finanzas para estimar el riesgo de los bancos. La base de la metodología CCA es la estimación de la probabilidad de que una entidad (en nuestro caso, bancos, pero también empresas y hasta gobiernos) incumpliese sus obligaciones. Otras mediciones incluyen la pérdida esperada para los tenedores de la deuda del banco, así como una medición de la fragilidad financiera del banco basada en la magnitud, medida en desviaciones estándar del rendimiento sobre activos, en que los activos del banco superan sus pasivos. La CCA es muy utilizada por analistas financieros tales como Moody's-KMV para estimar la calidad crediticia de empresas, y está altamente correlacionada con las calificaciones asignadas por tales agencias y con las probabilidades históricas de incumplimiento.

Dado su enfoque explícito en el riesgo y las probabilidades, y que se basa en datos del mercado sobre precios accionarios, deuda y tasas de interés, la CCA tiene muchas ventajas. Los datos accionarios por su naturaleza incorporan las expectativas prospectivas del mercado de una manera que no logran los indicadores estáticos de riesgo bancario, como son los coeficientes de morosidad o el aprovisionamiento, y la frecuencia alta de las observaciones, al menos para datos accionarios y de tasas de interés, permite una actualización mucha más rápida de las mediciones de riesgo que los datos que sólo están disponibles con frecuencia mensual o trimestral.

Luego de derivar las mediciones de riesgo suministradas por el modelo CCA, este trabajo evalúa cómo las distintas variables macroeconómicas y financieras en Chile las afectan. Un resultado inmediato es que la banca, aún en un mercado emergente relativamente pequeño como Chile, exhibe un alto grado de heterogeneidad: la correlación entre las mediciones de riesgo estimadas y los valores históricos de las variables macroeconómicas no sólo difiere en magnitud sino también en signo entre los diferentes bancos, lo cual limita la utilidad de un enfoque sistémico que obliga la manera en que estos choques se propagan para que sea similar en todos los bancos. Más aún, algunas variables que están altamente correlacionadas con el riesgo de un banco en particular pueden tener poca o ninguna correlación con el riesgo de otros, lo cual hace necesaria la inclusión de un gran número de variables para evaluar adecuadamente el riesgo de todos los bancos en nuestra muestra.

En la medida que se reduce la flexibilidad por la inclusión de una muestra tan exhaustiva de variables, reducimos el tamaño de este espacio de estado a través del análisis de componentes

principales. Dado que ciertas variables se mueven en forma conjunta de manera esperada, se puede eliminar aquellas de menor fluctuación que se relacionan sólo marginalmente con alguna de las variables macro, y retener cuatro factores significativos que explican la mayor parte de la varianza de todas las variables macro.

Las mediciones de riesgo (o más específicamente, el producto de activos implícito de la CCA que subyace a estas mediciones) y los datos derivados del análisis de componentes principales son introducidos a un modelo estándar de vectores autorregresivos y a una función de impulso-respuesta que permite el análisis de escenarios. Las funciones de impulso-respuesta así calculadas suministran varias percepciones acerca de cómo los distintos factores macroeconómicos impactan en el riesgo de incumplimiento de los bancos, y cómo la temporalidad tanto del impacto máximo de los choques como la de la recuperación de éstos pueden diferir entre bancos.

El trabajo evalúa el impacto de choques de magnitud similar a los observados en Chile a lo largo de los últimos 10 años sobre las mediciones de riesgo para los bancos de la muestra, revelando que el riesgo de los bancos chilenos ha caído hasta niveles históricamente bajos, y que aún frente a choques de magnitud similar a los observados en períodos recientes de turbulencias financieras, no parece probable que los bancos alcancen los altos niveles de riesgo asociados con la crisis financiera de 1998.

La sección II presenta los antecedentes del modelo CCA, y examina los datos utilizados en el análisis. La sección III presenta los resultados del análisis CCA y su extensión a través del análisis de componentes principales sobre los choques macro y financieros, y la sección IV presenta posibles extensiones en esta línea de investigación. La sección V concluye.

## **II. MEDICIONES DE RIESGO PROVENIENTES DEL ANALISIS DE DERECHOS CONTINGENTES**

### **1. Antecedentes**

El enfoque de derechos contingentes (CCA) provee una metodología para combinar información de la hoja de balance con herramientas financieras y para el manejo de riesgos ampliamente utilizados en la construcción de hojas de balance ajustadas al mercado que reflejan mejor el riesgo subyacente. Estas hojas de balance ajustadas por riesgo emplean herramientas de

fijación del precio de las opciones para valorar los pasivos, que se modelan como derechos sobre activos estocásticos. Puede usarse para derivar un conjunto de indicadores de riesgo que puede servir como un barómetro de riesgos para las empresas, la vulnerabilidad del sector financiero y el riesgo soberano.

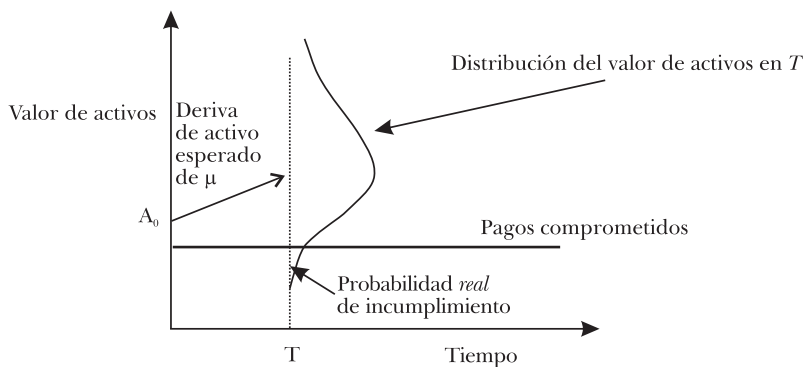
Un derecho contingente es todo activo financiero cuyo pago final futuro depende del valor de otro activo. El derecho contingente prototípico es una opción, el derecho a comprar o vender el activo subyacente a un precio específico de ejercicio en una fecha de vencimiento establecida. Un *call* es una opción de compra; un *put* es una opción de venta, y el valor de cada uno es contingente sobre el precio del activo subyacente que será comprado o vendido. El análisis de derechos contingentes es una generalización de la teoría sobre fijación de precios de opciones introducida por Black-Scholes (1973) y Merton (1973). Desde 1973, la metodología para fijar el precio de las opciones ha sido aplicada a una amplia gama de derechos contingentes. En este trabajo enfocamos su aplicación al análisis del riesgo de crédito y de garantías contra el riesgo de incumplimiento, y sus vínculos con los acontecimientos macroeconómicos y financieros.

El enfoque de derechos contingentes se basa en tres principios: *i*) los valores de los pasivos se derivan de los activos; *ii*) los pasivos están sujetos a distintas prioridades de pago (por ejemplo, deudas senior y subordinadas); y *iii*) los activos siguen un proceso estocástico. Los pasivos consisten en derechos senior (tal como la deuda senior), derechos subordinados (tales como deuda subordinada) y derechos junior (acciones o los derechos más junior). Para el banco, a medida que cae el valor de sus activos totales, la deuda que mantiene con otras instituciones se vuelve más riesgosa y su valor disminuye, a la vez que el margen de crédito sobre su deuda más riesgosa aumenta.

El riesgo de la hoja de balance es la clave para comprender el riesgo de crédito y la probabilidad de una crisis. El incumplimiento se produce cuando los activos no pueden servir los pagos de deuda, es decir, cuando los activos caen por debajo de la *barrera a las dificultades financieras* constituida por el valor total de los pasivos de la empresa. La incertidumbre ante cambios futuros en el valor de los activos, en relación con los pagos comprometidos sobre la deuda, es el principal impulsor del riesgo de crédito. La gráfica I presenta las relaciones clave. La incertidumbre en el valor de los activos está representada por una distribución probabilística en el horizonte temporal  $T$ . Al final del período, el valor de los activos puede situarse por arriba de los pagos comprometidos indicando que se podrá cumplir con el

servicio de la deuda, o por debajo de los pagos comprometidos llevando a una situación de incumplimiento. El área por debajo de la distribución en la gráfica I es la probabilidad real de incumplimiento. La distribución probabilística del rendimiento sobre activos utilizada para valorar los derechos contingentes no es la real sino la distribución probabilística ajustada por riesgo o neutral frente al riesgo, que sustituye la tasa de interés libre de riesgo por el rendimiento real esperado en la distribución. Esta distribución neutral al riesgo es la línea punteada en la gráfica II con una tasa de rendimiento esperado  $r$ , la tasa libre de riesgo. Así, la probabilidad *ajustada por riesgo* de un incumplimiento calculada mediante el uso de la distribución *neutral al riesgo* es mayor que la probabilidad real de incumplimiento para todos los activos cuyo rendimiento realmente esperado ( $\mu$ ) es mayor que la tasa libre de riesgo  $r$  (es decir, una prima de riesgo positiva).<sup>1</sup>

GRÁFICA I. DISTRIBUCIÓN DEL VALOR DE ACTIVOS



El cálculo de la probabilidad real de incumplimiento cae fuera del modelo de CCA-Merton, pero dicha probabilidad puede calcularse combinando el modelo de CCA-Merton con un modelo de equilibrio de los rendimientos esperados sobre los activos subyacentes para producir estimaciones que sean consistentes con los rendimientos esperados para todos los derivados, condicionados al rendimiento esperado sobre el activo. No hace falta conocer los rendimientos esperados para usar los modelos de CCA-Merton con el objeto de calcular valores o riesgos, pero para calibrar probabilidades reales estos datos son necesarios. El valor de los activos en el momento  $t$  es  $A(t)$ . El proceso de rendimiento

<sup>1</sup> Ver Merton (1992, pp. 334-43; 448-50).

sobre activos es  $dA / A = \mu_A dt + \sigma_A \varepsilon \sqrt{t}$ , donde  $\mu_A$  es la tasa de deriva o el rendimiento sobre activos,  $\sigma_A$  es igual a la desviación estándar del rendimiento sobre activos y  $\varepsilon$  posee una distribución normal con media cero y varianza unitaria. La distribución de probabilidad en el momento T se muestra en la gráfica I.

El incumplimiento ocurre cuando los activos caen hasta o por debajo de los pagos comprometidos,  $B_t$ . La probabilidad de incumplimiento es la probabilidad que  $A_t \leq B_t$  o sea:

$$\text{Prob}(A_t \leq B_t) = \text{Prob}(A_0 \exp[(\mu_A - \sigma_A^2 / 2)t + \sigma_A \varepsilon \sqrt{t}] \leq B_t) = \text{Prob}(\varepsilon \leq -d_{2,\mu})$$

Dado que  $\varepsilon \sim N(0,1)$ , la probabilidad real de un incumplimiento es  $N(-d_{2,\mu})$ , donde  $d_{2,\mu} = \frac{\ln(A_0 / B_t) + (\mu_A - \sigma_A^2 / 2)t}{\sigma_A \sqrt{t}}$ . Esta es la dis-

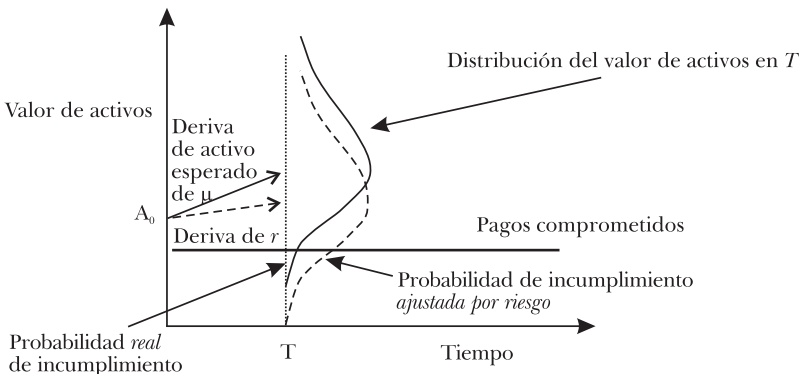
tancia a las dificultades financieras con deriva de  $\mu$ .  $N(\cdot)$  es la distribución normal estándar acumulativa.

A continuación en la gráfica II se muestra la distribución de probabilidad (línea punteada) con deriva de la tasa de interés libre de riesgo,  $r$ . La probabilidad de incumplimiento ajustada por riesgo es  $N(-d_2)$ , donde  $d_2 = \frac{\ln(A_0 / B_t) + (r - \sigma_A^2 / 2)t}{\sigma_A \sqrt{t}}$ . Esta es la dis-

tancia a las dificultades financieras con deriva de  $r$ , la tasa libre de riesgo. Ver el Anexo para mayor información acerca del modelo de Merton, de cómo vincular las probabilidades de incumplimiento real con las ajustadas por riesgo, y de una extensión del modelo CCA.

La fragilidad financiera está estrechamente relacionada con la probabilidad de incumplimiento. Los choques de precios o de

**GRÁFICA II. PROBABILIDAD ESTIMADA DE INCUMPLIMIENTO**





liquidez terminan convirtiéndose en riesgo de crédito durante una crisis a medida que se debilitan los flujos de ingresos de los deudores bancarios, quienes entran en dificultades para servir sus préstamos a los bancos. Resulta difícil manejar el concepto de incumplimiento en los modelos macro tradicionales, debido en parte a supuestos que por lo general excluyen dicha posibilidad. Además, no es posible que los flujos de fondos y las hojas de balance contables suministren mediciones de exposición al riesgo, ya que estas constituyen estimaciones prospectivas de pérdidas. El CCA, en cambio, provee un marco que incluye explícitamente y estima la probabilidad de incumplimiento.

En vista de que existe una probabilidad diferente de cero de incumplimiento, el valor de la deuda con riesgo es menor que el valor de la deuda libre de riesgo:

$$\begin{aligned} \text{Deuda riesgosa} + \text{Garantía contra incumplimiento} &\equiv \\ &\equiv \text{Deuda libre de riesgo} \end{aligned}$$

Por lo tanto el valor de la deuda *riesgosa* puede modelarse como el valor libre de incumplimiento de la deuda menos la pérdida esperada:

$$\begin{aligned} \text{Deuda riesgosa} &\equiv \text{Deuda libre de riesgo} - \\ &- \text{Garantía contra incumplimiento} \end{aligned}$$

Dado que esta garantía es un activo de valor incierto, se puede concebir y modelar la deuda como un derecho contingente.

Esta identidad rige tanto conceptualmente como en términos de valor. Si la deuda está garantizada por un activo específico, entonces la garantía contra incumplimiento puede modelarse como una opción de venta sobre el activo con un precio de ejercicio igual al valor nominal de la deuda. El tenedor de la deuda está ofreciendo una garantía implícita ya que está obligado a absorber las pérdidas en caso de incumplimiento. A veces, sin embargo, el garante puede ser un tercero, como en el caso cuando el gobierno garantiza los pasivos de depósito bancario o las promesas de beneficios de pensión de las empresas.<sup>2</sup>

Aplicando la ecuación diferencial Black-Scholes-Merton para valoración de derechos contingentes, el valor de la deuda riesgosa es una función del valor libre de incumplimiento de la deuda (la barrera de insuficiencia) en el momento 0, el nivel de activos en el momento 0, volatilidad del activo, el horizonte

<sup>2</sup> El marco CCA es una extensión de los modelos de Merton de deuda riesgosa (1974) y seguro de depósitos bancarios (1977).

temporal hasta la fecha de vencimiento del derecho y la tasa de interés libre de riesgo. La metodología del modelo de Merton ha sido aplicada a una amplia variedad de derechos contingentes desde 1973.

## **2. Cálculo de indicadores de riesgo para bancos e instituciones financieras individuales**

Los mercados accionarios domésticos suministran información acerca de la fijación de precios y de volatilidad para el cálculo de valores implícitos de activos y de la volatilidad implícita de activos para empresas e instituciones financieras bancarias y no bancarias. El método más simple consiste en resolver dos ecuaciones para dos incógnitas, valor de activos y volatilidad de activos. Los detalles se presentan en el Anexo I, en Merton (1974) y en Crouhy *et al.* (2000). Levonian (1991) utilizó precios explícitos de opciones sobre acciones bancarias para medir la volatilidad de las acciones y calibrar modelos de Merton para bancos. Moody's-KMV ha aplicado exitosamente su versión del modelo CCA para medir valores y volatilidades implícitos de activos y calcular frecuencias esperadas de incumplimiento (*expected default frequency*, EDF) para más de 35,000 empresas e instituciones financieras en 55 países en todo el mundo (KMV 1999 y 2001).

Para bancos y empresas cuyas acciones no son cotizadas públicamente, la relación entre la información contable y los indicadores de riesgo de las empresas públicamente cotizadas puede usarse como guía para mapear la información contable de las primeras con probabilidades de incumplimiento e indicadores de riesgo (un ejemplo es RiskCalc de Moody's para el sector empresarial en muchos países y los bancos en EE.UU.).

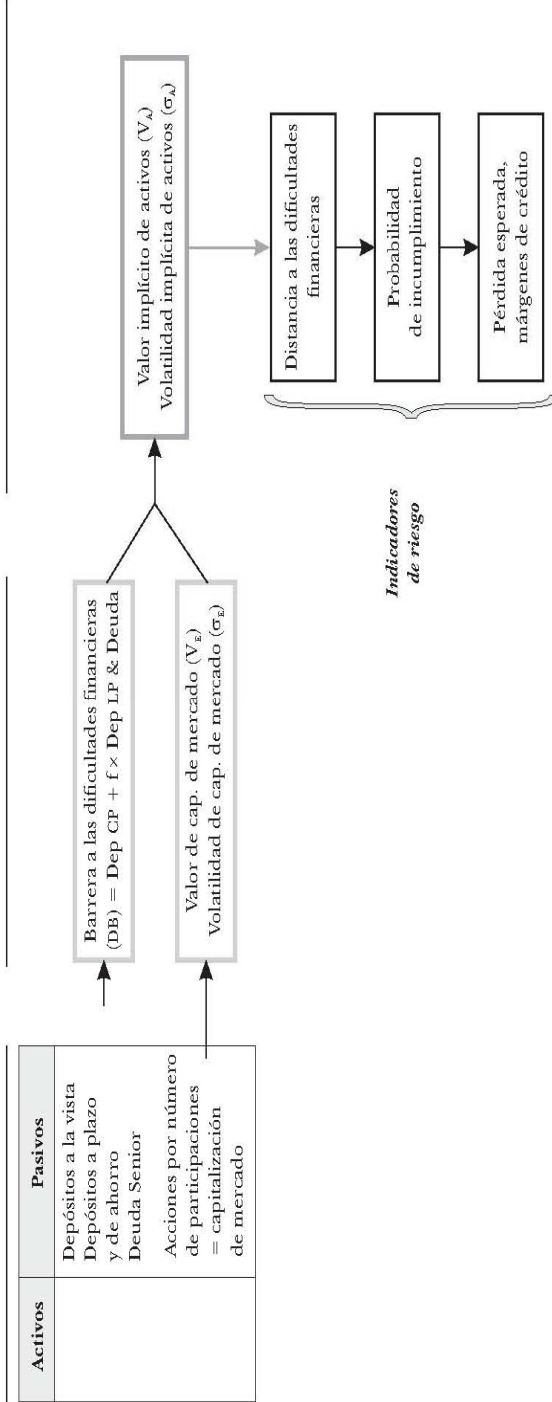
El modelo CCA para bancos e instituciones financieras emplea series de tiempo de capitalización de mercado diaria, la volatilidad de capitalización de mercado y la barrera a las dificultades financieras (derivado del valor en libros de los depósitos y la deuda) para estimar una serie de tiempo del valor implícito de mercado de los activos bancarios y de la volatilidad de los activos. Se puede calcular varios indicadores de riesgo útiles para cada banco o institución: *i*) la distancia a las dificultades financieras; *ii*) las probabilidades de incumplimiento reales y ajustadas por riesgo; *iii*) la pérdidas esperadas (opción de venta) para depositantes y tenedores de deuda; *iv*) tamaño potencial de garantías financieras del sector público; y *v*) la sensibilidad de los indicadores de riesgo ante cambios en los activos bancarios

**GRÁFICA III. CALIBRACIÓN DE HOJAS DE BALANCE E INDICADORES DE RIESGO CCA DE LOS BANCOS**

*Fórmula de valoración CCA emplea las ecuaciones con dos incógnitas para obtener:*

*Información de mercado sobre pasivos*

*Hoja de balance bancario*



subyacentes, la volatilidad de activos u otros factores. Los pasos empleados para el cálculo del valor y la volatilidad implícitos de los activos del banco o institución financiera individual se presentan en la gráfica III.

### 3. Datos

La derivación de los indicadores de riesgo CCA puede hacerse con cualquier frecuencia, aunque este trabajo emplea datos diarios cuando están disponibles. Los datos de capitalización diaria de mercado para los distintos bancos fueron obtenidos de la Bolsa de Santiago a través del Banco Central de Chile. La deuda bancaria se obtuvo de la base de datos del Banco Central de Chile.

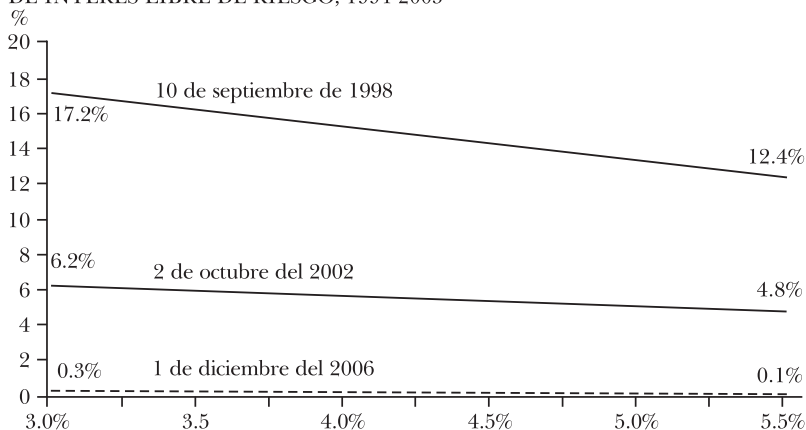
Hubo que emplear cierto juicio para estimar la barrera a las dificultades financieras y la tasa de interés que se utilizaron en los cálculos. Los profesionales generalmente no fijan la barrera a las dificultades financieras igual al total del valor en libros de la deuda de una empresa. Dado que la deuda de largo plazo puede a menudo reestructurarse, es más común encontrar que la barrera a las dificultades financieras se calcula como la suma de la deuda de corto plazo más una parte de la deuda de largo plazo, que en este trabajo se toma como el 50%. La elección de este parámetro tiene naturalmente algún impacto en los resultados, pero el efecto es menor, por lo general.

Una preocupación más seria acerca de la elección de la barrera a las dificultades financieras consiste en si el umbral que nos concierne realmente sea el de incumplimiento. Los bancos rara vez incumplen, y los reguladores están menos interesados en la probabilidad de tal evento que en la posibilidad de que los activos del banco caigan por debajo de un nivel en el cual se esperaría la intervención de las autoridades, o al cual, los depositantes podrían tener pánico. Sin embargo, tal medición de la *distancia a las dificultades financieras* podría requerir otro supuesto acerca de cuál nivel de activos tendría que alcanzarse para que haya incumplimiento. Un posible supuesto sería estimar el nivel de activos sugerido por el CCA que sea consistente con un nivel mínimo de capital regulatorio. El tema se aborda más adelante en sección IV.

Tampoco es simple la elección de la tasa de interés. El supuesto del modelo Black-Scholes es de una tasa libre de riesgo. En el contexto de Chile donde ni la deuda soberana es AAA, y por ende ningún banco, elegir una tasa libre de riesgo no es sencillo. Para este trabajo se supuso una tasa fija y constante del 5%.

Aunque este supuesto de tasa fija no es realista, es bastante común en el contexto de los mercados financieros. Además, para situaciones de riesgo relativamente bajo, como en el caso de los bancos chilenos durante todos los periodos de alta volatilidad, la sensibilidad de las mediciones de incumplimiento con respecto a los desplazamientos de la tasa de interés es menor. Más aún, durante los períodos de alta volatilidad, mientras la sensibilidad al valor de la tasa de interés sube, otros componentes (tales como volatilidad de las acciones creciente) tienen un impacto igualmente grande, y la especificación errónea de la tasa de interés no afectará fundamentalmente la conclusión de mayor riesgo bancario. A continuación la gráfica IV muestra la probabilidad de incumplimiento para uno de los bancos de nuestra muestra en tres puntos distintos.

**GRÁFICA IV.** PROBABILIDADES DE INCUMPLIMIENTO NEUTRALES AL RIESGO ESTIMADAS PARA EL BANCO 2 SEGÚN DISTINTOS SUPUESTOS DE TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO, 1994-2005

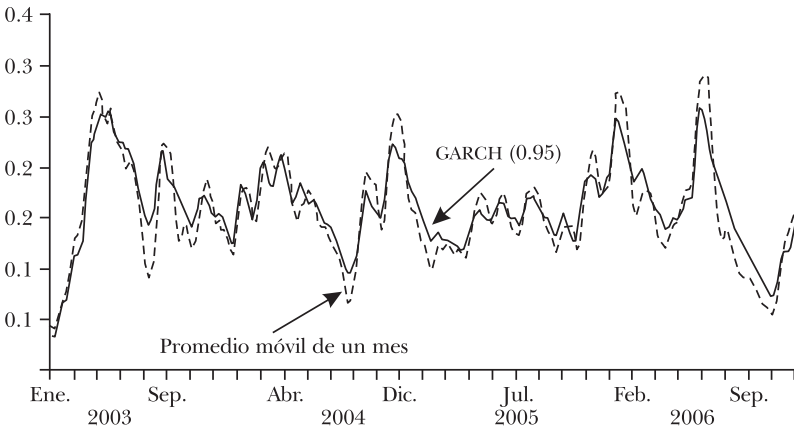


Mientras que las probabilidades de incumplimiento estimadas (neutrales al riesgo) varían fuertemente con base en el valor de la tasa libre de riesgo para el periodo de alto riesgo alrededor de la crisis de manejo de capital de largo plazo (LTCM y Rusia en 1998), aún el valor más bajo de incumplimiento basado en una tasa libre de riesgo relativamente alta es bastante elevado. Durante períodos menos activos, como a fines del 2006, la tasa de interés no hizo mayor diferencia.

Por último, los profesionales financieros emplean varios métodos para estimar la volatilidad de los rendimientos diarios sobre activos. Dos de los métodos frecuentemente utilizados modelan la volatilidad diaria ya sea como un GARCH (1,1) o como

un proceso de promedios móviles. Este trabajo usa la metodología GARCH (1,1) para todos los bancos de la muestra, aunque los resultados del modelo de promedios móviles son similares. A continuación la gráfica V muestra la volatilidad diaria estimada para el Banco 2 con ambos supuestos de volatilidad.

**GRÁFICA V.** PROMEDIO MÓVIL (10 DÍAS) DE LAS MEDICIONES DE VOLATILIDAD PARA CAMBIOS EN EL PRECIO DE LAS ACCIONES DEL BANCO 2, 2003-2006



Más adelante la sección IV analiza otras maneras de modelar con mayor precisión tanto la tasa de interés como la volatilidad.

#### 4. Indicadores de riesgo bancario

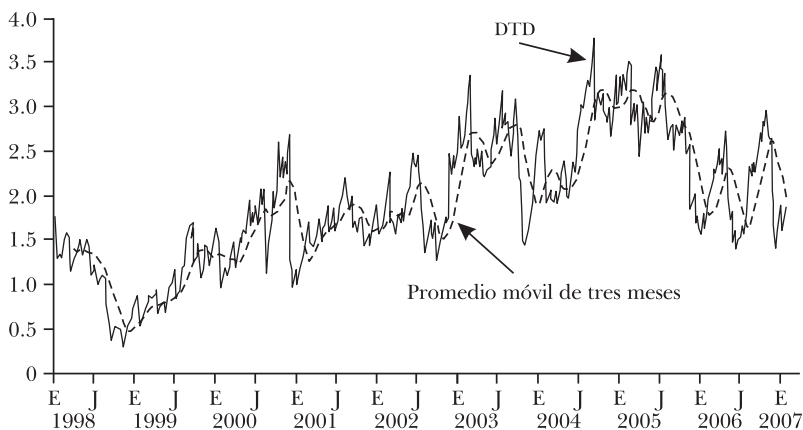
Como ya se ha mencionado, mediante el uso de datos diarios sobre precios y deuda (en el caso de la barrera a las dificultades financieras se emplean datos mensuales o trimestrales) de los principales bancos e instituciones financieras, se puede utilizar el modelo CCA para derivar series de tiempo de indicadores de riesgo CCA para bancos e instituciones financieras individuales, así como series de tiempo de indicadores de riesgo sistémico más agregados.

##### *a) Distancia a las dificultades financieras*

Un indicador útil de riesgo del sector bancario o financiero en el tiempo es una gráfica de la distancia a las dificultades financieras (*distance-to-distress* DTD) promedio, donde  $DTD = d_2$  en la gráfica I. La gráfica VI muestra el patrón de tiempo estimado para la DTD del sistema bancario chileno durante el período

de 1998 al 2007, junto a su promedio móvil a tres meses. Se calculó tratando la cartera total de todos los bancos del sistema como si fuera la de un *banco grande* y estimando los activos implícitos, la volatilidad de los activos implícitos y la distancia a las dificultades financieras. Dicho procedimiento utilizó la volatilidad histórica de la capitalización de mercado calculada con GARCH(1,1).

**GRÁFICA VI.** INDICADOR DE DISTANCIA A LAS DIFICULTADES FINANCIERAS DE LA FRAGILIDAD FINANCIERA, 1998-2007



Queda claro que el período de mayor riesgo fue a fines de 1998 y comienzos de 1999, durante las repercusiones de la crisis LTCM y de Rusia. Desde entonces el sistema bancario chileno ha reducido gradualmente su riesgo, aunque esta tendencia parece haberse nivelado a fines de 2005.<sup>3</sup> Otros periodos donde los mercados repentinamente valoran con mayor riesgo a la banca chilena son fácilmente identificados, por ejemplo, la caída de los mercados accionarios globales luego del colapso de la burbuja de Internet en el 2000 y en el período que precedió a las elecciones presidenciales en el Brasil en el tercer trimestre del 2002.

#### *b) Probabilidades de incumplimiento neutrales al riesgo*

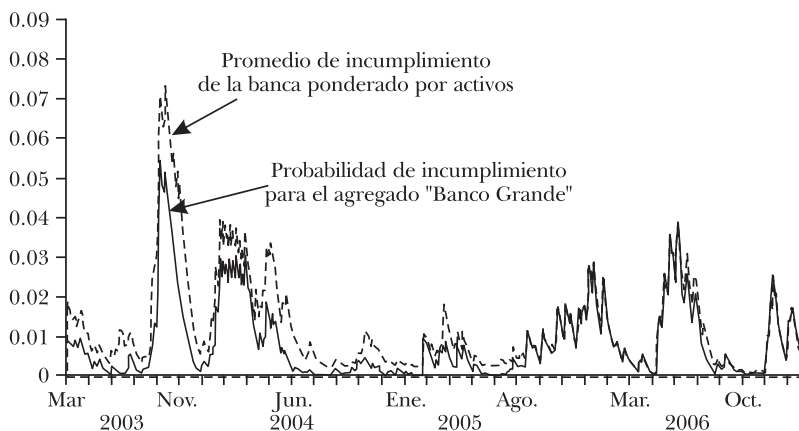
El modelo de Merton también puede calcular la probabilidad de incumplimiento neutral al riesgo para cada una de las instituciones financieras analizadas. Mediante el empleo de la

<sup>3</sup> Como se puede apreciar más adelante, esta nivelación se ha dado en un nivel de riesgo muy bajo.

metodología descrita el modelo arroja la probabilidad acumulada en el período T en que la institución podría incumplir, para lo cual asumimos un año. Como ya se hizo notar, esta probabilidad de incumplimiento no es igual a la probabilidad de incumplimiento en el mundo real. Ésta se puede calcular empleando las extensiones presentadas más adelante en la sección IV, pero excede el alcance de este trabajo. Sin embargo, los desplazamientos relativos de la probabilidad de incumplimiento en el tiempo son ilustrativos.

Como se aprecia claramente en la gráfica VII, la probabilidad de incumplimiento asociada con una calificación dada es sorprendentemente baja. El riesgo general de los bancos chilenos en nuestra muestra tuvo un pico en el entorno de la crisis de 1998, y no se acercó a ese nivel durante los períodos de volatilidad financiera más recientes tales como el que precedió a las elecciones brasileñas del 2002 o el asociado con los disturbios a la inestabilidad en los mercados emergentes durante 2005.

**GRÁFICA VII.** PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO NEUTRAL AL RIESGO PARA LOS BANCOS AGREGADOS, 2003-2006



La gráfica VII no sólo presenta las probabilidades de incumplimiento para el agregado de banco chilenos en un gran banco, como en la gráfica VI, sino también el promedio ponderado por activos de las probabilidades de incumplimiento para los diferentes bancos. Esta medición muestra riesgos ligeramente mayores durante los períodos de crisis ya que los bancos pequeños, que no pesan en la cartera agregada del Banco Grande, tienen un mayor impacto en el promedio ponderado de la probabilidad de incumplimiento. Por lo tanto el promedio ponderado por activos es un mejor indicador de riesgos para un banco

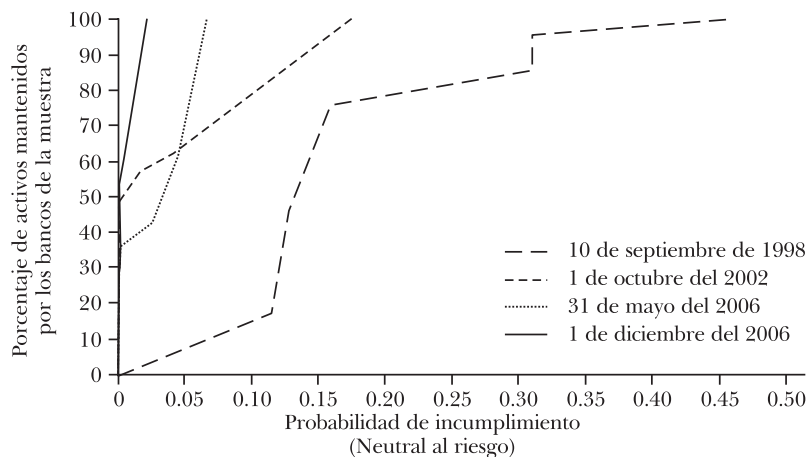


individual, mientras que la agregación en un Banco Grande muestra una preocupación sistémica más amplia. La diferencia entre ambos es un indicador aproximado del tamaño de los bancos más afectados.

Moody's-KMV estima las probabilidades reales de incumplimiento utilizando datos históricos que son tomados en forma conjunta y comparados con indicadores de riesgo CCA modificados. MKMV luego estima la probabilidad de incumplimiento neutral al riesgo usando la técnica del precio de mercado del riesgo que se presenta en el Anexo. Tal extensión de los indicadores CCA excede el alcance de este trabajo, pero la magnitud de las probabilidades de incumplimiento es ilustrativa: una calificación de AAA es consistente según la metodología Moody's con una probabilidad de apenas 0.01%, mientras que la calificación Ba1 se asocia con un riesgo de incumplimiento cercano al 0.13%. Para cuando la probabilidad empírica de incumplimiento llega a 1%, la calificación generalmente se encuentra en el rango Ca.

En materia de bancos individuales, la gráfica VIII muestra, para cada una de las cuatro fechas de nuestra muestra, el porcentaje de activos del sector bancario (en poder de los bancos de la muestra) con probabilidad de incumplimiento igual o menor que un nivel dado. Para cada fecha, cuánto más cerca esté la línea al eje vertical, mayor es la proporción de activos del sector bancario en poder de los bancos con una probabilidad dada de incumplimiento, y por tanto más seguro el sistema bancario. Para la primera fecha de nuestra muestra, 10 de septiembre de

**GRÁFICA VIII.** PROBABILIDADES DE INCUMPLIMIENTO RELATIVAS AL MONTO DE ACTIVOS PARA LOS BANCOS CHILENOS, 1998-2006



1998 en plena crisis LTCM, sólo alrededor del 20% de los activos bancarios estaban en posesión de bancos cuya probabilidad de incumplimiento era inferior al 0.12%, mientras que 15% de los activos eran de tenencia de bancos con probabilidades de incumplimiento iguales o superiores al 0.3%.

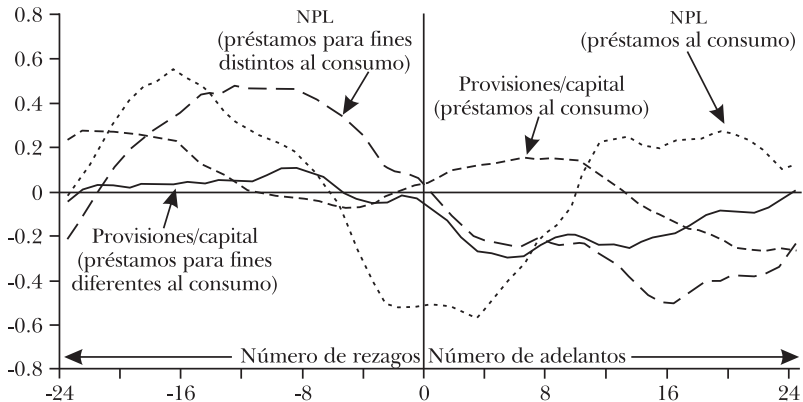
La gráfica VIII muestra instantáneas de la evolución del riesgo en Chile. En el apogeo de la crisis de 1998, una parte sustancial de los activos en posesión de los principales bancos chilenos estaba con bancos cuya probabilidad de incumplimiento era mayor del 10% y sólo una pequeña porción (menor al 20%) estaba con bancos con probabilidades muy altas de incumplimientos, mayores al 30%.

Con el tiempo y a medida que ha mejorado la salud del sistema bancario, estos riesgos han disminuido. Curiosamente, el período justo antes de las elecciones presidenciales del Brasil del 2002 a fines del 2006 se asocia en general con menor riesgo de incumplimiento que la *minicrisis* de mayo del 2006, la cual parece haber afectado más a los bancos chilenos, aún cuando ningún banco llegó a mostrar los valores más extremos observados en el 2002.

### c) Correlación con otras mediciones de riesgo bancario

Se ha demostrado que las mediciones de riesgo derivados del CCA están correlacionadas significativamente con otras mediciones de riesgo bancario. A continuación la gráfica IX, tomada de Luna y Gómez (2007), presenta las correlaciones entre distintas

**GRÁFICA IX. CORRELACIONES ENTRE MEDICIONES DE RIESGO DEL SECTOR BANCARIO Y ADELANTOS Y REZAGOS DE LA DISTANCIA AL INCUMPLIMIENTO A TRAVÉS DEL SISTEMA**



FUENTE: Luna y Gómez (2007).

mediciones del riesgo bancario a través del sistema y los adelantos y rezagos del sistema DTD. Por ejemplo, la medición de préstamos en situación de incumplimiento (*nonperforming loans*, NPL) utilizada en el trabajo está altamente correlacionada con estimaciones decrecientes de la distancia a las dificultades financieras durante los meses previos: es decir, una DTD declinante presagia NPL en auge algunos meses más tarde.

### III. RELACIÓN ENTRE RIESGO DE INCUMPLIMIENTO Y VARIABLES MACROECONÓMICAS

#### 1. Motivación

El seguimiento del riesgo de incumplimiento de las instituciones financieras es una tarea importante para los formuladores de políticas, y la estimación del efecto de cambios pronosticados en el entorno macroeconómico puede suministrar conocimientos útiles, así como también la estimación del impacto de choques a las variables macroeconómicas o financieras.

Existe una amplia gama de variables que los observadores podrían razonablemente esperar estén correlacionadas con el riesgo

**CUADRO 1. VARIABLES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS**

<i>Variable</i>	<i>Chile</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>Internacional</i>
VARIABLES FINANCIERAS			
Rendimientos de acciones	IPSA	S&P 500	
Medición de volatilidad		VIX	
Precios	IPC	IPC	
Tasas de interés	<sup>a</sup>	Letra del Tesoro a 1 año (Nivel y cambio) Bono del Tesoro a 10 años (Nivel y cambio) Diferencia (Curva de Rendimiento)	
Tipos de cambio			Peso/USD Peso/Real BRA
VARIABLES REALES			
	IMACEC <sup>b</sup>		Precio del petróleo
	Desempleo		Precio del cobre

<sup>a</sup> La tasa de interés doméstica se incorpora al modelo CCA. <sup>b</sup> IMACEC es un índice mensual de actividad económica altamente correlacionado con crecimiento del IPC.

del sector bancario. Enfocaremos aquellas variables cuyos datos están disponibles con una frecuencia mensual, y con el fin de mantener baja la dimensionalidad de las regresiones, aquéllas de correlación relativamente baja.<sup>4</sup> Si bien obviamente no se puede asegurar ortogonalidad plena, hemos intentado enfocar variables relativamente independientes.

Las variables elegidas son presentadas en el cuadro 1. Dichas variables comprenden acontecimientos internos (desempleo, IPC y el indicador mensual de actividad económica, IMACEC), acontecimientos externos (tasas de interés e IPC de los EE.UU.) y acontecimientos del mercado financiero (la medición VIX de volatilidad, junto a rendimientos del S&P 500 y del índice precio selectivo de acciones, IPSA de Chile). En cada caso de los VAR presentados a continuación se emplea el rendimiento logarítmico.<sup>5</sup>

#### *a) Variables macro y rendimiento de activos*

Debido a la heterogeneidad bancaria, no parece haber una muestra pequeña de variables que alcance para explicar la variación de rendimientos de activos bancarios entre los distintos bancos. A manera de diagnóstico realizamos regresiones *stepwise* para el rendimiento de activos de cada uno de los bancos en nuestra muestra contra la muestra entera de variables macroeconómicas. Cada etapa de la regresión *stepwise* elimina la variable con menor significancia, hasta que todas las variables restantes son significativas a un nivel específico. Las variables significativas en conjunto son presentadas en el cuadro 2 con la elección de un nivel de significancia del 5%.

Mientras que algunas de las variables, tales como los rendimientos del S&P 500, el nivel de tasas de corto plazo en los EE.UU. y la pendiente de la curva de rendimiento de los EE.UU., son significativas para cuatro de los siete bancos, sólo una variable, IMACEC, es significativa para seis. Las regresiones *stepwise* producen modelos con estadísticos  $R^2$  en el ámbito entre 40% y 60%, mientras que los modelos más pequeños que emplean sólo aquellas variables que son significativas en al menos tres regresiones (rendimientos del IPSA y del S&P, la curva de rendimiento y la tasa a un año en los EE.UU., y el IMACEC) producen

<sup>4</sup> Todos los datos macroeconómicos y financieros empleados en esta sección fueron obtenidos de la base de datos económicos Haver.

<sup>5</sup> Para las tasas de interés, en lugar del rendimiento logarítmico se emplea el nivel y el cambio.

estadísticos  $R^2$  ajustados sólo en el ámbito entre 20% y 40%. Este no es un resultado particularmente malo, pero información claramente significativa acerca de los resultados de cada banco también está disponible mediante el uso de conjuntos de variables hechos más a la medida.<sup>6</sup>

**CUADRO 2. RESULTADOS DE LAS REGRESIONES STEPWISE**

<i>Rendimientos sobre Activos Bancarios Implícitos</i>							
<i>Variable (estadístico t en paréntesis)</i>	<i>Banco 1</i>	<i>Banco 2</i>	<i>Banco 3</i>	<i>Banco 4</i>	<i>Banco 5</i>	<i>Banco 6</i>	<i>Banco 7</i>
Tipo cambio CLP-BRL	-0.10 (-2.43)		-0.35 (-3.85)				
IPC EE.UU.	2.78 (2.72)		-10.14 (-3.65)				
Rendimiento IPSA	0.24 (6.67)		0.22 (2.15)			0.19 (3.15)	
Pendiente Curva de Rendimiento EE.UU.	0.01 (2.76)	0.09 (6.66)	-0.06 (-2.29)	0.22 (4.17)			0.03 (2.58)
Rendimiento S&P 500		0.25 (3.60)	-1.09 (-6.39)	-8.14 (-4.69)		0.47 (4.27)	
IMACEC		1.05 (3.33)	1.56 (2.30)	-20.90 (-4.12)	2.16 (8.00)	1.92 (5.43)	0.93 (3.14)
Tasa de Letra de Tesoro a 1 año EE.UU. (nivel)		0.06 (6.18)	-0.04 (-2.12)			-0.01 (-2.38)	0.02 (2.37)
Precio del petróleo			0.35 (4.72)			0.20 (5.33)	
Precio del cobre				1.28 (2.92)			
VIX				-1.36 (-3.27)		0.13 (3.47)	
Tipo cambio CLP-USD						-0.19 (-2.79)	
Tasa de Letra de Tesoro a 1 año EE.UU. (cambio)						-0.16 (-5.68)	
Constante	0.01 (0.33)	-0.29 (-5.50)	0.37 (3.36)	0.22 (1.60)	0.04 (5.92)	0.04 (2.51)	-0.13 (-2.52)
$R^2$ ajustado	0.38	0.42	0.50	0.42	0.41	0.53	0.13
Estadístico F	16.09	18.69	13.30	6.68	35.16	16.62	5.84

<sup>6</sup> Estas variables también exhiben alguna correlación cruzada. El análisis de componentes principales, que se presenta más adelante, resulta en factores no correlacionados que facilitan el análisis y la estimación.

Para reducir la dimensionalidad del espacio de estado, y también simplificar las estimaciones presentadas a continuación y producir funciones de impulso-respuesta que sean más fáciles de interpretar, se le aplica el análisis de componentes principales a estas variables.

## 2. Prueba de escenarios usando análisis de componentes principales

### a) *Análisis de componentes principales*

El análisis de componentes principales (*principal component analysis*, PCA) puede emplearse para extraer información útil en común de varias series de tiempo y sintetizarla en un número menor de factores. En nuestro caso estamos interesados en destilar la información contenida en nuestras variables macroeconómicas en un conjunto de datos más manejable que luego pueda utilizarse con fines analíticos.

Se aplica el PCA al sistema de 15 variables macro. El procedimiento produce 15 factores ortogonales, cada uno de los cuales es una combinación lineal de cada una de las variables macro, pero siendo que los cuatro primeros representan el 70% de la variación de todas las variables macro subyacentes.<sup>7</sup>

Se aplica un procedimiento de rotación varimax a estos cuatro factores, tratándose de una transformación que elige cargas factoriales para maximizar el mayor de ellos y minimizar el menor. Este procedimiento no altera la ortogonalidad de los factores pero, al fijar las cargas factoriales tan cerca como sea posible a uno o cero, nos permite interpretar los factores como algo similar a la suma de un número reducido de variables en lugar de sólo una combinación de 15 variables.

Las cargas factoriales de las variables macro sobre los cuatro factores significativos se muestran en el cuadro 3, donde las cargas mayores se destacan con cursiva. Se clasifica cada uno de los factores según las variables de mayor ponderación luego de la rotación. Basándonos en las variable macro que cada factor carga con mayor fuerza, podemos interpretar los factores 1-4 como representativos de acontecimientos en los mercados financieros, tasas de interés en los EE.UU., variables cíclicas y factores específicos de Chile o América Latina, respectivamente.

Los factores mismos se presentan en la gráfica X. El factor 1, el factor financiero, tiene comovimiento fuerte con los rendimientos

<sup>7</sup> Estos son los cuatro factores con eigenvalores mayor que uno.

**CUADRO 3. CARGAS FACTORIALES E INTERPRETACIÓN DE VARIABLES<sup>a</sup>**

	<i>Factor 1</i>	<i>Factor 2</i>	<i>Factor 3</i>	<i>Factor 4</i>
Pendiente de la Curva de Rendimiento de los EE.UU.	0.00	-0.93	-0.10	0.00
VIX	-0.76	0.28	0.07	-0.07
IMACEC	-0.02	0.01	0.32	0.58
Desempleo	0.19	0.09	-0.06	-0.86
IPC Chile	-0.38	0.73	-0.14	0.08
Cobre	0.34	-0.21	0.64	0.22
Petróleo	0.06	-0.10	0.87	-0.13
S&P 500	0.86	0.23	-0.12	-0.11
IPC EE.UU.	-0.16	0.23	0.82	0.14
Tasa de interés a 10 años EE.UU. (cambio)	0.73	0	0.40	-0.05
Tasa de interés a 1 año EE.UU. (cambio)	0.51	0.21	0.61	0.18
IPSA	0.73	-0.20	0.16	0.00
Tipo de cambio CLP-USD	-0.49	0.30	-0.23	-0.25
Tipo de cambio CLP-BRL	0.18	0.12	-0.06	0.81
Tasa de interés a 1 año EE.UU. (nivel)	0.09	0.95	0.02	-0.02
	<i>Financieros</i>	<i>Tasas de interés</i>	<i>Cíclicos</i>	<i>Doméstico-Regionales</i>

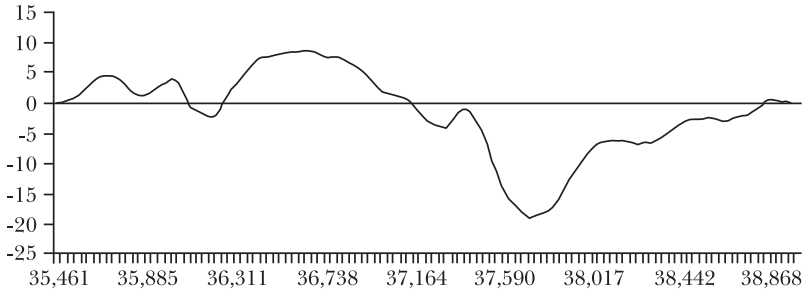
<sup>a</sup> Números en cursiva indican factores de magnitud mayor que 0.5.

del IPSA y el S&P 500, que juntos muestran una correlación de -0.6. Este factor se correlaciona negativamente con la medición de volatilidad VIX (el pico mayor del VIX en 1998 coincide con el punto más bajo del factor financiero) y el tipo de cambio peso-dólar. Por último, los cambios en la tasa del bono del Tesoro de los EE.UU. a 10 años, que también se mueve junto con el S&P y al VIX, se vinculan con este factor.

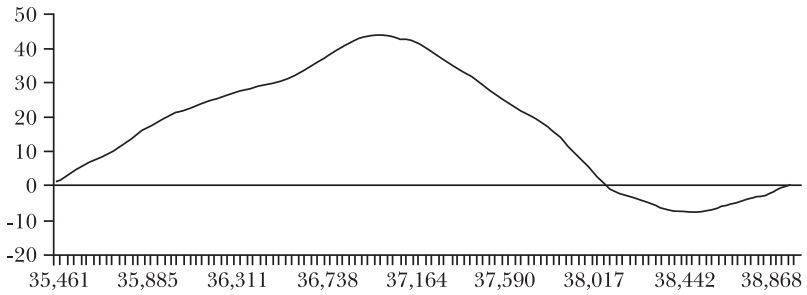
El segundo factor presentado en la gráfica X, denominado el factor tasa de interés, refleja el nivel de la tasa del bono del Tesoro de los EE.UU. a 1 año y también (de forma negativa) la pendiente de la curva de rendimiento en los EE.UU. Este factor

**GRÁFICA X. FACTORES SIGNIFICATIVOS PRODUCIDOS DEL PCA**

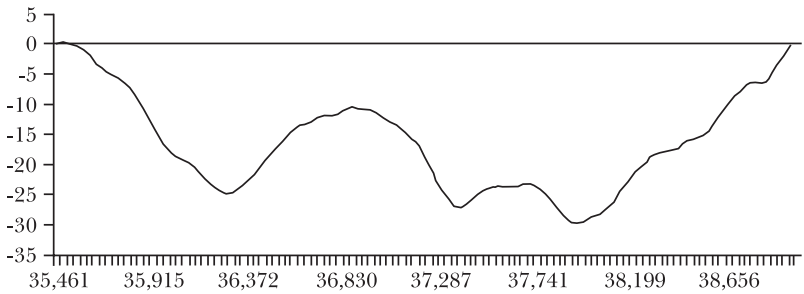
**Factor 1: Financieros**



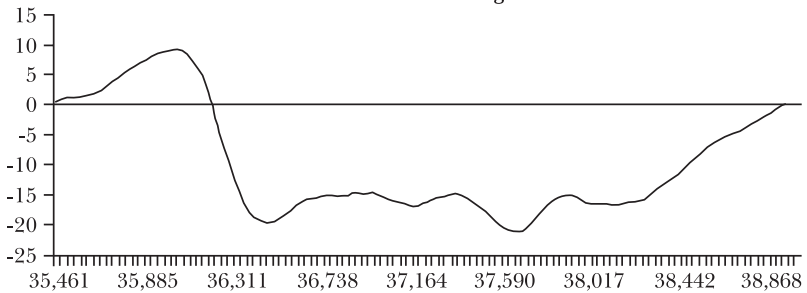
**Factor 2: Tasa de interés de los EE.UU.**



**Factor 3: Cíclicos**



**Factor 4: Doméstico-regionales**





crece entre 1997 y 2000, a medida que suben las tasas de interés (de corto plazo) en los EE.UU. y en consecuencia se va achataando la curva de rendimiento, y luego revierte su dirección en el 2000 cuando la curva de rendimiento vuelve a empinarse con la caída de las tasas de corto plazo.

La mayor parte de la variación del tercer factor procede de cambios en los precios del petróleo y del cobre, y en el IPC de los EE.UU. También hay cargas menores sobre los cambios en las tasas de interés de los EE.UU. y del índice chileno IMACEC. Como el cobre, el petróleo y, en general, la inflación tienden a moverse en forma conjunta con el ciclo económico, esta variable se interpreta como un reflejo de los factores cíclicos en la economía mundial.

Por último, el cuarto factor pondera con mayor peso a los factores chilenos tales como el índice IMACEC y el desempleo, pero también al tipo de cambio con respecto al real brasileño. La representación de este factor en la gráfica X muestra que su variación surge mayormente de una fuerte caída en 1998 y una posterior recuperación que se inicia en 2004. Esto rastrea de forma cercana la evolución de la mayoría de las variables macro chilenas durante el período 1997-2006. Sin embargo, el tipo de cambio entre el peso y el real no constituye un factor doméstico, y la crisis de 1998 no se limitó a Chile. Por tal motivo interpretamos a este factor como uno doméstico o regional: muchas variables en América Latina, pero pocas en otras regiones, exhiben este patrón.

Dado que estos cuatro factores reúnen más del 70% de la variación en todas las 15 variables presentadas, la relación entre las mediciones de riesgo derivadas anteriormente y nuestros factores debería ser bastante similar a la relación con las variables macro que sobrevivieron las regresiones *stepwise* realizadas, a la vez que nos permiten emplear un modelo común a los siete bancos, en lugar de manejarnos con un pequeño conjunto de variables útiles para el mayor número de bancos pero ignorando otras variables que puedan aportar a los resultados de sólo unos pocos.

#### *b) Autorregresiones vectoriales*

El próximo paso consiste en estimar autorregresiones vectoriales (VAR) para los factores y los activos implícitos ya extraídos. Se estima una VAR para cada banco, mientras que cada VAR incluye cinco variables: los activos implícitos del banco y los cuatro factores. El ordenamiento del sistema es en cierta forma

trivial: mientras que cada uno de los factores puede causar cambios en el sentido de Granger, en los activos implícitos del banco, por construcción los factores no pueden afectarse entre sí contemporáneamente ya que son ortogonales. Sin embargo, pueden estar autocorrelacionados y causar cambios en el sentido de Granger en otros factores.

El empleo del rendimiento de los activos en lugar de la distancia al incumplimiento o las frecuencias esperadas de incumplimiento no es una elección obvia. Los resultados VAR que emplean la distancia a incumplimiento (*distance to default*, D2D) y las frecuencias esperadas de incumplimiento (*expected default frequencies*, EFD) son similares a los obtenidos utilizando los activos, pero menos coeficientes son significativos. Dado que las mediciones de riesgo son meras transformaciones de los datos de activos, no hay pérdida de información por usar activos en lugar de mediciones de riesgo, y se derivan las mediciones D2D presentadas más adelante de las series simuladas de activos.

Los rendimientos de activos son todos estacionarios según el criterio Dickey-Fuller al nivel de significancia del 5%, así como también los logaritmos de cambio en las variables macro empleadas. Cada VAR se especifica con dos rezagos. Los criterios de información de Schwarz y Akaike fueron calculados para cada banco con uno, dos, tres y cuatro rezagos. Los resultados variaron entre bancos, pero los criterios AIC y SIC señalan el número de dos rezagos con mayor frecuencia que cualquier otro.

En el cálculo de los VAR para cada banco el rendimiento sobre activos muestra cierta persistencia: el primer rezago de los activos bancarios es significativamente positivo en todas las regresiones, y el segundo rezago es significativo en dos de los casos. Esta similitud se desvanece, sin embargo, cuando se examinan los factores. Cada uno de los factores macroeconómicos es significativo para al menos uno de los bancos, aunque los factores financieros y doméstico-regionales son significativos para cuatro de los bancos, mientras que los factores cíclico y de tasa de interés sólo son significativos para un banco.

Nuestra muestra puede separarse en los bancos 1-3 que son los tres bancos privados más grandes del sistema y los bancos 4-7 que son más pequeños. Juntos los tres primeros bancos representan el 52% de los activos del sistema financiero (o 59.9% del sistema financiero no estatal), mientras que los cuatro restantes representan el 20.1% (23.2% del sistema no estatal). La variable financiera es significativa para los tres primeros, mayores, bancos, pero no para los más pequeños, mientras que el factor

regional es significativo para los bancos más chicos pero no para los más grandes.<sup>8</sup>

La razón de esto no está clara. Tanto los bancos grandes como los pequeños se concentran en las empresas: 73% de la cartera de préstamos en el caso de los bancos grandes y 67% en el caso de los bancos pequeños. Es posible que los bancos mayores se enfoquen en las empresas más grandes y con conexiones internacionales como pueden ser las empresas exportadoras mientras que los bancos más pequeños se enfocan en las empresas más pequeñas con menos vínculos a los mercados financieros, pero esto no puede verificarse en la ausencia de datos de préstamos bancarios a nivel de empresa.

Una mejora en las condiciones financieras (es decir, una caída en el VIX o un aumento en el IPSA o el S&P 500) se relaciona con mayor rendimiento de los activos en dos de los tres bancos más grandes y en uno de los más pequeños, pero con menores rendimientos en uno de los bancos grandes. Esto resulta contraintuitivo: no parece probable que un banco pueda concentrar su cartera de préstamos en empresas contracíclicas. El signo de los coeficientes del factor regional es más intuitivo: en cada caso donde la variable es significativa, y en tres de los cinco casos donde no lo es, una mejora en las condiciones locales chilenas (tales como una caída del desempleo, una mejora del IMACEC o una depreciación del peso en relación con el real brasileño) lleva a un aumento en los activos bancarios.

Los factores de tasa de interés y cíclico resultan menos significativos en nuestras regresiones. Nuestras regresiones *stepwise* presentadas anteriormente muestran que variables cíclicas tales como los precios del cobre y el petróleo se relacionaban con el riesgo del sector bancario al menos para algunos bancos, y que por lo menos una variable cíclica podía explicar una parte significativa de la variación de los activos implícitos del sector bancario para seis de los siete bancos. Las variables de tasa de interés resultaron aún más útiles, contribuyendo significativamente en cuatro de las regresiones *stepwise*. No obstante, una vez que los acontecimientos macroeconómicos se destilan en sus factores ortogonales y se estima un modelo consistente que abarque los distintos bancos, el panorama varía ligeramente y cada uno es significativo para un solo banco.

En ambos casos esto resulta contraintuitivo. Es bien conocido el efecto de un alza en las tasas de interés en los EE.UU. (y por ende un achatamiento de la curva de rendimiento en los

<sup>8</sup> Todas las cifras de activos y concentración bancarios son a julio del 2007.

EE.UU.) sobre la liquidez en los mercados financieros de América Latina, como también lo es el impacto de precios de productos primarios y acontecimientos cíclicos en los EE.UU. En este caso, sin embargo, pareciera que los efectos de las tasas de interés y dichas variables cíclicas son más débiles que las innovaciones simultáneas en otras variables del mercado financiero, que son las que presentan los coeficientes de mayor significancia, siendo los acontecimientos cíclicos y las tasas de interés relegados a una posición secundaria

*c) Funciones de impulso-respuesta*

Las funciones de impulso-respuesta (*impulse-response functions*, IRF) derivadas de los VAR presentados anteriormente, se utilizan para ilustrar como impacta a los activos implícitos de cada banco un choque sobre cada uno de los factores ya mencionados. Las IRF elaboradas a partir de los factores antes mencionados presentan una ventaja en relación con las IRF calculadas con base en las variables macro tradicionales: no se puede separar el efecto de un cambio en el VIX de un cambio en el índice S&P 500, por ejemplo, pero al menos los factores derivados del PCA realizado son ortogonales por construcción; la función impulso-respuesta al factor financiero muestra el impacto sobre los activos de cada uno de los bancos producido por un choque a ese factor (que a su vez es una combinación lineal de variables macro) manteniendo todos los demás factores constantes.

Al interpretar estos resultados debe recordarse que cada factor es simplemente una combinación lineal de las variables macro subyacentes, y que aún cuando hablemos del impacto del factor de tasas de interés o del financiero, ello es simplemente una manera abreviada de referirse a un grupo de choques que tienden a afectar simultáneamente a un subconjunto de las variables macro, con efecto mínimo (si bien no necesariamente nulo) sobre otras variables macro. Es decir, un salto en el VIX está correlacionado con rendimientos negativos en los índices IPSA y S&P que interpretamos como un choque al factor financiero, aun cuando ni cada choque al VIX tendrá una transmisión idéntica al IPSA y S&P, ni será independiente de las demás variables macro en el mundo real.

Las funciones de impulso-respuesta se presentan en la gráfica XI. El primer grupo es la respuesta de cada banco a un choque a su propio nivel de activos. Por lo tanto la IRF mide la persistencia de los choques a los bancos. Como ya fue mencionado, estas variables fueron altamente significativas en las regresiones,

y las respuestas a los impulsos también son bastante fuertes. En cada caso, un choque a los activos del banco resulta en un incremento sostenido de activos durante algunos meses, con la mitad del choque disipándose al cabo de cuatro meses para todos los bancos y el 90% del choque disipándose dentro de ocho meses para todos los bancos menos uno.

Un choque al factor financiero causa un impulso-respuesta altamente positivo para cuatro de los bancos pero negativo para otro banco, con dos cercanos a cero. Se presume que por los mismos motivos ya expuestos, los activos implícitos de uno de los bancos de la muestra caen como resultado de un choque (positivo) a los mercados financieros, mientras que para los otros cuatro bancos se observa el resultado intuitivo de una mejora en las condiciones financieras.

Los bancos también difieren en la temporalidad de su respuesta al choque financiero. Tres de los cuatro bancos que presentan la respuesta intuitiva del signo, así como el banco que muestra la respuesta negativa, tienen su máxima respuesta al choque en los dos a tres meses siguientes. Estos son los mismos cuatro bancos para los cuales la variable financiera fue significativa en los VAR anteriores. El banco restante (número 5) presenta su respuesta máxima al choque unos meses más tarde, y dicho choque también resulta más persistente. El VAR para este banco no presentó un coeficiente significativo para los rezagos del primer factor, pero sí para el cuarto. Como existen circuitos de retroalimentación no triviales entre los factores, la respuesta a impulso del cuarto factor regresando a los primeros resultados en una respuesta a impulso retardada, pero significativa, también para este banco. En este caso, puede que los choques financieros no afecten al banco 5 tan severamente como a los otros, pero la retroalimentación de un choque regional al factor financiero puede ser lo suficientemente significativo como para causar una respuesta retardada.

Un choque al factor de tasa de interés solo produce una respuesta a impulso significativa para el séptimo banco, aunque aquí el resultado una vez más es contra-intuitivo: un choque positivo al factor de tasa de interés (asociado con un aumento en las tasas de interés de corto plazo en los EE.UU. o un achatamiento de la curva de rendimiento) produce un aumento en los activos implícitos del banco 7 junto al resultado intuitivo opuesto, si bien no significativo, para los demás bancos.

El factor cíclico exhibe un comportamiento similar al factor de tasa de interés. La respuesta a impulso es significativa para las dos variables que muestran un coeficiente significativo en el

VAR correspondiente, pero no para las demás. En ambos casos el resultado presenta el signo esperado: una mejoría en las condiciones cíclicas (es decir, un auge en los precios del cobre o del petróleo, aumentos en la inflación o en las tasas de corto plazo) resulta en un crecimiento en los activos implícitos bancarios que llega a su máximo al cabo de unos pocos meses y luego, siendo que el factor en sí es cíclico, se vuelve negativo. Los bancos con respuestas a impulso significativas para este caso, los números 2 y 5, resultan ser uno de los mayores y uno de los menores. Los otros bancos que presentan respuestas no significativas exhiben un patrón similar en términos generales, con la excepción del banco 4.

Por último, el factor regional y doméstico presenta respuesta significativa para tres de los bancos. En este caso la respuesta a impulso es significativa para los bancos pequeños, los números 5 a 7, los mismos que mostraron coeficientes significativos en el VAR. En cada uno de estos casos, así como en dos de los menos significativos, las respuestas a impulso son del signo esperado. Los choques no son persistentes para dos de los bancos: el efecto de un choque positivo a la economía local se disipa al cabo de seis meses. Para el último banco, el banco 7, el efecto es más persistente, disipándose la mitad del efecto dentro de seis meses.

Las respuestas a impulso, entonces, reflejan los resultados presentados en los VAR ya expuestos. Cada banco responde energicamente ya sea a los factores doméstico-regional o financiero, mientras que las respuestas ante cambios en los factores de tasa de interés o cíclicos tienen impacto significativo sólo en un caso cada uno. En general los bancos más grandes son más sensibles a acontecimientos en los mercados financieros mientras que los más pequeños reaccionan con más energía frente a hechos en la economía local. En ambos casos los choques son de una duración relativamente corta, pero pueden ser más persistentes para algunos bancos que para otros.

#### *d) Prueba de escenarios*

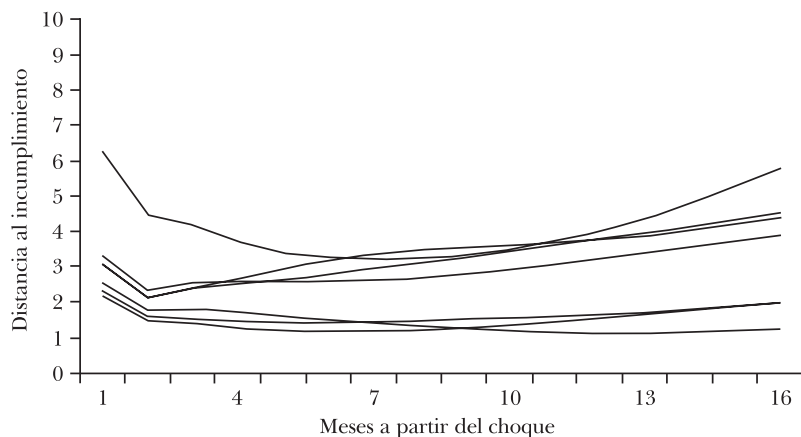
La derivación de funciones de impulso-respuesta nos permite extender este análisis mediante la prueba de escenarios. Más adelante derivamos mediciones de riesgo CCA bajo escenarios contruidos para aproximar los choques recientes que han afectado a Chile con el propósito de estimar el impacto que dichos choques tendrían hoy sobre el riesgo del sector bancario.

Para cada uno de los bancos se estima la distancia al incumplimiento (D2D) en un escenario dado. Como en el caso anterior,

las respuestas a impulso que difieren consistente y significativamente de cero se grafican en negro, mientras las demás se muestran en gris. Cada serie representa la D2D simulada que sigue a un choque a la variable del caso. La fórmula D2D requiere como insumos a los activos y su volatilidad, así como los parámetros ya indicados. Los activos se derivan con base en las funciones de impulso-respuesta, con el valor inicial basado en los valores observados al final de nuestra muestra en febrero del 2007. Los parámetros utilizados son aquellas constantes ya empleadas para la derivación de mediciones de riesgo histórico. Para la volatilidad de activos se emplea el último valor observado. Dado que cada uno de los casos siguientes representa un choque a las condiciones económicas, podríamos esperar un aumento en la volatilidad de activos ya que se encuentra estrechamente vinculada a la volatilidad de acciones. En la totalidad de los casos una volatilidad de activos mayor implica un valor menor para D2D, y por tanto es probable que los escenarios presentados a continuación sobreestimen el D2D realmente observado. Algunas de las alternativas se presentan como pruebas de robustez.

El escenario que se presenta en la gráfica XII busca parecerse a las condiciones financieras al comienzo de la crisis en Rusia-LTCM a fines de 1998. En aquel tiempo el VIX pegó un salto de aproximadamente dos desviaciones estándar, mientras que las bolsas mundiales, incluyendo las de los EE.UU. y Chile, cayeron dramáticamente. La multiplicación del cambio logarítmico en aquellas variables por las cargas factoriales derivadas

**GRÁFICA XII.** ESCENARIO 1, CHOQUE AL FACTOR FINANCIERO COMPARABLE CON 1998



anteriormente arroja una innovación promedio ligeramente menor a uno para el factor financiero.

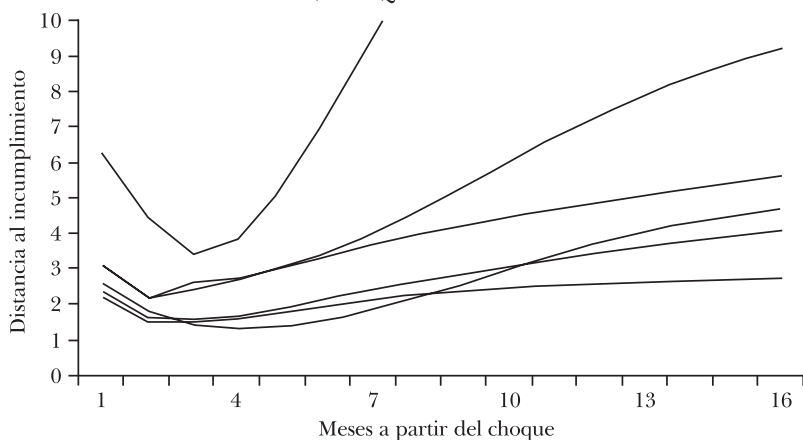
Para cada banco la distancia a las dificultades financieras se reduce en los meses inmediatos al choque. Dado que D2D mide el número de desviaciones estándar en los activos implícitos que separa la posición corriente del banco de su barrera de incumplimiento, una caída de uno en D2D representa un aumento estadísticamente significativo en la probabilidad de que el nivel de activos del banco caiga por debajo de la barrera de incumplimiento. Si se aplica un estándar algo más riguroso como la distancia a las dificultades financieras (un nivel por debajo del cual el gobierno intervendría para rescatar al banco) esta cantidad sería aun menor, en función del umbral para la intervención del gobierno.

Cuatro de los cinco bancos muestran una recuperación que comienza a pocos meses del choque. En dos casos la recuperación es veloz y dentro de 10 meses los activos bancarios superan su nivel original. En los demás casos la recuperación de las turbulencias financieras es más lenta. Para ambas situaciones uno de los bancos es de los grandes y el otro pertenece a los más pequeños. Para un regulador, este ritmo dispar de recuperación debería implicar que mientras algunos bancos históricamente han sido capaces de recuperarse rápidamente luego de una crisis, otros han necesitado más tiempo para ello y deberán ser objeto de un seguimiento más riguroso tras las secuelas del choque. El caso más extremo que se observa es el del quinto banco, cuya situación no comienza a revertir sino hasta una año después del choque, señalando que algunos bancos chilenos (en este caso uno de los más chicos) pueden tomar más tiempo para recuperarse de los episodios de turbulencias financieras.

En el segundo escenario (gráfica XIII) enfocamos la respuesta de las variables a un choque doméstico. El choque es calibrado para ser comparable con el aumento del desempleo observado en 1999 a medida que Chile emprendía un largo período de ajuste posterior a la crisis financiera de 1998. Aquí, como en el primer escenario, luego del choque se produce una caída de entre uno y dos desviaciones estándar en el D2D (salvo para un banco atípico con resultados idiosincrásicos). Sin embargo, este choque es menos persistente que el financiero y en todos los casos la recuperación comienza dentro de un lapso inferior a los seis meses.

Aquí se da alguna heterogeneidad: los activos implícitos de uno de los bancos tocan fondo algunos meses después que de los demás, pero luego se recuperan con mayor rapidez. Pero en



**GRÁFICA XIII. ESCENARIO 2, CHOQUE AL FACTOR DOMÉSTICO**

general un único choque doméstico parece tener un impacto de largo plazo menor que al del factor financiero. Mientras es cierto que las turbulencias financieras suelen durar menos que una recesión, no son comunes los choques de la magnitud que se ha empleado para estos escenarios. Únicamente durante la crisis de 1999 hubo en Chile un choque al factor doméstico de esta magnitud; la recesión siguiente se caracterizó más por un estancamiento del desempleo y del IMACEC que por grandes y continuos aumentos en el desempleo o contracciones del producto. Por lo tanto la corta duración (un mes) de estos choques no distorsiona el efecto de su impacto.

### 3. Pruebas de robustez

#### *a) Volatilidad y tasas de interés*

Como ya se analizó, las dos áreas en que la parametrización del modelo difiere de la realidad son en la selección de la tasa de interés libre de riesgo incorporada al modelo y en la estimación de la volatilidad. Los hallazgos presentados en la Sección 2A muestran que el empleo de otra medición de volatilidad de uso extendido no hubiese alterado mucho los resultados. El empleo de una tasa de interés variable da lugar a preguntarse cuál tasa sería la de mayor precisión en el uso, la cual no es una pregunta trivial. Sin embargo, el impacto sobre los resultados es demasiado leve para ser significativo durante aquellos períodos (de bajo riesgo) en que los cambios pequeños son importantes, y grandes sólo durante aquellos períodos (de alto riesgo) en que

las probabilidades resultantes serán muy altas bajo cualquier supuesto.

*b) Período de estimación*

Resulta claro que mucho de nuestro análisis se ve afectado por las turbulencias financieras de 1998. Para averiguar cuánto del análisis depende de este período inusual, reestimamos tanto las regresiones *stepwise*, el análisis de componentes principales y los VAR omitiendo todas las observaciones para 1998.

Las regresiones *stepwise*, cuyo objetivo es mostrar cuáles de las variables macro utilizadas en la muestra tienen mayor poder explicativo del rendimiento de los activos de cada banco, no exhiben cambios sustanciales. En cada caso, la omisión de las observaciones para 1998 no cambia las variables que sobreviven el procedimiento *stepwise*, ni modifica materialmente las estimaciones de los parámetros.

Más allá de este comentario algo ingenuo, el análisis de componentes principales, aun sin sufrir cambios mayores, presenta una diferencia sustancial. Luego de la rotación de la matriz de covarianza, cuatro factores que representaban más del 70% de la varianza de las variables macro exhibían eigenvalores mayores que uno; éstas fueron las variables reservadas para los VAR. La omisión de 1998 aumentó el poder explicativo de los primeros cuatro factores hasta 73% de la varianza total, pero apareció un quinto factor con eigenvalor superior a uno. La aplicación de nuestro criterio de selección llevaría a incluir este factor en las regresiones.

La interpretación de los factores no cambia mucho. Cada uno de los primeros cuatro factores sigue dando mayor ponderación a las mismas variables macro del análisis anterior, pero el quinto factor da mayor ponderación al tipo de cambio con los EE.UU., al precio del cobre y a cambios en las tasas de interés de los EE.UU. De esta forma, aunque esencialmente no varía la interpretación cualitativa de los primeros cuatro factores, resulta difícil ubicar el quinto factor.

A pesar de incluir cinco factores en los VAR, los resultados no difieren drásticamente de los VAR de cuatro factores ya presentados. El primero, los acontecimientos financieros, resulta significativo para los mismos bancos (los grandes más el número 6), mientras que el cuarto, el factor doméstico, es significativo para los bancos más pequeños. El factor nuevo resulta significativo para dos bancos, similar a los anteriores factores de tasa de interés y cíclico.

En conjunto, estos resultados se asemejan lo suficiente a los principales como para concluir que las observaciones de 1998 no cambian sustancialmente las conclusiones. Por lo tanto su inclusión parece estar justificada. De hecho, ya que estas observaciones representan la crisis financiera de mayor envergadura durante el período de estimación, es probable que sobrestimen el riesgo de los bancos y por tanto, a nuestros efectos, no representen un problema.

#### IV. ÁREAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

##### 1. Modelación del riesgo bancario con CCA

###### *a) Extensiones del presente análisis*

El análisis contenido en este trabajo modela individualmente a los bancos y no permite la interacción entre ellos. Esta restricción es permisible cuando los préstamos interbancarios son de poca cuantía, los bancos son altamente competitivos y relativamente heterogéneos. Sin embargo, puede que estos supuestos no se den en todos los casos y que la estimación de un VAR más amplio que habilite efectos de retroalimentación, por ejemplo, de los bancos mayores a los menores, permita un mejor ajuste. Lamentablemente los datos del trabajo sólo se retrotraen a 1998, y aumentar el número de parámetros mediante la estimación de un VAR de tan alta dimensionalidad resultaría problemático.

El supuesto de una tasa de interés constante que se hace en este trabajo resulta poco realista también, aunque de la forma en que fue presentado, la distorsión de los resultados debería ser mínima. El empleo de una serie de tasa de interés libre de riesgo haría que la estimación fuese más realista. El modelo de Merton también ha sido ampliado para incluir tasas de interés estocásticas. Shimko, Tejima, y Van Deventer (1993) incluyen un modelo de estructura a término de tasas de interés de Vasicek que levanta el supuesto (iii) introducido anteriormente, permitiendo que varíe la tasa de interés libre de riesgo e incluyendo la correlación entre rendimiento de activos y tasa de interés. Este modelo suele llamarse el modelo STV e incluye dos factores estocásticos, el activo y la tasa de interés. Este modelo cerrado resulta una extensión muy útil al incluir el impacto del cambio en la estructura a término de las tasas de interés. Ello no sólo permite una serie realista para la tasa de interés, sino que

también permite, para un caso como el de este trabajo, la prueba de escenarios según distintos supuestos o calibraciones en cuanto a la manera en que los choques macroeconómicos afectan a las tasas tanto de corto como de largo plazo.

Resulta muy poco realista, además, el supuesto de Black-Scholes-Merton en cuanto a una distribución normal del rendimiento de los activos financieros. El sesgo ampliamente reconocido en la distribución de rendimientos del sector financiero, con una probabilidad mucho mayor de fuertes caídas que las predichas por una distribución normal, disminuye la utilidad del modelo normal. No obstante, esta falta de realismo puede corregirse mediante la modificación de las fórmulas subyacentes del CCA. Uno de los métodos utilizados consiste en calibrar los rendimientos para una combinación de dos (o más) distribuciones log-normales en lugar de una distribución normal, lo cual acomoda tanto el sesgo no nulo que exhiben los rendimientos financieros como una curtosis mayor a la postulada por las fórmulas para la fijación de precios de opciones básicas. Otra forma, relacionada, de modelar las colas gruesas o distribuciones sesgadas de rendimientos consiste en permitir que la volatilidad de activos varíe con el nivel de los activos. Este es el enfoque de elasticidad constante de la varianza. Los cambios en la volatilidad según varía el activo se determinan con datos del mercado.

Algunos de los resultados presentados son extraños y requieren un análisis más detallado de los bancos que integran la muestra. El hallazgo de que mejorías en las condiciones del mercado financiero afectan positivamente a la mayoría de los bancos, pero perjudicialmente a uno de los principales bancos chilenos, es bastante contraintuitivo. También son llamativas las diferencias entre los bancos grandes y pequeños, específicamente en cuanto a sus respuestas frente a acontecimientos domésticos y del mercado financiero. Un análisis más detallado de las carteras de activos podría arrojar luz sobre estas diferencias y suministraría una comprensión más detallada acerca de cuáles bancos podrían estar más expuestos a los distintos choques.

*b) Pruebas de tensión y evaluación de la suficiencia  
capital empleando modelos CCA*

Uno de los principales objetivos de las pruebas de tensión para el sector financiero es evaluar la suficiencia de capital de distintas instituciones frente a diferentes choques potenciales. En el modelo CCA pueden utilizarse choques a los activos de las instituciones financieras y a su volatilidad o a las tasas de interés

y otros parámetros para medir el impacto sobre la suficiencia de capital. Una de las ventajas de utilizar los modelos CCA para las instituciones financieras es que la suficiencia de capital puede vincularse al nivel de activos, a su volatilidad, a la probabilidad de incumplimiento frente a los pasivos de la institución y a otros factores. Esta manera de calcular la suficiencia de capital ha sido extendida para incorporar tasas de interés, la volatilidad de las tasas, y la correlación entre tasas de interés y el rendimiento de activos por parte de van Deventer e Imai (1997, 2003) y Belmont (2004) utilizando el modelo de Merton-STV.

El proceso de pruebas de tensión financieras comúnmente utilizado por bancos centrales y supervisores emplea distintos modelos para medir el cambio en la probabilidad esperada de incumplimiento por parte de los deudores, generalmente tratándose de empresas representativas o subsectores corporativos. Las probabilidades de incumplimiento luego se aplican junto a las estimaciones de exposición y pérdidas dado el incumplimiento en un modelo de pérdidas de créditos bancarios (por ejemplo, *Credit Risk Plus*) para estimar el impacto sobre el capital económico.<sup>9</sup> Se puede usar modelos CCA calibrados de instituciones financieras para estimar la suficiencia de capital sin la necesidad de datos detallados sobre las probabilidades de incumplimiento o pérdidas dado el incumplimiento de los deudores. Como lo señala van Deventer, “En la asignación del capital [utilizando el modelo de Merton-STV], cabe notar que no empleamos la probabilidad de incumplimiento ni las pérdidas dado el incumplimiento. No hace falta, porque la probabilidad de incumplimiento y las pérdidas dado el incumplimiento están implícitas en el modelo STV y en el valor de la volatilidad de activos, la tasa de interés y la correlación.” Esto hace del CCA una herramienta potencialmente útil en la ausencia de datos detallados acerca de exposición de los deudores, probabilidades de incumplimiento o pérdidas dado el incumplimiento.

## 2. Incorporación del CCA a modelos macroeconómicos

### *a) Implantación de mediciones de riesgo de CCA en modelos macroeconómicos más amplios*

En vista de que la economía y las tasas de interés afectan el

<sup>9</sup> Véase Sorge (2004). Un documento del BCE por Castren *et al.* (2007) emplea la mediana de la probabilidad de incumplimiento MKMV para varios sectores empresariales con un VAR o un VAR global. Véase también Pesaran *et al.* (2004) y Alves (2005).

riesgo de crédito del sector financiero, y que el sector financiero a su vez afecta la economía, un tema importante es si los indicadores de riesgo de crédito deberían incluirse en los modelos de política monetaria, y de ser así, ¿cómo? Un primer paso importante para lograr una mejor comprensión de cómo el riesgo de crédito del sector financiero afecta el PIB es mediante la inclusión de un indicador de riesgo de crédito (*credit risk indicator*, CRI) agregado en la ecuación de la brecha del producto y probar si el coeficiente es significativo o no. El siguiente paso podría ser agregar una quinta ecuación vinculando los CRI al PIB y las tasas de interés (ello podría incorporar aspectos del análisis de la sección anterior relacionando los indicadores de riesgo financiero con las variables macroeconómicas).

Podría ser interesante incluir el CRI en la función de reacción de la tasa de política mediante el uso de datos históricos, para examinar si en el pasado fue tomada en cuenta la estabilidad financiera para la fijación de la tasa de interés. Actualmente se investiga una variante de este enfoque en el departamento de estudios del Banco Central de Chile.<sup>10</sup> El enfoque adoptado por el Banco Central de Chile es estimar primero la distancia a las dificultades financieras del sistema bancario (se pondera la distancia a las dificultades financieras de cada banco según un modelo de CCA por sus activos implícitos). Se incluye la distancia a las dificultades financieras del sistema bancario en la ecuación de la brecha del PIB y en la función de reacción de la tasa de política. Acto seguido se estiman los parámetros del modelo utilizando datos históricos, incluyendo el indicador de distancia a las dificultades financieras. Este enfoque puede utilizarse para examinar las disyuntivas entre PIB, inflación y la distancia a las dificultades financieras del sistema bancario.<sup>11</sup>

## V. CONCLUSIONES

El análisis de derechos contingentes puede ser una herramienta útil para evaluar el riesgo de empresas financieras. Ninguna medición de riesgo es perfecta, y el CCA presenta tanto ventajas como desventajas. Al estar basado en datos del mercado, por

<sup>10</sup> Restrepo, Luna y Gray (borrador).

<sup>11</sup> Un tema relacionado es si un indicador de apetito al riesgo de mercado como el VIX debiera incluirse en los modelos de política monetaria junto al indicador de riesgo de crédito. Ello podría contribuir a estimar el impacto del indicador de riesgo de crédito sobre la brecha del PIB, ajustado por cambios en el apetito al riesgo.

ejemplo, el CCA acumula información acerca de los participantes del mercado de una manera prospectiva que no logran las demás mediciones del riesgo bancario. Al igual que los mercados no siempre pueden prever los eventos de riesgo, el CCA también enfrenta esta limitación.

En el caso chileno las mediciones de riesgo CCA muestran la mejora gradual en la salud de los bancos chilenos a lo largo de la última década, al tiempo que señalan claramente aquellos períodos en que el riesgo subió debido a choques internacionales. Las mediciones derivadas en este trabajo están correlacionadas tanto con otras mediciones del riesgo bancario (en algunos casos anticipándose a ellas) como con variables macroeconómicas y del mercado financiero.

El principal logro de este trabajo consiste en incluir estas mediciones de riesgo en un VAR con variables macroeconómicas. Los bancos chilenos difieren marcadamente en su reacción de corto y mediano plazo frente a distintos choques macroeconómicos, tanto domésticos como internacionales. Ello dificulta arribar a un modelo parsimonioso de choques económicos que pueda aplicarse a los bancos en forma generalizada. Este trabajo toma una amplia gama de variables chilenas e internacionales y destila la mayor parte de su variación en cuatro factores macro, que luego son utilizados para evaluar la interacción entre el riesgo bancario y estas variables macro más amplias. Interpretamos estos factores como representaciones de acontecimientos en los mercados financieros, en las tasas de interés de los EE.UU., en variables cíclicas y en factores específicos a América Latina o a Chile.

Los resultados de los VAR muestran que las innovaciones en estos factores tienen fuertes vínculos con la evolución del riesgo bancario. Cada uno de los factores es significativo en al menos uno de los VAR, y algunos son significativos para la mayoría de los bancos. Las funciones de impulso-respuesta derivadas de los VAR también muestran una gran variedad de efectos significativos. Hallamos que los acontecimientos en los mercados financieros son los más significativos al explicar la variación en el riesgo de los bancos en el período de la muestra, y que los eventos positivos en los mercados financieros están fuertemente relacionados con una disminución en la evaluación del riesgo de la mayoría de los bancos. La fuerza del vínculo entre el riesgo de la banca chilena y los cambios en las tasas de interés en los EE.UU. (el segundo factor) es menor. El riesgo de la mayoría de los bancos se mueve de forma procíclica, al menos medido según su relación con el factor cíclico, lo cual resulta intuitivo. Sin

embargo, algunos bancos prácticamente no reaccionan frente a este factor. Finalmente, el factor regional-doméstico parece tener un efecto mucho mayor sobre los bancos más pequeños que sobre los grandes. Esto se contrapone al resultado con respecto al factor financiero que muestra un vínculo mayor a cambios en los bancos más grandes.

Con base en estos resultados podría deducirse que, al evaluar la importancia de los diversos choques al riesgo del sector bancario chileno, los reguladores deberían enfocar su atención en los bancos más grandes e internacionalmente conectados al evaluar el posible impacto de choques al mercado financiero, y alternativamente en los bancos más pequeños al evaluar el riesgo de choques domésticos o regionales. Por sí mismas, las tasas de interés en los EE.UU., al menos cuando no aparecen junto a otros eventos, no parecen impactar con fuerza al riesgo del sector bancario, mientras que la evolución de las variables cíclicas, aun cuando intuitivamente afecta la mayoría de los bancos, parece impactar a algunos bancos con más fuerza que a otros, y de hecho, un banco parecer ser casi contracíclico.

Otra diferencia crucial entre los bancos se refiere a la persistencia de los choques. En algunos casos, el aumento del riesgo asociado con una innovación en uno de los factores se disipa de forma relativamente rápida y el banco regresa en pocos meses a su nivel de riesgo de línea de base. En otros casos, sin embargo, la reacción de uno o más de los bancos comienza más tarde y perdura más que en el caso de los demás bancos. Esta diferencia entre los tiempos de reacción no debería perderse de vista al evaluar el efecto de un choque mundial al sistema bancario de Chile: el daño ocasionado a la mayoría de los bancos no es inmediato, sino que puede tardar unos meses en aparecer. Adicionalmente el rezago varía entre bancos, y a medida que algunos bancos van saliendo del choque el riesgo asociado con otros puede seguir en aumento.

Se puede visualizar numerosas ampliaciones de este análisis. Los modelos monetarios y macroeconómicos podrían lograr mayor realismo al incluir explícitamente las mediciones del riesgo financiero, y el CCA ofrece para esto una opción de fácil cálculo. En términos más amplios, el realismo del análisis macroeconómico podría potenciarse enormemente al incorporar las herramientas de evaluación de riesgo procedentes de las finanzas, y en esta tarea el CCA también puede resultar un elemento fundamental.



## Anexo I

**Marco para el análisis de derechos contingentes, mediciones  
de riesgo y márgenes utilizando la fórmula  
Black-Scholes-Merton**

El valor total de mercado de los activos en cualquier momento  $t$  es igual al valor de mercado de los derechos sobre los activos, las acciones y la deuda riesgosa a vencer en el período  $T$ :

$$\text{Activos} = \text{Acciones} + \text{Deuda riesgosa}$$

$$A(t) = J(t) + D(t)$$

El valor de los activos es estocástico y en un futuro puede caer por debajo del punto en donde no se pueda cumplir con los pagos en las fechas comprometidas. Las acciones pueden modelarse y calcularse como una opción de compra implícita sobre los activos, con un precio de ejercicio igual a los pagos comprometidos  $B$  que vencen en los períodos  $T-t$ . La deuda riesgosa equivale en valor a deuda libre de riesgo menos una garantía contra incumplimiento. Esta garantía puede calcularse como el valor de una opción de venta sobre los activos con un precio de ejercicio igual a  $B$ .

Deuda riesgosa = Deuda libre de riesgo - Garantía sobre deuda

$$D(t) = Be^{-r(T-t)} - P(t)$$

Cuando  $t = 0$  se suprime el subíndice de tiempo. Se define  $\bar{B} = Be^{-rT}$ .

Se calcula el valor de la acción usando la fórmula Black-Scholes-Merton para el valor de una opción de compra:

$$J = AN(d_1) - \bar{B}N(d_2)$$

El valor de la opción de venta se calcula con la fórmula:

$$P = \bar{B}N(-d_2) - AN(-d_1),$$

donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{A}{B}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T};$$

$r$  es la tasa libre de riesgo;  $\sigma$  es la volatilidad del rendimiento de los activos;  $N(d)$  es la probabilidad acumulada de la función de densidad normal estándar debajo  $d$ .

La probabilidad de incumplimiento *neutral al riesgo* o *ajustada por riesgo* es  $N(-d_2)$ . La fórmula para el *delta* de la opción de venta es  $N(d_1)-1$ . La distancia a las dificultades financieras es  $d_2$ , el número de desviaciones estándar de la volatilidad de activos proveniente de los pagos comprometidos.

El rendimiento al vencimiento sobre la deuda riesgosa,  $y$ , se define como:

$$D = Be^{-yT}$$

$$y = \frac{\ln(B/D)}{T}$$

y por lo tanto el margen de crédito entre tasas  $s = y, r$

*Ejemplo:* supongamos que  $A = \$100$ ,  
 $\sigma = 0.40$  (40%)  
 $B = \$75$   
 $R = 0.05$  (5%)  
 $T = 1$  (un año)

El valor de la acción es \$32.367, el valor de la deuda riesgosa es \$67.633; el rendimiento al vencimiento sobre la deuda riesgosa es 10.34% y el margen de crédito es 5.34%. La probabilidad ajustada por riesgo de incumplimiento es 26%.

## 1. Calculando valores de activos implícitos y volatilidad implícita de activos

El valor de activos no es observable, pero puede derivarse utilizando el CCA.

En el modelo de Merton para empresas, bancos e instituciones financieras no bancarias con acciones negociadas en bolsa, las siguientes dos ecuaciones se usan para resolver dos incógnitas  $A$ , el valor de activos, y  $\sigma_A$ , la volatilidad de activos (ver Crouhy, Mark y Galai).

$$J = A_0N(d_1) - \bar{B}N(d_2)$$

$$J\sigma_J = A\sigma_A N(d_1)$$

**2. El precio de mercado del riesgo (como ir de la valoración en mundo real a la valoración en el mundo RN)**

Entonces, hay dos tipos de distancia a las dificultades financieras,  $d_2$ , con deriva de activos a la tasa libre de riesgo, y  $d_{2,\mu}$ , con deriva de activos a la tasa  $\mu_A$ . Existen dos tipos correspondientes de probabilidad de incumplimiento,  $N(-d_2)$  es la probabilidad de incumplimiento ajustada por riesgo o neutral al riesgo y  $N(d_{2,\mu})$  es la probabilidad *real* de incumplimiento.  $N(-d_{2,\mu}) = N(-d_2 - \lambda\sqrt{t})$ .

El precio de mercado del riesgo refleja cierto grado de aversión al riesgo y puede medirse de varias maneras distintas. Puede

apreciarse que  $d_{2,\mu} - d_2 = \frac{\mu_A - r_f}{\sigma_A} \sqrt{t} = \lambda\sqrt{t}$ , donde  $\lambda$  es el precio de

mercado del riesgo. Se puede calcular el precio de mercado con el modelo de fijación de precios de activos de capital (*Capital Asset Pricing Model*, CAPM).  $\lambda = \rho_{A,M} SR$ , lo que significa que el precio de mercado del riesgo puede estimarse como la correlación del rendimiento del activo con el mercado y el coeficiente Sharpe (SR) para el mercado.

Esto puede derivarse de la siguiente manera. El CAPM establece que el exceso sobre el rendimiento de un activo es igual al beta,  $\beta$ , del valor multiplicado por el premio del riesgo de mercado ( $\mu_M, r$ ):

$$\mu - r = \beta(\mu_M - r)$$

Beta es igual a la correlación del activo con el mercado multiplicado por la volatilidad del activo y dividido por la volatilidad del mercado.

$$\beta = \frac{\text{cov}(r_A, r_M)}{\text{var}(r_M)} = \rho_{A,M} \frac{\sigma}{\sigma_M}. \text{ De tal manera que}$$

$$\mu - r = \rho_{A,M} \sigma \frac{(\mu_M - r)}{\sigma_M} = \rho_{A,M} \sigma SR$$

Aquí  $SR$  representa el coeficiente Sharpe para el mercado, y:

$$\frac{\mu - r}{\sigma} = \rho_{A,M} SR \text{ mientras que } \frac{\mu - r}{\sigma} = \lambda, \text{ de tal forma que}$$

$$\lambda = \rho_{A,M} SR$$

### 3. Extensiones del modelo de Merton

Se han desarrollado numerosas extensiones del modelo de Merton que relajan algunos supuestos del modelo original. Las restricciones del modelo incluyen los supuestos que: *i)* el incumplimiento sólo se puede dar en fecha de vencimiento de la deuda; *ii)* existe una barrera de incumplimiento fija; *iii)* existe una tasa libre de riesgo constante; y *iv)* la volatilidad de activos es constante. Cossin y Piroutte (2001) y Jain (2005) proveen un buen resumen de las extensiones del modelo de Merton.

Black y Cox (1976) ampliaron el modelo de Merton para relajar los anteriores supuestos (i) y (ii) mediante la introducción de un modelo de *tiempo del primer pasaje* donde puede darse el incumplimiento antes del vencimiento de la deuda si el activo cae por primera vez debajo de una función de barrera preestablecida.

Aunque la condición teórica estricta para incumplimiento en el modelo de Merton es que el valor del activo sea inferior a los pagos requeridos sobre la deuda, en el mundo real, el incumplimiento típicamente se da con valores mucho más altos de los activos, ya sea por una contravención material de alguna cláusula contractual o porque los activos no pueden venderse para hacer frente a los pagos (*liquidez inadecuada*) o porque el soberano decide no cumplir y provocar una renegociación de la deuda en lugar de vender activos. Para que el modelo pueda capturar todas estas condiciones de incumplimiento en el mundo real, se especifica un valor de mercado del total de activos en el cual ocurre el incumplimiento. Este nivel de activos que provoca el incumplimiento se conoce como la *barrera a las dificultades financieras*. Esta barrera puede verse como el valor presente de los pagos comprometidos, descontados a la tasa libre de riesgo. El enfoque utilizado en el modelo KMV fija el nivel de la barrera en la suma del valor libros de la deuda de corto plazo, los pagos de interés comprometidos durante los próximos 12 meses y la mitad de la deuda de largo plazo (véase Crouhy *et al.* [2000], Saunders y Allen [2002] y KMV [1999, 2001]).

En los años noventa el modelo era conocido como VK (Vasicek y Kealhofer) y posee múltiples capas de pasivos y varios aspectos confidenciales. La medición de crédito EDF de MKMV se calcula empleando un procedimiento iterativo para calcular la volatilidad de activos. Esta distancia a las dificultades financieras luego fue mapeada a probabilidades reales de incumplimiento, llamadas probabilidades acumuladas de incumplimiento esperado (*cumulative expected default probabilities*, CEDF), utilizando

una base de datos de probabilidades detalladas de incumplimiento del mundo real para muchas empresas. La distancia a las dificultades financieras MKMV y la CEDF se calculan de la manera siguiente:

$$DD_{KMV} = f\left(\frac{\ln(A_0 / B_t) + (\mu_A - \sigma_A^2 / 2)t}{\sigma_A \sqrt{t}}\right)$$

$$CEDF_t = f(DD_{KMV}(t))$$

Cabe notar que esta definición de  $DD_{KMV}$  incluye la deriva real del activo,  $\mu_A$ , mientras que la distancia a las dificultades financieras en el enfoque Merton posee  $r$  como deriva del activo. Dado que MKMV estima las probabilidades de incumplimiento reales, las probabilidades de incumplimiento neutrales al riesgo se calculan con base en la correlación del activo implícito con el mercado, el coeficiente Sharpe del mercado y el tiempo (ver Crouhy *et al.* [2000] y MKMV [2001]).

El original modelo *Credit Grades* (2002) incluía una difusión de los activos de la empresa y un incumplimiento tipo *tiempo del primer pasaje* con una barrera de incumplimiento estocástica. El modelo fue modificado para incorporar derivados de acciones (Stamcar y Finger, 2005). Investigaciones más recientes han estudiado la relación entre el sesgo de volatilidad implícito en las opciones de acciones y márgenes sobre valores de deuda garantizados (*collateralized debt securities*, CDS) (Hull *et al.*, 2003). Dichos autores establecen una relación entre la volatilidad implícita de dos opciones de acciones, apalancamiento y volatilidad de activos. De hecho, este enfoque es otra manera de implementar el modelo de Merton para obtener márgenes y probabilidades de incumplimiento neutrales al riesgo directamente de la volatilidad implícita de las opciones de acciones.

El modelo de Merton también ha sido ampliado para incluir tasas de interés estocásticas. Shimko, Tejima y Van Deventer (1993) incluyen un modelo de estructura por plazo de tasas de interés de Vasicek que relaja el supuesto (iii) anterior, permitiendo que la tasa libre de riesgo varíe e incluyendo la correlación del rendimiento del activo con la tasa de interés. Existen dos factores estocásticos, el activo y la tasa de interés, dándose a este modelo con frecuencia el nombre de modelo STV. Este modelo cerrado es una extensión muy útil al incluir el impacto de los cambios en el plazo de las tasas de interés. Longstaff y Schwartz (1995) toman el modelo de Black y Cox y le agregan

tasas de interés estocásticas, de manera similar a STV incluyen la tasa de interés.

## REFERENCIAS

- Allen, M., C. Rosenberg, C. Keller, B. Setser y N. Roubini (2002), *A Balance Sheet Approach to Financial Crisis*, FMI, Washington, D. C. (Working Paper, n° 02/210).
- Aspachs, O., C. Goodhart, D. Tsomocos y L. Zicchino (2007), “Towards a Measure of Financial Fragility”, *Annals of Finance*, vol. 3, n° 1, pp. 37-74.
- Avesani, R., A. García Pascual y J. Li (2006), *A New Risk Indicator and Stress Testing Tool: A Multifactor Nth-to-Default CDS Basket*, FMI, Washington, D. C. (Working Paper, n° 06/105).
- Bardsen, G., K.-G. Lidquist y D. P. Tsomocos (2006), *Evaluation of Macroeconomic Models for Financial Stability Analysis*, Norges Bank (Working Paper, n° 2006/1).
- Belmont, D. (2004), *Value Added Risk Management in Financial Institutions*, John Wiley and Sons, Singapore, pp. 181-212.
- Black, F., y J. C. Cox (1976), “Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions”, *Journal of Finance*, vol. 31, n° 2, mayo, pp. 351-67.
- Black, F., y M. Scholes (1973), “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, *Journal of Political Economy*, vol. 81, n° 3, pp. 637-54.
- Chacko, G., A. Sjöman, H. Motohashi y V. Dessain (2006), *Credit Derivatives*, Wharton Book Publishers, junio.
- Chan-Lau, J. A. (2006), *Fundamentals-Based Estimation of Default Probabilities: A Survey*, FMI, Washington, D. C. (Working Paper, n° 06/149).
- Chan-Lau, J. A., A. Jobert y J. Kong (2004), *An Option-Based Approach to Bank Vulnerabilities in Emerging Markets*, FMI, Washington, D. C. (Working Paper, n° 04/33).
- Chan-Lau, J. A., y T. Gravelle (2005), *The END: A New Indicator of Financial and Nonfinancial Corporate Sector Vulnerability*, FMI, Washington, D. C. (Working Paper, n° 05/231).
- Cherubini, U., E. Luciano y W. Vecchiato (2004), *Copula Methods in Finance*, John Wiley & Sons, Londres.
- Crouhy, M., D. Galai y R. Mark (2000), *Risk Management*, McGraw Hill, Nueva York.
- Echeverría, C., L. Luna y D. Gray (2006), “Una medida del riesgo de insolvencia de la banca en Chile”, *Informe de Estabilidad*

- Financiera*, Banco Central de Chile, segundo semestre.
- European Central Bank (2006), *EU Banking Sector Stability*, noviembre.
- Fondo Monetario Internacional (2005), *Global Financial Stability Report*, Statistical Appendix.
- Fondo Monetario Internacional (2006), "U.S. Banking: Financial Innovation and Systemic Risk", Selected Issues Paper, US 2006 Article IV Consultation.
- Gapen, M. T., D. F. Gray, C. H. Lim e Y. Xiao (2005), *Measuring and Analyzing Sovereign Risk with Contingent Claims*, FMI, Washington, D. C. (Working Paper, nº 05/155).
- Gray, D. F., R. C. Merton y Z. Bodie (2006), *A New Framework for Analyzing and Managing Macrofinancial Risks of an Economy*, NBER (Working Paper, nº 12637).
- Gray, D. F., R. C. Merton y Z. Bodie (2007), *New Framework for Measuring and Managing Macrofinancial Risk and Financial Stability*, Presentation at Bank of Canada Conference on Frameworks for Financial Stability November 7 and 8, NBER (Working Paper, nº 13607).
- Gropp, R., J. Vesala y G. Vulpes (2001), *Equity and Bond Market Signals as Leading Indicators of Bank Fragility*, European Central Bank, agosto (Working Paper, nº 76).
- Kozak, M., M. Aaron y C. Gauthier (2005), "Using the Contingent Claims Approach to Assess Credit Risk in the Canadian Business Sector," *Financial System Review* (Bank of Canada), diciembre.
- Lehar, A. (2005), "Measuring Systemic Risk: A Risk Management Approach", *Journal of Banking and Finance*, vol. 29, nº 10, pp. 2577-603.
- Levonian, M. E. (1991), "Have Large Banks become riskier? Recent evidence from option markets", *Economic Review* (Federal Reserve Bank of San Francisco), otoño, pp 3-17.
- Loffler, G., y P. Posch (2007), *Credit Risk Modeling Using Excel and VBA*, John Wiley and Sons, Inglaterra.
- Luna, L., D. Gray y C. Echeverría (2006), *Riesgo de insolvencia en la Banca*, texto mimeografiado, Banco Central de Chile, Santiago.
- Luna, L., y G. Gómez (2007), *Riesgo de insolvencia en la banca: un análisis técnico*, texto mimeografiado, Banco Central de Chile, Santiago.
- Merton, R. C. (1977), "On the Pricing of Contingent Claims and the Modigliani-Miller Theorem", *Journal of Financial Economics*, vol. 5, pp 241-49.
- Merton, Robert C. (1974), "On the Pricing of Corporate Debt:

- The Risk Structure of Interest Rates”, *The Journal of Finance*, vol. 29, pp. 449–70.
- Persson, M., y M. Blavarg (2003), “The Use of Market Indicators in Financial Stability Analysis”, *Riskbank Economic Review*, vol. 2.
- Restrepo, J., L. Luna y D. Gray, *Including Banking System Risk Indicators in Monetary Policy Models: The Case of Chile*, texto mimeografiado, Banco Central de Chile, Santiago.
- Saunders, A., y L. Allen (2002), *Credit Risk Measurement*, John Wiley and Sons, Nueva York.
- Segoviano, M., C. Goodhart y B. Hofmann (2006), *Default, Credit Growth, and Asset Prices*, FMI, Washington, D. C. (Working Paper, n° 06/223).
- Segoviano, M., y P. Badilla (2006), *Portfolio Credit Risk and Macroeconomic Shocks: Applications to Stress Testing Under Data-Restricted Environments*, FMI, Washington, D. C. (Working Paper, n° 06/283).
- Shimko, D., N. Tejima y D. van Deventer (1993), “The Pricing of Risky Debt when Interest Rates are Stochastic”, *Journal of Fixed Income*, septiembre.
- Tudela, M., y G. Young (2002), *A Merton-Model Approach to Assessing the Default Risk of UK Public Companies*, Bank of England (Working Paper, n° 194).
- Van den End, J. W., y M. Tabbae (2005), *Measuring Financial Stability: Applying the MfRisk Model to the Netherlands*, Nederlandsche Bank (Working Paper, n° 30).
- Van Deventer, D., y K. Imai (1997), *Financial Risk Analytics*, McGraw-Hill Companies, Nueva York.
- Van Deventer, D., y K. Imai (2003), *Credit Risk Models and the Basel Accords*, John Wiley and Sons, Singapur, pp. 215-24.



## Índice 2008

- Álvarez, Luis J., ¿Qué es lo que nos dicen los datos de los precios microeconómicos sobre la validez de la curva de Phillips neokeynesiana? || N° 4, octubre-diciembre, pp. 427-80.
- Barráez, Daniel, y Carolina Pagliacci, Identificación de segmentos de precios en el mercado de fondos *overnight* usando modelos ocultos de Markov. || N° 3, julio-septiembre, pp. 339-359.
- Bucacos, Elizabeth, Real (effective) exchange rate in Uruguay: a periodic cointegration approach. || N° 2, abril-junio, pp. 265-89.
- Castellanos C., Valeria, Comisiones en cajeros automáticos y su relación con el tamaño de la red en México. || N° 1, enero-marzo, pp. 57-92.
- Cuervo Guzmán, Enrique, Bayesian analysis of the unit root in real exchange rates: the NAFTA case. || N° 1, enero-marzo, pp. 93-144.
- Esquivel Monge, Manfred, Histéresis en dolarización: evidencias de la economía costarricense. || N° 3, julio-septiembre, pp. 361-403.
- Gray, Dale, y James P. Walsh, Modelo de factores para pruebas de tensión con un modelo de derechos contingentes del sistema bancario chileno. || N° 4, octubre-diciembre, pp. 513-558.
- Heckman, James J., Causalidad econométrica. || N° 3, julio-septiembre, pp. 291-338.
- Humala, Alberto, South American disinflation and regime switches: unobserved volatility components? || N° 3, julio-septiembre, pp. 405-25.

- Lanzilotta, Bibiana, Adrián Fernández y Gonzalo Zunino, Evaluación de las proyecciones de analistas: la encuesta de expectativas de inflación del banco central. || N° 1, enero-marzo, pp. 1-25.
- Martin, Antoine, y Cyril Monnet, Marcos de implementación de la política monetaria: un análisis comparativo. || N° 2, abril-junio, pp. 221-64.
- Melo Velandia, Luis Fernando, y Óscar Reinaldo Becerra Caramargo, Una descripción de la dinámica de las tasas de interés de corto plazo en Colombia. || N° 2, abril-junio, pp. 145-73.
- Oliveira, Fernando N. de, Canal de crédito bancario en Brasil: evidencia de la oferta de crédito bancario y de la composición del financiamiento externo de las empresas. || N° 2, abril-junio, pp. 175-220.
- Tamayo, César E., y Andrés M. Vargas, Flujos de capital y frenazos súbitos: teoría, historia y una nueva estimación. || N° 1, enero-marzo. pp. 27-56.
- Zanforlin, Luisa, y Marco Espinosa, Financiamiento de la vivienda y valores respaldados con hipotecas en México. || N° 4, octubre-diciembre, pp. 481-512.



El *Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos* es una asociación regional de bancos centrales de América Latina y el Caribe. Además participan, como miembros colaboradores, bancos centrales extrarregionales, organismos supervisores y entidades financieras regionales. El propósito principal de la Institución es, desde 1952, la cooperación entre sus miembros para promover un mejor conocimiento de temas monetarios y financieros en la región. Entre sus modalidades de acción el Centro realiza actividades de capacitación, divulgación y estudios, así como programas plurianuales de asistencia técnica en áreas de infraestructura del sector financiero. Asimismo, el CEMLA actúa como secretaria técnica en las reuniones de gobernadores y técnicos de banca central de nuestra región.

El CEMLA ofrece regularmente desde 1955 publicaciones periódicas que, al cabo del año, pasan revista y analizan los principales temas financieros y monetarios que ocupan la atención de los bancos centrales de América Latina y el Caribe. En el *Boletín* se presentan temas actuales de interés general que reúnen a una amplia audiencia para mantenerla a la vanguardia en los principales debates en materia de teoría y política económica, monetaria y financiera. *Monetaria* y *Money Affairs* (publicaciones bilingüe y en inglés, respectivamente) difunden estudios elaborados por investigadores de bancos centrales, instituciones financieras internacionales, universidades y otras entidades académicas. En los artículos publicados predomina un enfoque teórico o cuantitativo sobre temas especializados en los campos financiero y monetario.

## monetaria

*Suscripción anual: 80.00 dólares (América Latina y el Caribe: 50.00 dólares; estudiantes y maestros: 40.00 dólares). Ejemplar suelto: 22.00 dólares (América Latina y el Caribe: 15.00 dólares; estudiantes y maestros: 11.00 dólares).*

*Suscripciones y pedidos:*

*Aída Salinas Domínguez*

CEMLA

*Durango nº 54, México, D. F., 06700, México*

*Tel.: (5255) 5061-6651*

*Telefax: (5255) 5061-6659*

*E-mail: [publicaciones@cemla.org](mailto:publicaciones@cemla.org)*

## MIEMBROS DEL CEMLA

### ASOCIADOS

Banco Central de la República Argentina	Banco de Guatemala
Centrale Bank van Aruba	Bank of Guyana
Central Bank of the Bahamas	Banque de la République d'Haïti
Central Bank of Barbados	Banco Central de Honduras
Central Bank of Belize	Bank of Jamaica
Banco Central de Bolivia	Banco de México
Banco Central do Brasil	Bank van de Nederlandse Antillen
Eastern Caribbean Central Bank	Banco Central de Nicaragua
Cayman Islands Monetary Authority	Banco Central del Paraguay
Banco Central de Chile	Banco Central de Reserva del Perú
Banco de la República (Colombia)	Banco Central de la República Dominicana
Banco Central de Costa Rica	Centrale Bank van Suriname
Banco Central de Cuba	Central Bank of Trinidad and Tobago
Banco Central del Ecuador	Banco Central del Uruguay
Banco Central de Reserva de El Salvador	Banco Central de Venezuela

### COLABORADORES

#### *Bancos centrales*

Deutsche Bundesbank (Alemania)	Banca d'Italia
Bank of Canada	De Nederlandsche Bank (Países Bajos)
Banco de España	Bangko Sentral ng Pilipinas
Federal Reserve System (Estados Unidos)	Banco de Portugal
Banque de France	European Central Bank

#### *Otras instituciones*

Superintendencia de Bancos y Seguros (Ecuador)	Superintendencia de Bancos (República Dominicana)
Superintendencia del Sistema Financiero (El Salvador)	Banco Centroamericano de Integración Económica
Superintendencia de Bancos (Guatemala)	Banco Latinoamericano de Exportaciones, S. A.
Comisión Nacional de Bancos y Seguros (Honduras)	Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e. V. (Confederación Alemana de Cooperativas)
Superintendencia de Bancos (Panamá)	Fondo Latinoamericano de Reservas