

## **6. FLUJOS DE CAPITALES Y CRECIMIENTO EN COLOMBIA: ESTIMACIÓN Y PERSPECTIVAS**

---

**Franz Hamann  
Luis Fernando Mejía  
Norberto Rodríguez\***

Iniciando con la apertura comercial y financiera de principios de los noventa en Colombia, se ha observado una estrecha relación entre los movimientos en los flujos de capital privado y el crecimiento de la actividad económica, como se observa en el Gráfico 1. Es así como durante las crisis asiática y rusa de finales de los noventa se observó una parada súbita de los flujos de capital que condujo a la mayor contracción en la historia moderna de la economía colombiana. Luego, entre 2001 y hasta antes de la crisis financiera mundial, la tendencia creciente de los flujos (como porcentaje del producto interno bruto [PIB]) se asoció con las mayores tasas crecimiento de la actividad económica en décadas.

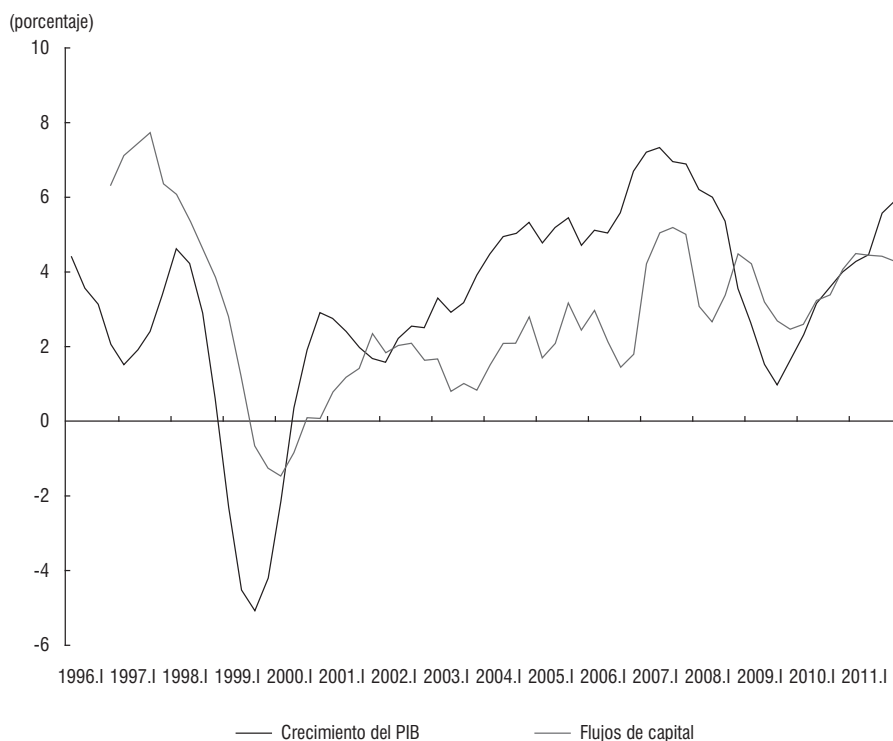
Buena parte de la literatura, en particular el influyente trabajo de Calvo, Leiderman y Reinhart (1993), ha enfatizado la importancia de los factores externos, como el nivel de las tasas de interés en los Estados Unidos, en la determinación de los flujos de capitales hacia las economías emergentes. Además, variables como los términos de intercambio, las condiciones financieras internacionales y la demanda global se unen al conjunto de variables “exógenas” que por tradición se incluyen en regresiones econométricas como variables relevantes en la explicación de la trayectoria de los flujos de capitales. Sin embargo, es típico que estas estimaciones se realicen sin antes presentar un marco teórico que clarifique las posibles relaciones existentes entre las llamadas variables “exógenas” o independientes.

\* Se agradecen los comentarios de los editores del libro y del evaluador anónimo.

Los autores son, respectivamente: asesor del gerente general del Banco de la República, director de Políticas Macroeconómicas del Ministerio de Hacienda y Crédito Público y econometrista principal del Departamento de Modelos Macroeconómicos del Banco de la República. Rodríguez es además profesor catedrático de la Universidad Nacional de Colombia.

El contenido de este trabajo es responsabilidad exclusiva de sus autores y no compromete a la Junta Directiva del Banco de la República.

**Gráfico 1**  
**Crecimiento anual del PIB (porcentaje) y flujos de capitales privados (porcentaje del PIB) Colombia, 1996: trim. I a 2011: trim. IV**



Fuentes: DANE y Banco de la República. Cálculos propios.

Así las cosas, este capítulo pretende endogenizar la relación de cuatro variables externas clave, a saber: las tasas de interés en los Estados Unidos, los términos de intercambio, la demanda externa y las condiciones financieras internacionales, de acuerdo con el enfoque de Metzler de equilibrio general global. En este marco conceptual se plantean diferentes escenarios sobre la evolución de los desbalances de ahorro-inversión globales que, a su vez, tiene implicaciones sobre estas cuatro variables externas.

Las relaciones entre las variables externas, derivadas del modelo de Metzler, se articulan con dos variables internas clave —el PIB y los flujos de capital— por medio de un modelo econométrico con restricciones de exogeneidad fuerte. En particular, como se deriva del modelo de equilibrio general, suponemos que las cuatro variables externas son endógenas entre sí y afectan a las variables internas. Estas últimas, sin embargo, no afectan a las primeras, reflejando el hecho de que la economía colombiana es una economía pequeña y abierta. La especificación econométrica de nuestro trabajo es similar a la de Izquierdo, Romero y Talvi (2008), que analiza el efecto de los factores externos sobre la actividad económica en América Latina, solo que la ampliamos para incluir la dinámica de los flujos de capitales.

Este capítulo muestra también cómo emplear el modelo de Metzler para construir escenarios globales consistentes para alimentar el modelo econométrico y obtener proyecciones de la actividad económica interna y los flujos de capitales privados.

El modelo estimado reproduce las respuestas esperadas de la actividad económica local y de los flujos de capitales ante los diferentes choques de las variables externas. Se encuentra que alrededor del 50% de la varianza de pronóstico a mediano y a largo plazos del PIB y los flujos de capitales colombianos se explican por factores externos. La varianza del PIB de Colombia explica casi el 50% restante de la varianza de largo plazo de los flujos de capitales, pero el caso contrario no ocurre: la variabilidad de los flujos de capitales es insignificante al explicar la variabilidad del PIB. Este hecho llama la atención porque pone sobre el debate la idea de que los flujos de capitales son por entero exógenos a la economía. Nuestra interpretación es que, si bien pueden existir choques de los flujos, la mayoría de los movimientos de estos son una respuesta tanto a los factores externos que están detrás de ellos —en el caso de nuestro modelo, representados por las cuatro variables exógenas— como a factores internos, representados como choques de la actividad económica.

Así pues, otra contribución importante del trabajo es que permite estimar la importancia de cada uno de los factores externos a diferentes plazos. Se encuentra que, a largo plazo, los términos de intercambio y las condiciones financieras externas son considerablemente más importantes que la actividad económica y las tasas de interés externas en explicar las fluctuaciones del PIB y los flujos de capitales colombianos. En el caso del PIB de Colombia, los términos de intercambio explican cerca de 40 puntos porcentuales, mientras que las condiciones financieras internacionales y la curva de rendimientos explican un poco menos de 10 puntos porcentuales. El papel del PIB de los Estados Unidos es casi despreciable.

En el corto plazo, la variabilidad tanto del PIB como de los flujos de capitales se explica casi en su totalidad por su misma dinámica. En el caso de este último, su propia dinámica explica cerca del 90% de su propia varianza a un trimestre, mientras que en el caso del PIB esta cifra es del 80%.

Este capítulo consta de cinco secciones, incluyendo la introducción. En la primera sección se presenta el enfoque de Metzler, se definen los escenarios sobre la evolución de los desbalances globales y se examinan las implicaciones de esos escenarios sobre cuatro variables externas clave. En la segunda sección se estima un modelo VEC y en la tercera se presentan los resultados. Por último, en la cuarta sección se presentan las conclusiones.

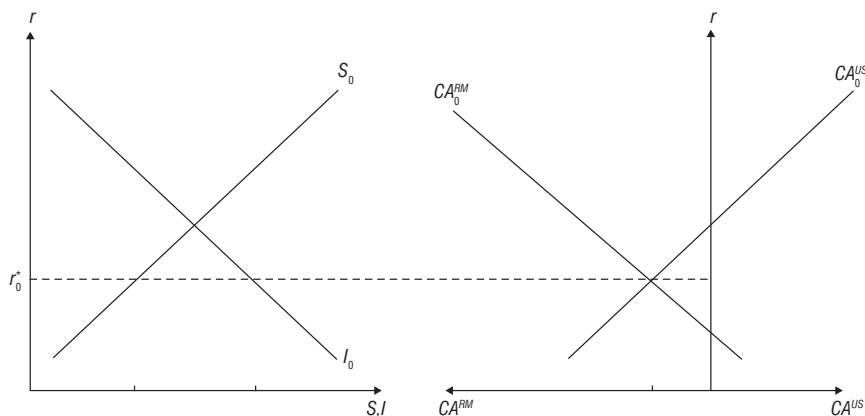
## **1. PERSPECTIVAS DE LOS DESBALANCES GLOBALES**

En esta sección se construyen tres escenarios sobre la naturaleza de la corrección o persistencia de los desbalances globales. Estos escenarios se consideran exógenos y determinantes de la evolución de cuatro variables externas fundamentales para la economía colombiana, a saber: la demanda externa, los términos de intercambio, las tasas de interés externas y las condiciones financieras internacionales.

Para la construcción de los diferentes escenarios se utiliza un diagrama de Metzler, que concibe el ahorro y la inversión como el resultado de decisiones óptimas (intertemporales) de parte de hogares y firmas. Tal diagrama corresponde al Diagrama 1. El panel izquierdo muestra las curvas de ahorro e inversión para los Estados Unidos en función de la tasa de interés real. La curva de inversión tiene pendiente negativa porque un aumento

de la tasa de interés real incrementa el costo de arrendar el capital, lo que induce a una reducción en la demanda de capital de parte de las firmas. De forma similar, la curva de ahorro tiene pendiente positiva porque se supone que el efecto sustitución de un aumento en la tasa de interés es superior al efecto ingreso<sup>1</sup>.

**Diagrama 1**  
Equilibrio precrisis en el diagrama de Metzler



La diferencia entre el ahorro y la inversión es el balance en cuenta corriente, curva que se describe en el panel derecho del Diagrama 1. En el mismo panel se muestra el balance en cuenta corriente del resto del mundo (RM), que se mide de derecha a izquierda en el eje horizontal. Esta curva se puede derivar de la agregación de la diferencia entre las curvas de ahorro e inversión para el resto de los países. El equilibrio del modelo se encuentra en la tasa de interés  $r_0^*$ , que es el precio que asegura que el ahorro global sea cero. Para efectos de la discusión, supondremos que el equilibrio descrito en el Diagrama 1 corresponde al equilibrio de la economía global antes de la crisis.

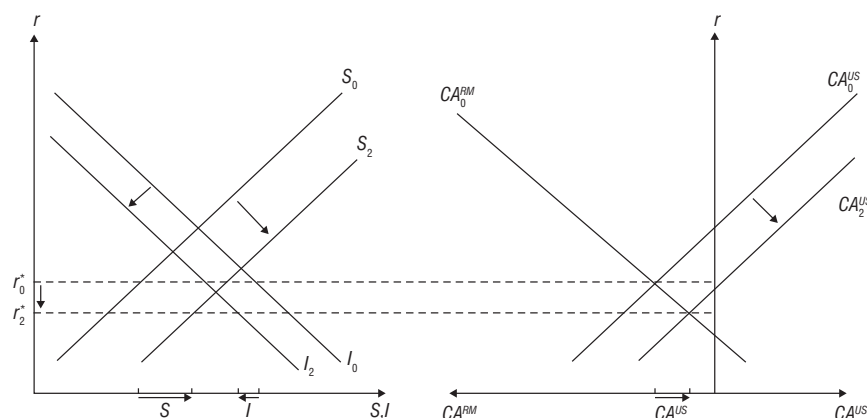
Las condiciones de la economía mundial en la actualidad se caracterizan en el Diagrama 2. La construcción de este nuevo equilibrio se realiza bajo tres supuestos esenciales:

- Un aumento en la incertidumbre de los hogares acerca de la trayectoria de su ingreso permanente aumenta el ahorro por motivo precaución. Esto puede asociarse a una caída en la confianza de los consumidores.
- Una caída en la productividad total de los factores (PTF) que disminuye la inversión local. El choque a la PTF se puede asociar al deterioro en el ambiente en el que operan las firmas.

1 El efecto sustitución induce a un aumento en el ahorro local, dado que el consumo futuro es relativamente más barato. El efecto ingreso induce a una disminución en el ahorro cuando el país es acreedor neto, porque un aumento en la tasa de interés aumenta la riqueza de los agentes de la economía e incentiva un incremento del consumo presente. Si el país es deudor neto, como en el caso colombiano, los efectos sustitución e ingreso van en la misma dirección, con lo que el efecto de la tasa de interés sobre el ahorro es positivo sin ambigüedad.

- Una política fiscal expansiva que reduce el ahorro público, pero en una magnitud inferior al aumento en el ahorro de los agentes privados. Por ende, el ahorro nacional es más alto después de la crisis.

**Diagrama 2**  
**Equilibrio poscrisis (2012)**



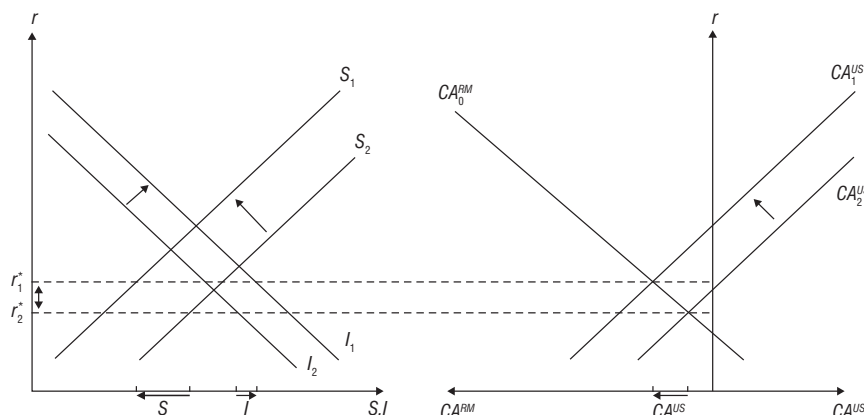
Con estos supuestos, la curva de ahorro se desplaza hacia la derecha, con lo que el ahorro nacional es más alto para cualquier tasa de interés. De igual forma, la curva de inversión se desplaza hacia la izquierda, lo que refleja la menor demanda de capital para cualquier tasa de interés. El nuevo equilibrio se caracteriza por mayor ahorro y menor inversión en los Estados Unidos y reducción tanto en los desbalances globales como en la tasa de interés real de  $r_0^*$  a  $r_2^*$ .

La construcción de los escenarios toma este nuevo equilibrio como punto de partida y hace diferentes supuestos acerca de la duración y la magnitud de: 1) la incertidumbre de los hogares acerca de su ingreso permanente y 2) el choque sobre la productividad total de los factores.

### 1.1. Escenario 1: retorno de los desbalances

El primer escenario da por sentado que la incertidumbre de los hogares acerca de su nivel de ingresos se reduce en el corto plazo y que la productividad total de los factores retorna a su nivel de largo plazo. En estas condiciones, la curva de ahorro se desplaza hacia la izquierda, mientras que la curva de inversión se desplaza hacia la derecha, según se observa en el Diagrama 3. Los niveles de ahorro, inversión y desbalances globales retornan a niveles cercanos a los observados antes de la crisis. De igual forma, se observa un aumento en la tasa de interés real de  $r_2^*$  a  $r_1^*$ . Por consiguiente, en este primer escenario se observaría un aumento de la demanda externa y de las tasas de interés mundiales y una mejora de las condiciones financieras.

**Diagrama 3**  
**Escenario 1, retorno de los desbalances globales**



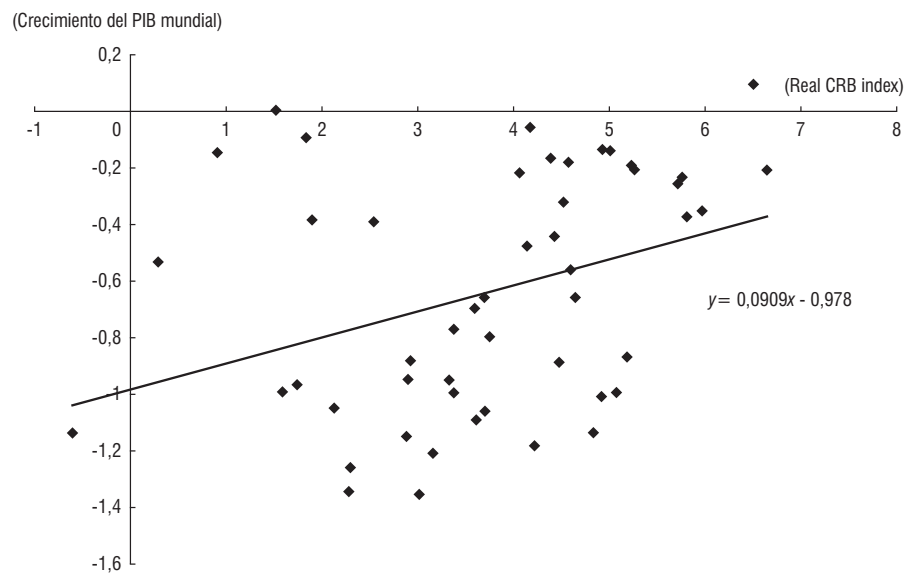
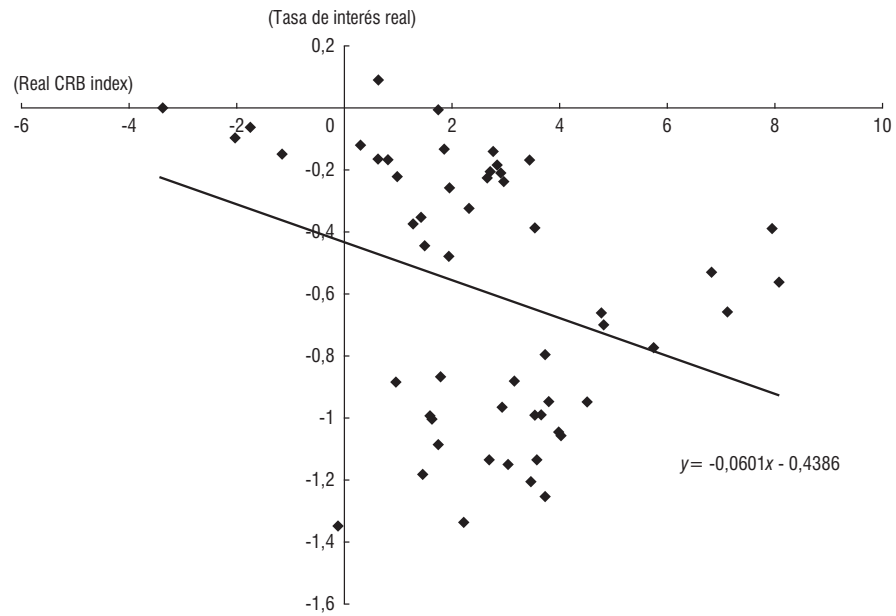
Por su parte, el efecto de este escenario sobre los términos de intercambio es ambiguo, porque existe una repercusión positiva sobre los precios de los *commodities* gracias al crecimiento en la demanda externa y un efecto negativo causado por el aumento en la tasa de interés real<sup>2</sup>. Así las cosas, el Gráfico 2 muestra la correlación parcial de los precios de los *commodities* (medidos por medio del índice *Commodity Research Bureau* de los Estados Unidos (CRB, por su sigla en inglés), que calcula el índice de precios de futuros de los *commodities* que se usa en este capítulo) con las tasas de interés reales (panel superior) y con el crecimiento económico mundial (panel inferior). Esta evidencia muestra que existe una correlación fuerte y positiva entre los precios de los *commodities* y el crecimiento económico. Por su parte, la tasa de interés real tiene una asociación negativa pero débil. Dados estos resultados, este escenario supone que prevalece el efecto positivo de la demanda externa sobre el precio de los *commodities*, de tal forma que se observa un aumento de los términos de intercambio en Colombia.

## 1.2. Escenario 2: permanencia del *statu quo*

El segundo escenario da por sentado que el *statu quo* se consolida, de tal forma que no hay ninguna variación en los niveles actuales observados de los desbalances globales. El equilibrio de las variables es igual al descrito por el Diagrama 2, con la tasa de interés real de equilibrio  $r_2^*$ . En este escenario la demanda externa, los términos de intercambio, las tasas de interés y las condiciones financieras internacionales se mantienen en sus niveles actuales a lo largo del horizonte de proyección.

2 Un aumento en la tasa de interés libre de riesgo (e. g., bonos del Tesoro) en relación con el rendimiento esperado de los *commodities* conduce a una mayor demanda de bonos en detrimento de la demanda por bienes básicos.

**Gráfico 2**  
**Precios de los *commodities*, crecimiento mundial y tasa de interés real 1950-2009**

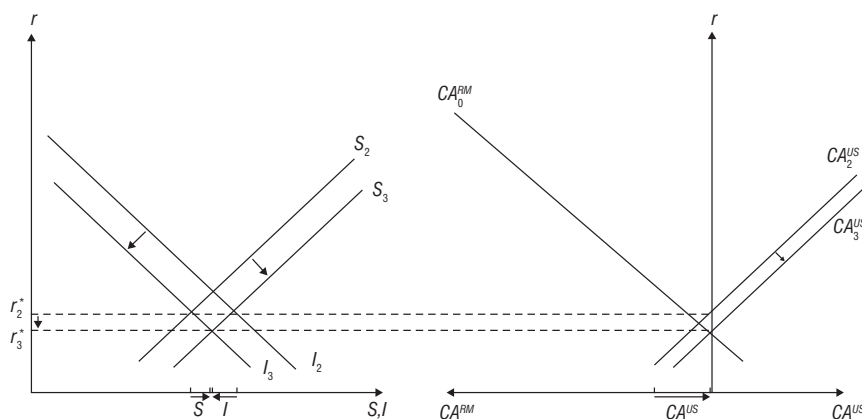


Fuente: cálculos de los autores basados en Frankel y Rose (2009).

### 1.3. Escenario 3: corrección de los desbalances

El tercer escenario supone que la incertidumbre de los hogares sobre su ingreso permanente continúa en ascenso y que la productividad total de los factores cae aún más de forma permanente. Con estos supuestos, la curva de ahorro se desplaza hacia la derecha, y la de inversión hacia la izquierda, como se muestra en el Diagrama 4. El nuevo equilibrio presenta aún mayores niveles de ahorro y menores niveles de inversión en los Estados Unidos, una corrección casi completa en los desbalances globales y mayor reducción en la tasa de interés real de  $r_2^*$  a  $r_3^*$ . Esto implica reducción en la demanda externa y en las tasas de interés mundiales y desmejora en las condiciones financieras globales.

**Diagrama 4**  
Escenario 3, corrección de los desbalances globales



Al igual que en el escenario 1, el efecto del ajuste global sobre los términos de intercambio de Colombia es ambiguo y se supone que el efecto negativo del menor crecimiento de la demanda externa domina el efecto positivo de una menor tasa de interés real. Por ende, suponemos que los términos de intercambio empeoran con respecto a los niveles actuales.

En suma, el escenario 1 presenta los niveles más altos de inversión y más bajos de ahorro en los Estados Unidos, el mayor grado de desbalances globales, la tasa de interés real más alta y el mejor nivel de términos de intercambio para una economía pequeña y abierta. El escenario 3 muestra los niveles más bajos de inversión y más altos de ahorro en los Estados Unidos, el mayor grado de corrección de los desbalances, la tasa de interés real más baja y los peores términos de intercambio para la economía pequeña y abierta. Por su parte, el escenario 2 es una combinación convexa de los escenarios 1 y 3. Estos hechos se resumen en el Cuadro 1.

Los supuestos realizados en estos escenarios, que dan como resultado correcciones o persistencias de los desbalances globales y sendas particulares de evolución para el crecimiento de la demanda externa, la tasa de interés real, los términos de intercambio y las condiciones financieras mundiales, son capturados por un modelo econométrico que se

presenta en la siguiente sección para determinar la probable evolución futura de los flujos de capitales y la actividad económica en Colombia.

**Cuadro 1**  
**Equilibrio en diagramas de Metzler bajo los tres escenarios**

	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3
Ahorro, $S$	$S_1$	<	$S_2$	<	$S_3$
Inversión, $I$	$I_1$	>	$I_2$	>	$I_3$
Cuenta corriente, $CA$	$CA_1$	<	$CA_2$	<	$CA_3$
Tasa de interés real, $r^*$	$r_1^*$	>	$r_2^*$	>	$r_3^*$
Términos de intercambio, $TOT$	$TOT_1$	>	$TOT_2$	>	$TOT_3$

## 2. MODELO ECONOMÉTRICO

Para cuantificar el efecto de las variables externas sobre la evolución futura de los flujos de capitales privados y el crecimiento en Colombia, en esta sección se emplea un modelo econométrico VEC (vectores autorregresivos con restricciones de cointegración y con corrección de error) que relaciona el PIB real colombiano y los flujos de capitales privados con las cuatro variables externas fundamentales que se discutieron en la sección anterior. Formalmente, se define un vector de variables  $Y_t$  de dimensión  $(6 \times 1)$  de la siguiente forma:

$$Y_t = (colkpriv, colgdp, usagdp, coltot, usacurve, usacfi)',$$

en donde  $colkpriv$  es el logaritmo de los flujos acumulados netos de capital privado en dólares constantes y  $colgdp$  es el logaritmo del PIB real colombiano. Por su parte, las variables externas utilizadas son:

- $usagdp$ , el logaritmo del PIB real de los Estados Unidos como medida de la demanda externa. Se espera que un aumento en esta variable ocasione un aumento en los flujos de capitales y en el PIB colombiano;
- $coltot$ , el logaritmo de los términos de intercambio de Colombia. Al igual que en el caso anterior, mejoras en los términos de intercambio deben generar incrementos en los flujos y en la producción en Colombia;
- $usacurve$ , una estimación de la pendiente de la curva de rendimientos de los Estados Unidos (la diferencia entre el rendimiento de los bonos del Tesoro a 10 años y los bonos a tres meses). La pendiente de la curva se ha identificado como un buen predictor de la actividad económica en los Estados Unidos, y

- *usacfi* es un índice sobre la laxitud/estrechez de las condiciones financieras de los Estados Unidos calculado por el Citigroup<sup>3</sup>.

El comportamiento de la inversión en los Estados Unidos derivado a partir del modelo de Metzler tiene implicaciones sobre la actividad económica en ese país y, por ende, sobre la demanda externa en Colombia. De igual forma, las predicciones del modelo sobre la tasa de interés real se vinculan con los movimientos en la pendiente de la curva de rendimientos de los Estados Unidos. Estos dos elementos nos permiten articular la especificación econométrica con el modelo teórico.

El modelo de corrección de errores con  $m$  vectores de cointegración se puede escribir como:

$$\Delta Y_t = c + \alpha^* \beta' Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i^* Y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

en donde  $\alpha^*$  es una matriz tamaño  $(6 \times m)$  con los coeficientes de corrección de errores,  $\beta$  es una matriz de  $(6 \times m)$  con  $m$  vectores de cointegración,  $\Gamma_i^*$  son matrices de  $(6 \times 6)$  con los coeficientes de ajuste de corto plazo y  $\varepsilon_t$  es un vector de  $(6 \times 1)$  de choques en forma reducida.

Sobre este modelo imponemos restricciones de exogeneidad fuerte<sup>4</sup> sobre las variables externas de tal forma que las variables internas (flujos de capital privado y producto colombiano) no tengan efecto sobre la dinámica de las variables externas. En este sentido, las variables internas se pueden interpretar como variables endógenas. Tal interpretación implica restringir los coeficientes del modelo de la siguiente manera:

$$a^* = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \Gamma_i^* = \begin{bmatrix} \gamma_{i,1,1} & \gamma_{i,1,2} & \gamma_{i,1,3} & \gamma_{i,1,4} & \gamma_{i,1,5} & \gamma_{i,1,6} \\ \gamma_{i,2,1} & \gamma_{i,2,2} & \gamma_{i,2,3} & \gamma_{i,2,4} & \gamma_{i,2,5} & \gamma_{i,2,6} \\ 0 & 0 & \gamma_{i,3,3} & \gamma_{i,3,4} & \gamma_{i,3,5} & \gamma_{i,3,6} \\ 0 & 0 & \gamma_{i,4,3} & \gamma_{i,4,4} & \gamma_{i,4,5} & \gamma_{i,4,6} \\ 0 & 0 & \gamma_{i,5,3} & \gamma_{i,5,4} & \gamma_{i,5,5} & \gamma_{i,5,6} \\ 0 & 0 & \gamma_{i,6,3} & \gamma_{i,6,4} & \gamma_{i,6,5} & \gamma_{i,6,6} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

La estimación abarca el período comprendido entre el primer trimestre de 1996 y el segundo trimestre de 2011, gracias a la disponibilidad de series trimestrales de flujos de capitales privados, para un total de 62 observaciones.

3 Este índice emplea indicadores del mercado de acciones, los *spreads* de los bonos corporativos, las tasas de interés de los préstamos hipotecarios y otros activos financieros. Cuanto mayor es el índice, tanto mejor (más laxas) son las condiciones financieras en los Estados Unidos.

4 Cabe mencionar que se juzgaron dos hipótesis de exogeneidad: que las cuatro variables son exógenas fuertes y que *coltot* es exógena, condicional a que las otras tres series son exógenas produciendo *p-valores* de 0,53 y 0,957, respectivamente.

Para lograr una adecuada especificación del modelo, es necesario: 1) conocer el nivel de integración de las series, 2) hacer una selección de la longitud del rezago adecuado para la estimación, y 3) determinar el número de relaciones de cointegración.

En cuanto al primer elemento, los resultados del juzgamiento estadístico de existencia de raíz unitaria (Dickey-Fuller [ADF] y Phillips-Perron [PP]) para cada una de las variables descritas, tanto en niveles como en primeras diferencias, y con varias especificaciones con respecto a la inclusión de intercepto y tendencia, se presentan en el Apéndice 1. Los resultados de las pruebas indican que la hipótesis nula de existencia de una raíz unitaria para cada una de las variables (excepto para *usacfi*) no puede ser rechazada con un nivel de *significancia* del 10% para la muestra en consideración, en tanto que la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria en las primeras diferencias se rechaza al mismo nivel de significación para todas las series. Esto permite concluir que las series son estacionarias en primeras diferencias<sup>5</sup>.

En lo que se refiere a la selección del número de rezagos más adecuado, se usan los criterios estándar de la longitud óptima de rezago para modelos VAR en niveles desde dos hasta cinco rezagos, como se observa en el Apéndice. La razón para descartar el VAR con un solo rezago es para lograr imponer las restricciones de exogeneidad. La mayoría de los criterios, incluidos los de Akaike y Hannan-Quinn, y los de razón de verosimilitud, sugieren una longitud óptima de dos rezagos. Sin embargo, con este número de rezagos no se logra normalidad en los residuos, como se aprecia en el Cuadro A1.3., por lo que se decidió emplear el número mínimo de rezagos que permite tener residuos estadísticamente normales con el fin de obtener estimaciones confiables. Esto implica la inclusión de tres rezagos en el modelo VAR, equivalentes a dos en el modelo en diferencias (VECM). Nótese que bajo esta especificación la estimación cuenta con 43 grados de libertad por cada ecuación. Con los residuos de este modelo se logra mantener la hipótesis de no autocorrelación conjunta (multivariante y casi todas las univariantes), incluyendo hasta cinco rezagos, con estadística 134,26 y un *p-valor* de 0,211. Estadísticas adicionales se presentan en el Cuadro A1.4.

Por último, a partir del criterio de información de Johansen por máxima verosimilitud (FIML) se busca el número de relaciones de cointegración entre las seis series incluidas en el modelo. La estadística de la traza y el estadístico del máximo de los valores propios rechazan la hipótesis de no cointegración, pero no rechazan la existencia de un vector de cointegración al nivel del 5%. Teniendo en cuenta estos resultados, la estimación del modelo se lleva a cabo suponiendo un vector de cointegración.

En consideración a la dificultad computacional de estimar eficientemente las restricciones simultáneas en el vector de coeficientes de corrección de error,  $\alpha^*$ , y en la matriz de parámetros de corto plazo,  $\Gamma_i^*$ , se sigue a Lütkepohl y Kraetzig (2006) y la estimación se hace en dos etapas. En la primera se estima el vector de cointegración  $\beta'$ , sin considerar las restricciones en  $\alpha^*$  ni en las matrices  $\Gamma_i^*$ . En la segunda etapa se estima el sistema por mínimos cuadrados generalizados factibles, incluyendo las restricciones en  $\alpha^*$  y  $\Gamma_i^*$  e

5 Para las seis series se juzgó la presencia de quiebre(s) estructural(es), usando la prueba de Bai y Perron (1998) y Bai y Perron (2003). No se encuentra evidencia de estos con *p-valores* menores que el 1%, tanto para uno como para dos quiebres.

iniciando la estimación con los valores de  $\beta'$  obtenidos en la primera etapa. Esto se justifica sobre la base de que la convergencia de los parámetros de cointegración, el vector  $\beta'$ , es más rápida (superconsistencia, dada la presencia de cointegración) que la de los parámetros de corto plazo,  $\Gamma_i^*$ .

### **3. RESULTADOS**

En esta sección se presentan las funciones de impulso-respuesta asociadas al modelo estimado. Los coeficientes estimados en cada una de las dos etapas se presentan en los cuadros A1.5. y A1.6. del Apéndice. Todos los coeficientes muestran los signos esperados y resultan significativos al 10%. Esto indica que aumentos en los términos de intercambio, incrementos en los niveles de producto de los Estados Unidos, mejoras en las condiciones financieras internacionales y aumentos en la pendiente de la curva de rendimientos se asocian en el largo plazo a aumentos del PIB y los flujos de capitales en Colombia.

Luego, para determinar la importancia de los factores externos en la dinámica de los flujos y el PIB, se realiza un ejercicio de descomposición de varianza. Se encuentra que la demanda externa, los términos de intercambio, las tasas de interés externas y las condiciones financieras internacionales explican cerca del 50% de la varianza de largo plazo de la actividad económica y los flujos privados.

Por último, se presentan las proyecciones de los flujos de capitales y la actividad económica de acuerdo con los escenarios descritos en la sección anterior.

#### **3.1. Funciones impulso-respuesta**

Con el fin de evaluar el desempeño del modelo, llevamos a cabo un análisis de impulso-respuesta para explorar la reacción de la actividad económica y de los flujos de capital ante choques en las variables externas. Con el fin de identificar los choques estructurales cuando se usa la descomposición de Choleski de la matriz de varianza-covarianza de residuos, es necesario especificar un ordenamiento particular de las variables. El utilizado supone que las variables externas reales son en gran parte predeterminadas por relaciones entre ellas y se adopta el siguiente ordenamiento, de mayor a menor exogenidad contemporánea:

- 1) Condiciones financieras externas
- 2) Pendiente de la curva de rendimientos en los Estados Unidos
- 3) Términos de intercambio en Colombia
- 4) Nivel de actividad económica en los Estados Unidos

Este ordenamiento es similar al utilizado por Izquierdo, Romero y Talvi (2008). Los resultados que se presentan a continuación son cualitativamente similares al intercambiar el orden de las variables endógenas (PIB y flujos de capitales) y con ordenamientos alternativos de las variables exógenas.

Dada la alta no linealidad en las funciones impulso-respuesta de los VEC y los pocos grados de libertad de los que se disponen, no es aconsejable utilizar las varianzas asintóticas, por lo que en este capítulo optamos por los métodos basados en remuestreo (*bootstrapping*). Estos métodos consisten básicamente en el muestreo de los residuos procedentes de la estimación original para calcular series simuladas que, a su vez, se emplean para producir nuevas estimaciones de los parámetros del modelo. La iteración de este procedimiento (1.000 repeticiones, en nuestro caso) produce una distribución de los parámetros del modelo junto con unas funciones impulso-respuesta asociadas. Estas funciones de impulso-respuesta se utilizan para obtener intervalos de confianza para cualquier nivel de *significancia* deseado. Mostramos los intervalos de confianza estandarizados por percentil tipo Hall (Lütkepohl, 2005, Apéndice D).

El Gráfico 3 muestra las respuestas del producto en Colombia, COLGDPX, y de los flujos de capital, COLKPRIVX, ante un choque de una desviación estándar en las variables externas. Todos los resultados incluyen intervalos de confianza a un nivel de 90%<sup>6</sup>. Como era de esperarse, los choques positivos en la producción en los Estados Unidos generan una respuesta positiva en la actividad económica y en los flujos de capital hacia Colombia. En particular, un choque de una desviación estándar de la producción en los Estados Unidos (que equivale a un aumento de alrededor de 0,51%) genera una respuesta no significativa al cabo de un año en el crecimiento del PIB trimestral de 0,02%. Después de tres años la respuesta de la actividad económica es significativa, aunque pequeña, del orden de 0,1%. Por su parte, la respuesta contemporánea de los flujos de capitales es positiva, pero no significativa.

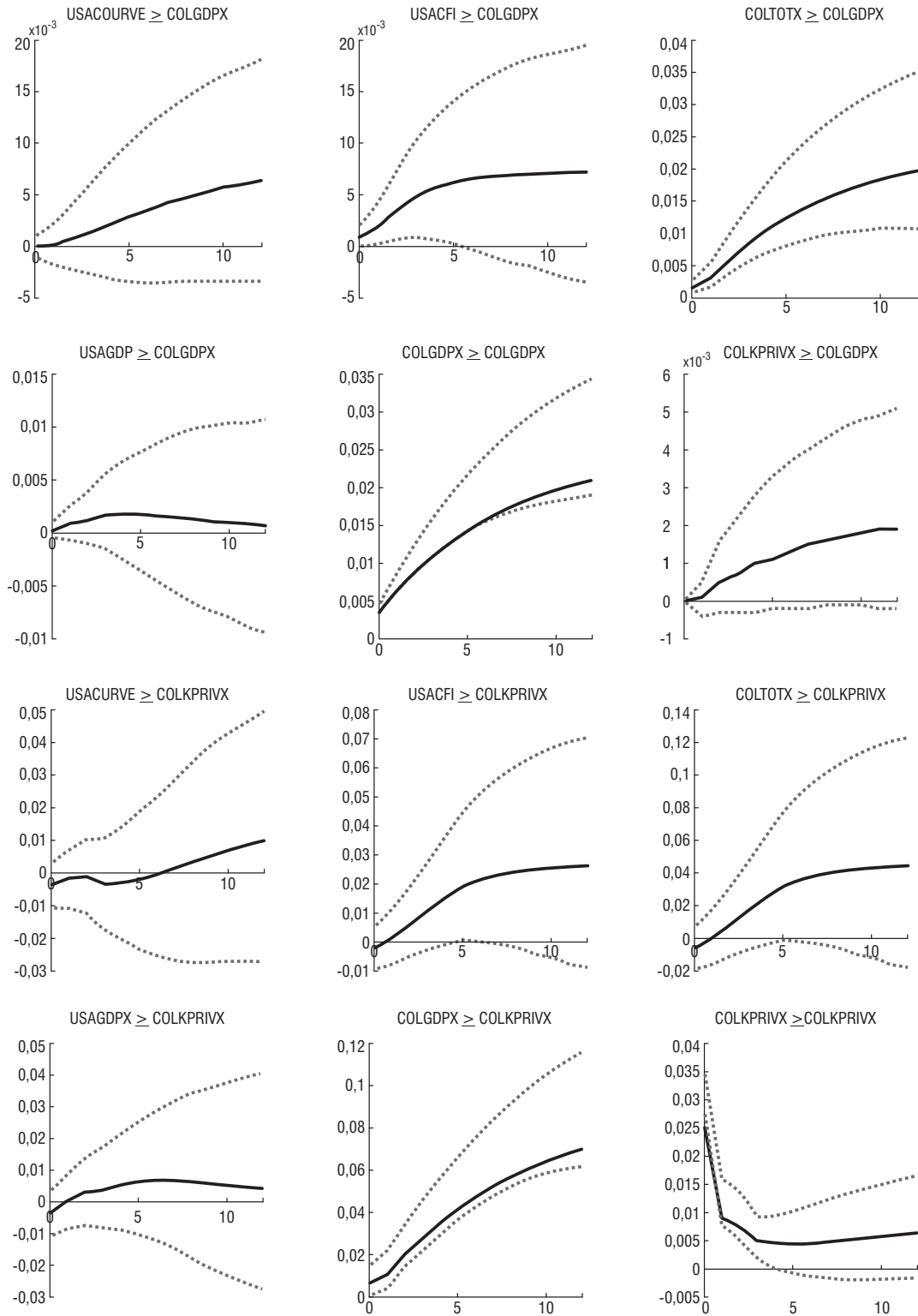
Ahora bien, un choque de una desviación estándar en las condiciones financieras de los Estados Unidos (que equivale a 67,8%) provoca un aumento en el crecimiento del PIB colombiano de diez puntos básicos después de dos años. Al igual que en el caso anterior, la reacción de los flujos de capitales es positiva pero no significativa.

Las respuestas ante una perturbación en los términos de intercambio de 10% generan un aumento dos años después, tanto en crecimiento del PIB como de los flujos de capitales, equivalente a 5,2% y 17,2%, respectivamente.

Por último, aumentos en la pendiente de la curva de rendimientos de los Estados Unidos podrían generar un incremento de hasta 9% ante incrementos en aquella de 10%, como respuesta tras dos años. El crecimiento de los flujos de capitales ante ese mismo choque al mismo horizonte llegaría a 6,5%.

6 Una característica que hay que subrayar de las funciones de impulso-respuesta a horizontes de tiempo más largos que los reportados es la estabilidad del sistema, que se manifiesta en la convergencia de las variables en niveles a sus valores particulares y de las variables en tasas de crecimiento a valores de cero.

**Gráfico 3**  
**Impulsos respuestas PIB y flujos**

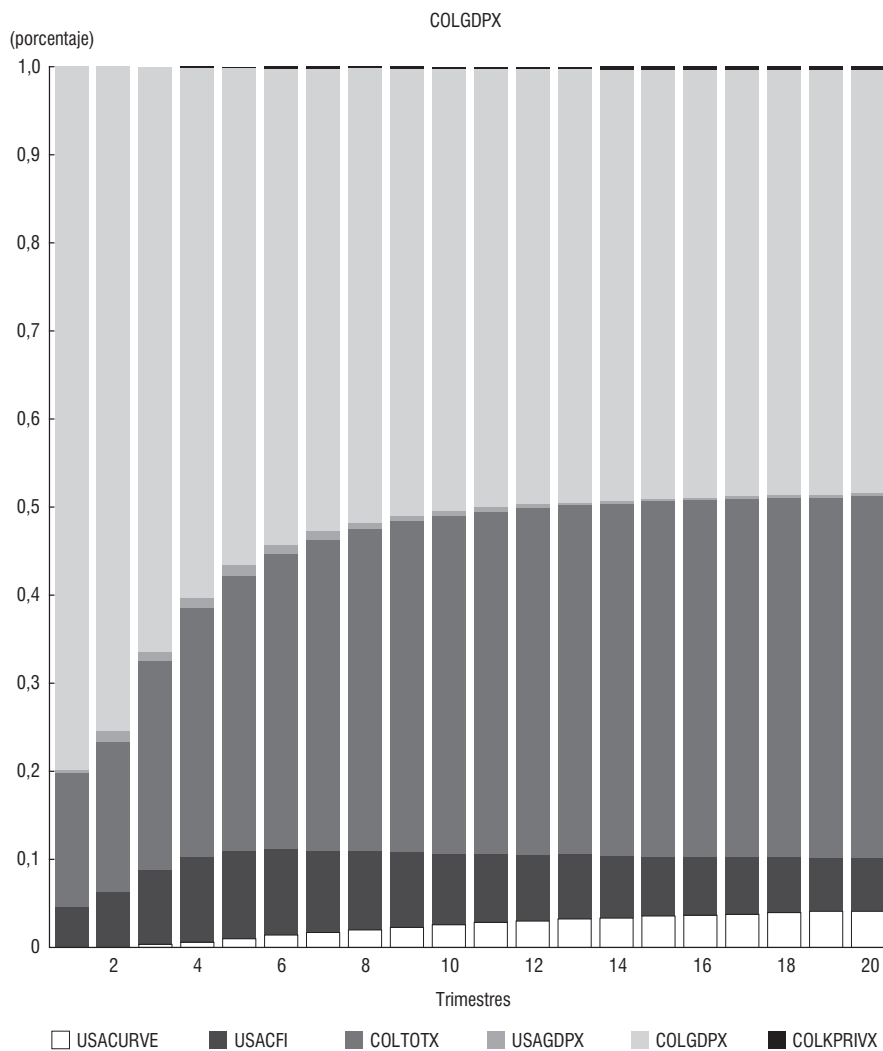


### 3.2. Descomposición de varianza

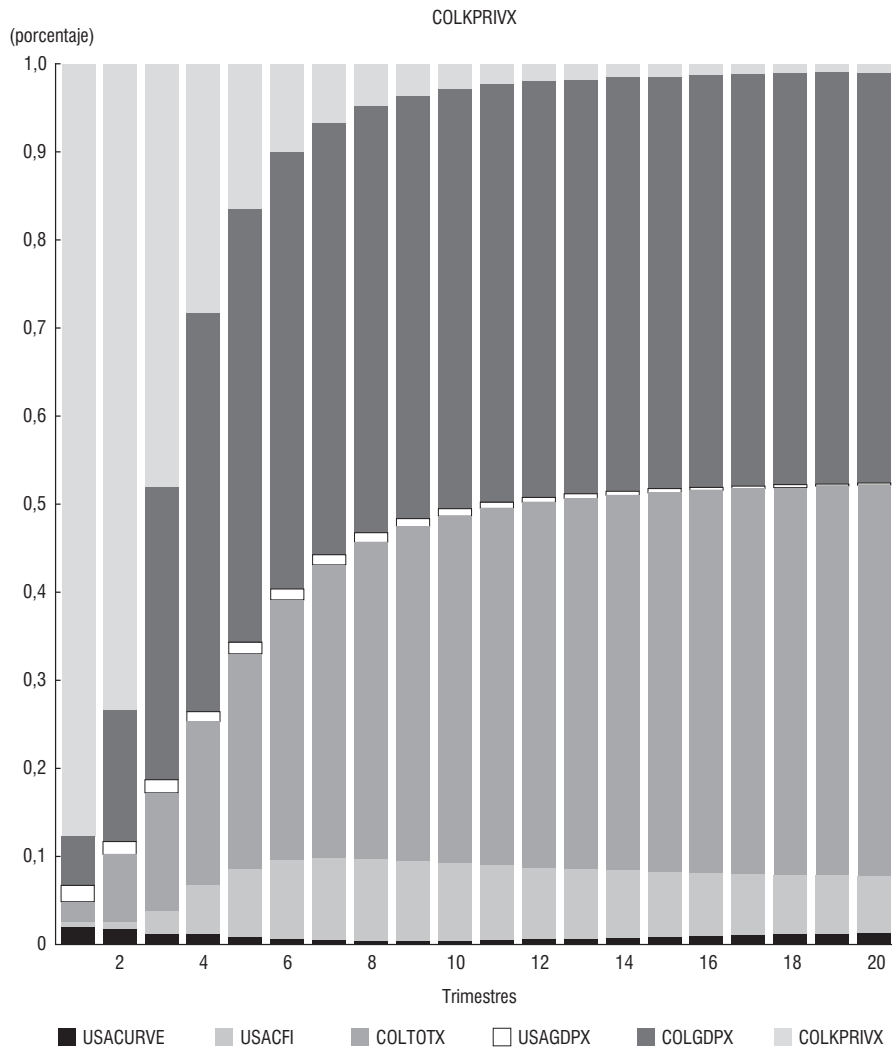
¿Qué tan importante son los factores externos en explicar la evolución del PIB de Colombia y los flujos de capitales privados? Para responder a este interrogante se realiza un ejercicio de descomposición de varianza de ambas variables. De acuerdo con el modelo econométrico, la variabilidad de las series puede deberse a la persistencia intrínseca en cada una de ellas, a su interacción o al efecto de la demanda externa, los términos de intercambio, las tasas de interés externas y las condiciones financieras internacionales.

Los gráficos 4 y 5 presentan la descomposición de varianza del error de pronóstico para el PIB y los flujos de capitales colombianos, respectivamente. Estas se obtienen al deducir la representación VAR correspondiente al modelo VEC con restricciones y proceder de la forma usual en modelos VAR.

**Gráfico 4**  
**FEVD de PIB colombiano**



**Gráfico 5**  
**FEVD flujos de capital privado**



De estos gráficos saltan a la vista al menos las siguientes observaciones:

- Alrededor del 50% de la varianza de pronóstico, a mediano y a largo plazos del PIB y los flujos de capitales colombianos, se debería a factores externos. Esto es consistente con los resultados de Izquierdo Romero y Talvi (2008), que encuentran que el papel de los factores externos sobre la actividad económica en América Latina puede llegar a explicar hasta la mitad de la varianza del PIB regional. En nuestro caso, estos resultados se extienden a los flujos de capitales.
- Los términos de intercambio y las condiciones financieras externas son considerablemente más importantes que la actividad económica externa y la curva de rendimientos en los Estados Unidos en explicar las fluctuaciones del PIB y los flujos de capitales colombianos. En el caso del PIB, los términos de inter-

cambio explican cerca de 40 puntos porcentuales, mientras que las condiciones financieras internacionales y la curva de rendimientos explican un poco menos de 10 puntos porcentuales. El rol del PIB de los Estados Unidos es casi despreciable. La relativa inelasticidad del PIB de Colombia al de los Estados Unidos y la importancia de los movimientos en los términos de intercambio son un hecho que han documentado previamente Cárdenas (1991) y Posada (1999), entre otros autores. Dado el alto poder predictivo de la curva de rendimientos de los bonos del Tesoro de los Estados Unidos sobre el PIB de esa economía, documentado por tales investigadores, tampoco resulta sorprendente que la importancia de esos rendimientos no se manifieste, al menos de forma directa, sobre la actividad económica local.

- La varianza del PIB de Colombia explica casi el 50% restante de la varianza de largo plazo de los flujos de capitales. El caso contrario no ocurre. La variabilidad de los flujos de capitales es insignificante al explicar la variabilidad del PIB.
- En el corto plazo, esto es, entre uno y cuatro trimestres, la variabilidad del PIB y de los flujos de capitales se explica sobre todo por su misma dinámica. Esto es especialmente llamativo en el caso de los flujos de capitales que, a un trimestre, explican cerca del 90% de su propia varianza. En el caso del PIB, esta cifra es del 80%.

### **3.3. Pronósticos**

Una vez obtenida la estimación del modelo y habiendo analizado su capacidad explicativa, el ejercicio de proyecciones pretende cuantificar la posible evolución futura del PIB y los flujos de capitales privados. En consideración a la imposición de las restricciones de exogeneidad fuerte, se pronostican las variables internas condicionadas a sendas futuras en las variables externas de acuerdo con los escenarios analizados en la sección 2. Esto se resume en el Cuadro 2.

El escenario 1 presenta los niveles más altos de actividad económica en los Estados Unidos, la curva de rendimientos más empinada, las mejores condiciones financieras y el mejor nivel de términos de intercambio para Colombia. En el extremo opuesto, el escenario 3 muestra los niveles más bajos de actividad en los Estados Unidos, una curva de rendimientos totalmente plana en un ambiente financiero internacional y de términos de intercambio desfavorables para Colombia. Por su parte, el escenario 2 describe una situación intermedia entre los escenarios 1 y 3.

Los gráficos 6 y 7 muestran las proyecciones del PIB de Colombia y los flujos de capitales privados a la economía, al igual que los intervalos de pronóstico (al 80% de confianza), de acuerdo con la evolución de las variables exógenas especificada en el Cuadro 2<sup>7</sup>.

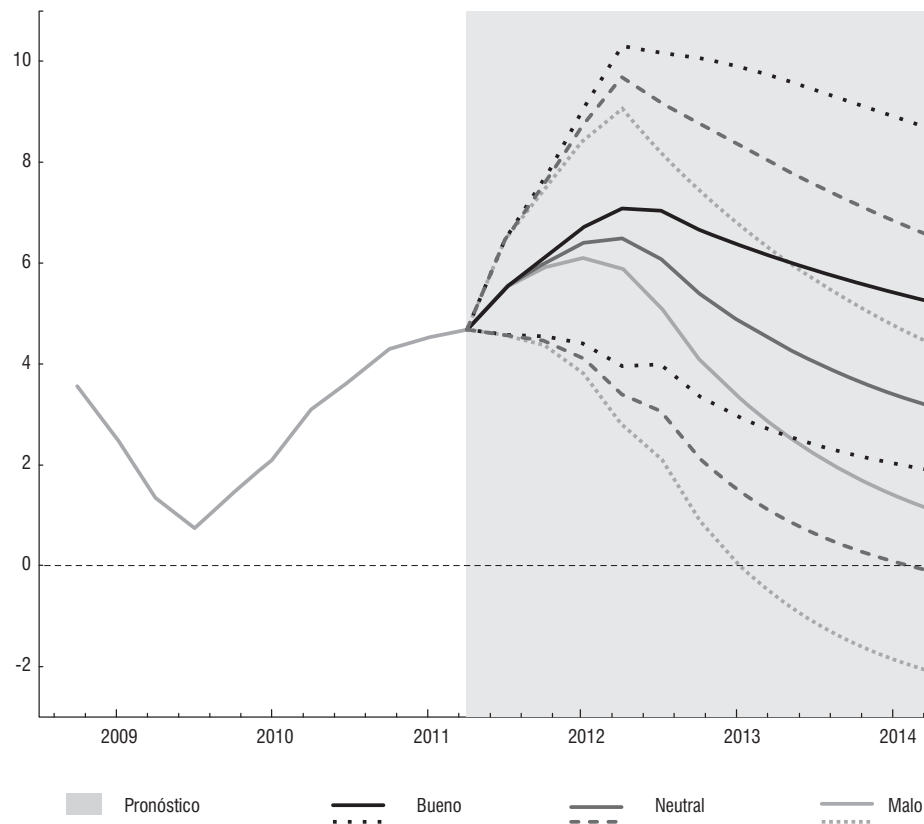
<sup>7</sup> Los intervalos de pronóstico son asintóticos, y el algoritmo de cálculo se puede encontrar en Lütkepohl (2005), sección 10.5.1.

**Cuadro 2**  
Evolución de las variables exógenas en los tres escenarios

	Crecimiento del PIB de los Estados Unidos	Crecimiento de términos de intercambio	Pendiente de la curva de rendimientos	Indice de condiciones financieras
Escenario 1	2,50%	2,60%	1,50%	0
Escenario 2	1,25%	0,00%	0,75%	-0,5
Escenario 3	0,00%	-2,60%	0,00%	-1
Promedio 1990-1 a 2010-1	2,51%	2,61%	1,52	0

Fuentes: Banco de la República, Bureau of Economic Analysis y Citigroup.

**Gráfico 6**  
Proyecciones de crecimiento anual del PIB real colombiano

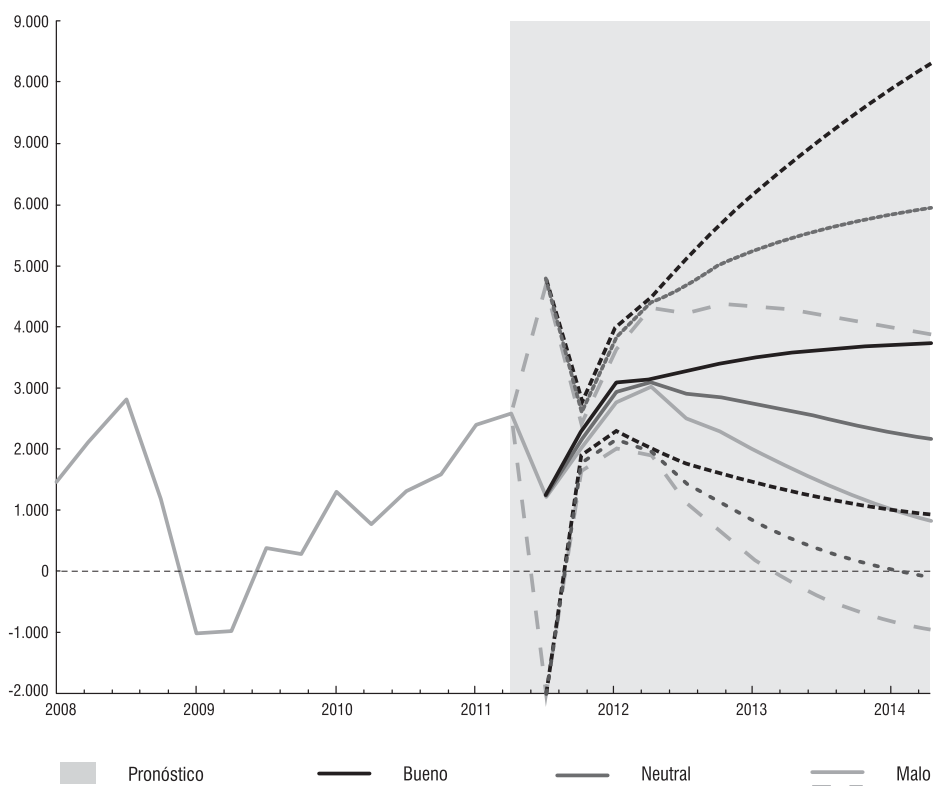


Según las proyecciones del modelo, los flujos de capitales privados trimestrales inicialmente caerían hacia los USD 1.300 millones a mediados de 2011 para luego recuperarse

con rapidez y llegar a niveles de USD 2.500 millones a comienzos de 2012, en los tres escenarios. Esta similitud se debe a que, dada la estructura de rezagos del modelo, en el corto plazo la evolución de las variables está determinada por su dinámica reciente, tal como se desprende del ejercicio de descomposición de varianza.

En el largo plazo, las proyecciones de flujos divergen en los diferentes escenarios. Esto es de esperarse, porque como también se evidencia de la descomposición de varianza, a ese horizonte de tiempo las variables externas ganan poder explicativo. En particular, en el primer escenario, los flujos de capital crecen de manera sostenida hasta finales de 2014, cuando alcanzan los USD 4.000 millones. En el segundo escenario, los flujos se revierten de manera lenta hasta alcanzar niveles cercanos a los USD 2.000 millones en diciembre de 2014. Por último, en el tercer escenario, los flujos de capitales se revierten de forma más rápida hasta llegar a niveles de USD 1.000 millones en el último trimestre de 2014. Este ordenamiento en las proyecciones está acorde con las mejores condiciones externas para Colombia en el escenario 1, que prevé un retorno del crecimiento de los Estados Unidos a su senda potencial, un aumento en los términos de intercambio para Colombia y condiciones financieras relativamente favorables.

**Gráfico 7**  
**Proyecciones de flujos de capital privados trimestrales**



Dado que la estimación está hecha con datos hasta el segundo trimestre de 2011, es posible contrastar las proyecciones de corto plazo del modelo con las variables observadas. En relación con el crecimiento del PIB, el modelo predice un aumento del 5,5% en el tercer trimestre de 2011 y del 6,0% en el cuarto trimestre del mismo año. Los datos observados fueron 5,6% y 5,9%. En cuanto a los flujos de capitales privados trimestrales, las previsiones son de USD 3.700 millones en el segundo semestre de 2011. Las cifras reales registradas fueron de USD 3.500 millones. Estos hechos dan cuenta de la fiabilidad de las proyecciones, al menos en el corto plazo<sup>8</sup>.

#### **4. CONCLUSIONES**

En este trabajo se ha empleado el enfoque de Metzler de equilibrio general global para construir escenarios alternativos sobre la evolución futura de los desbalances globales y su implicación sobre cuatro variables externas fundamentales para la economía colombiana: la demanda externa, los términos de intercambio, las tasas de interés externas y las condiciones financieras internacionales. Luego se articuló el modelo de Metzler con un modelo econométrico que explica la evolución del PIB y los flujos de capitales privados en Colombia para el período 1996-2010 (Gráfico 8).

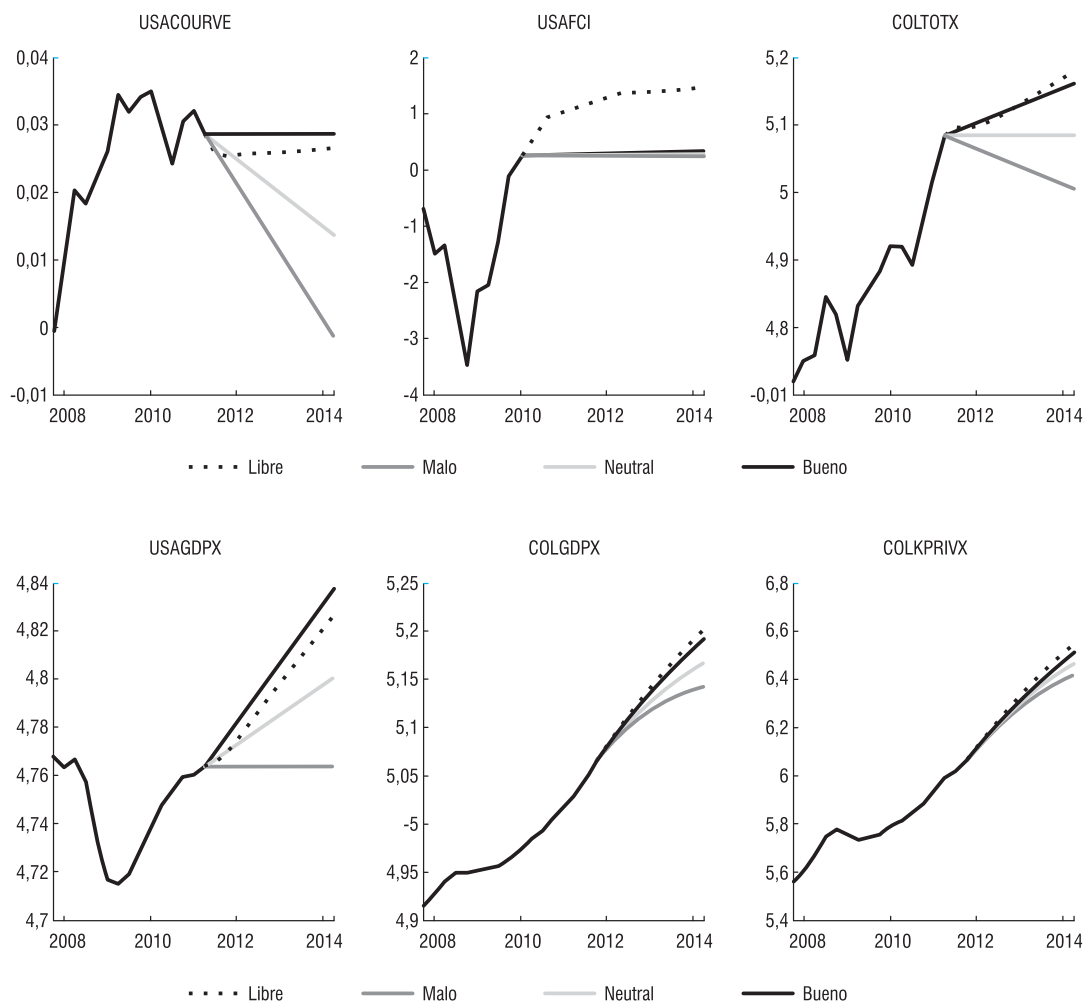
El modelo estimado reproduce las respuestas esperadas de la actividad económica local y de los flujos de capital ante los diferentes choques de las variables externas. Se encuentra que alrededor del 50% de la varianza de pronóstico a mediano y a largo plazo del PIB y los flujos de capitales colombianos se explica por factores externos. La varianza del PIB de Colombia explica casi el 50% restante de la varianza de largo plazo de los flujos de capitales, pero el caso contrario no ocurre: la variabilidad de los flujos de capitales es insignificante al explicar la variabilidad del PIB.

Otra contribución importante del trabajo es que permitió estimar la importancia de cada uno de los factores externos a diferentes plazos. Se encuentra que, a largo plazo, los términos de intercambio y las condiciones financieras externas son considerablemente más importantes que la actividad económica y las tasas de interés externas en explicar las fluctuaciones del PIB y los flujos de capitales colombianos. En el caso del PIB de Colombia, los términos de intercambio explican cerca de 40 puntos porcentuales, mientras que las condiciones financieras internacionales y la curva de rendimientos explican un poco menos de 10 puntos porcentuales. El papel del PIB de los Estados Unidos es casi despreciable.

Con fundamento en el modelo estimado, se pronosticó la senda futura de los flujos de capitales y el desempeño económico de la economía colombiana a tres años bajo escenarios alternativos. Por último, se contrastaron las proyecciones de crecimiento y flujos de capitales del modelo con las variables observadas disponibles hasta la fecha y se encontró un buen desempeño del modelo.

<sup>8</sup> Este resultado puede ser coyuntural y no debe considerarse formal desde el punto de vista estadístico. No se realizaron ejercicios de evaluación de bondad de pronóstico del modelo, por no disponer de un tamaño de muestra suficiente y por no ser el objetivo principal de este trabajo.

**Gráfico 8**  
**Escenarios alternativos de proyección de las variables exógenas**



1/ PIB real de los Estados Unidos (índice 2006-trim. 4 = 100).

2/ Índice de términos de intercambio de Colombia que calcula el Banco de la República.

3/ Diferencia entre el rendimiento de los bonos del Tesoro a diez años y la tasa de los fondos federales.

4/ Índice que emplea indicadores de volatilidad del mercado de acciones (VIX), los *spreads* de los bonos corporativos, las tasas de interés de los préstamos hipotecarios y otros activos financieros.

Fuentes: Banco de la República, Bureau of Economic Analysis y Citigroup.

Es importante anotar que ni los escenarios teóricos ni el modelo econométrico incorporan de forma explícita la eventual respuesta de las autoridades económicas colombianas ante las mayores o menores entradas de capital. Esta tarea se deja para una investigación futura.

## REFERENCIAS

Bai, J.; Perron, P. "Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes", *Econometrica*, vol. 66, pp. 47-78, 1998.

- Bai, J.; Perron, P. "Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 18, pp. 1-22, 2003.
- Blanchard, O.; Milesi-Ferretti, G.M. "Global Imbalances: In Midstream?" *Staff Position Note*, SPN/09/29, IMF, December, 2009.
- Calvo, G. A.; Leiderman, L.; Reinhart, C. M. "Capital Inflows and Real Exchange Rate Appreciation in Latin America: The Role of External Factors", *Staff Papers*, International Monetary Fund, vol. 40, núm. 1, pp. 108-151, 1993.
- Cárdenas, M. "Coffee Exports, Endogenous State Policies and the Business Cycle", PhD Dissertation, University of California, Berkeley, 1991.
- Estrella, A.; Hardouvelis, G. A. "The Term Structure as a Predictor of Real Economic Activity", *The Journal of Finance*, vol. 46, núm. 2, pp. 555-576, 1991.
- Izquierdo, A.; Romero R.; Talvi, E. "Booms and Busts in Latin America: The Role of External Factors", IDB Publications 6736, Inter-American Development Bank (2008).
- Lütkepohl, H. *New introduction to Multiple Time Series*, Nueva York: Springer, 2007.
- Lütkepohl, H.; Kraetzig, M. *Applied Time Series Econometrics*, Nueva York: Cambridge U. Press, october, 2004.
- Metzler, L.I. "The Process of International Adjustment under Conditions of Full Employment: A Keynesian View," paper read before the Econometric Society, December, en R. E. Caves y H. G. Johnson (eds.), *Readings in international economics* (pp. 465-486). Irwin, Homewood, 1968 .
- Posada, C. E. "Los ciclos económicos colombianos en el siglo xx", Borradores de Economía, núm. 126, Banco de la República, 1999.

## APÉNDICE 1

## Resultados del juzgamiento de estacionariedad de las series

Cuadro A1.1  
Test de raíz unitaria

Serie	ADF Tests			Philips-Perron Tests		
	No const.	Const.	Tenden.	No const.	Const.	Tenden.
COLKFPRIV	1,2284	-1,1821	-3,3962	1,2542	-4,9134	-7,038565
	0,943	0,677	0,062	0,945	0	0
COLGDP	1,7211	0,7902	-2,1022	4,0236	1,4255	-1,2389
	0,978	0,993	0,534	1	0,999	0,893
USAGDPX	3,0235	-0,08	-1,8205	-0,625	-0,0992	-1,9686
	0,999	0,946	0,683	0,974	0,945	0,607
COLTOT	2,1235	1,238	-0,625	2,1235	1,1134	-0,8531
	0,991	0,998	0,974	0,991	0,997	0,955
USACURVE	-0,7642	-1,6985	-1,8965	-1,1081	-2,1157	-2,349
	0,381	0,427	0,645	0,241	0,239	0,402
USACFI	-2,6869	-2,6943	-2,6881	-2,8429	-2,8474	-2,8763
	0,008	0,081	0,243	0,005	0,058	0,177
D(COLKFPRIV)	-7,1536	-7,1351	-9,2184	-11,7731		
	0	0	0	0		
D(COLGDP) /*	-1,6852	-2,4039	-1,8863	-2,7384		
	0,087	0,145	0,057	0,073		
D(USAGDP)	-6,8365	-7,6844	-6,885	-7,6843		
	0	0	0	0		
D(COLTOT)	-6,1489	-6,482	-6,1647	-6,4934		
	0	0	0	0		
D(USACURVE)	-6,8368	-6,8147	-6,9067	-6,8863		
	0	0	0	0		
D(USACFI)	-5,3402	-5,2933	-8,5009	-8,4387		
	0	0	0	0		

Nota: para cada variable se muestra la estadística de prueba y su *p-valor*. Para la serie D(COLGDP) se implementaron pruebas adicionales, como Ng-Perron y KPSS, resultados que respaldan la hipótesis de que esta es I(0), es decir, COLGDP es I(1).

**Cuadro A1.2**  
**Criterios para longitud de rezago en el VAR**

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
2	894,46	60,49*	1,5e-20*	-28,65*	-25,85*	-27,56*
3	917,78	31,09	0	-28,2	-24,12	-26,61
4	957,87	45,02	0	-28,35	-22,97	-26,26
5	999,8	38,24	0	-28,55	-21,89	-25,96

**Cuadro A1.3**  
**Verificación normalidad en residuos de los VAR**

Rezagos	Asimetría		Kurtosis		Jarque-Bera	
	Estadística	<i>p-valor</i>	Estadística	<i>p-valor</i>	Estadística	<i>p-valor</i>
2	16,46	0,01	98,11	0	114,57	0
3	6,66	0,35	1,95	0,92	8,61	0,74
4	3,93	0,69	2,16	0,9	6,09	0,91

**Cuadro A1.4**  
**Estadísticas de Ruido Blanco**

Serie	Rezago 4		Rezago 8	
	Q-stat	P-Val	Q-stat	P-Val
USACURVE	1,7811	0,7759	8,0683	0,4268
USACFI	10,9367	0,0273	13,4416	0,0975
COLTOT	0,4522	0,978	1,6875	0,9891
USAGDP	0,6995	0,9514	6,1392	0,6316
COLPIB	1,5913	0,8104	7,8617	0,4471
COLPRIV	8,2195	0,0839	19,3743	0,013
Conjunta	60,7378	1	62,8142	1

**Cuadro A1.5**  
**Relación de cointegración**

USACURVE	USACFI	COLTOT	USAGDP	COLPIB	COLPRIV
1,7515	-0,0014	0,0274	0,2916	-3,495	1
-0,675	-0,015	-0,189	-0,229	-0,233	

**Cuadro A1.6**  
**Términos de corrección de error**

USACURVE	USACFI	COLTOT	USAGDP	COLPIB	COLPRIV
0	0	0	0	0,011	-0,869
				-0,007	-0,055