

THE LAND PRICE EFFECTS ON THE HOUSING PRICE IN COLOMBIA

NATALIA SALAZAR
ROBERTO STEINER
ALEJANDRO BECERRA
JAIME RAMÍREZ*

This paper analyzes the recent behavior of prices of housing in Colombia and seeks to shed light on whether there is a misalignment of prices against the fundamentals that determine them. For that, two approaches were used: the first uses a structural VAR model to forecast within sample. The results suggest that currently observed prices are not misaligned if within the same fundamental determinants include the price of land. For the second approach we constructed a structural model of supply and demand for housing. The results of this model are consistent with the VAR model and suggest that any misalignment of housing prices on their fundamentals is associated with historically high land prices.

Key words: Housing Bubbles, Land Price, Land Use Restrictions

JEL Classification: O18; R21; R34; R52

* Natalia Salazar and Roberto Steiner are associate researchers at Fedesarrollo. Alejandro Becerra and Jaime Ramírez are assistant researchers at Fedesarrollo. The *Asociación Bancaria* of Colombia financed this work. A preliminary version was presented for the *Foro de Vivienda* of Asobancaria in December of 2011, in the annual seminary of the review ESPE and the weekly seminary of Fedesarrollo. The authors are thankful with the comments of the anonymous juries and with José Eduardo Gómez for the comments done in the annual seminary of the review. Also, the authors are thankful with Banco de la República, DANE, Asobancaria and Galería Inmobiliaria, for the important data provided.

E mail: nsalazar@fedesarrollo.org.co;
rsteiner@fedesarrollo.org.co;
abecerra@fedesarrollo.org.co;
jramirez@fedesarrollo.org.co
Document received:
June 29, 2012;
final version accepted:
January 29, 2013

LOS EFECTOS DEL PRECIO DEL SUELO SOBRE EL PRECIO DE LA VIVIENDA PARA COLOMBIA

NATALIA SALAZAR
ROBERTO STEINER
ALEJANDRO BECERRA
JAIME RAMÍREZ*

* Natalia Salazar y Roberto Steiner son investigadores asociados de Fedesarrollo. Alejandro Becerra y Jaime Ramírez son investigadores asistentes de Fedesarrollo. Este trabajo ha sido financiado por la Asociación Bancaria de Colombia. Una versión preliminar fue presentada en el Foro de Vivienda de la Asobancaria en diciembre de 2011, en el seminario anual de la revista ESPE y en el seminario semanal de Fedesarrollo. Agradecemos los valiosos comentarios de dos jurados anónimos y a José Eduardo Gómez por los comentarios que recibimos en el Seminario Anual de la revista. Se agradece al Banco de la República, al DANE, a la Asobancaria y a Galería Inmobiliaria por el suministro de valiosa información.

Correos electrónicos:
nsalazar@fedesarrollo.org.co;
rsteiner@fedesarrollo.org.co;
abecerra@fedesarrollo.org.co;
jamirez@fedesarrollo.org.co

Documento recibido:
Junio 29, 2012.;
versión final aceptada:
Enero 29, 2013.

El presente documento analiza el comportamiento reciente de los precios de la vivienda en Colombia y busca dar luces sobre si hay un desalineamiento de estos frente a los fundamentales que los determinan. Para ello se utilizaron dos aproximaciones. La primera utiliza un modelo VAR estructural para hacer pronósticos dentro de muestra. Los resultados sugieren que los precios actualmente observados no están desalineados si dentro de los determinantes fundamentales de los mismos se incluye el precio del suelo. Para la segunda aproximación se construyó un modelo estructural de oferta y demanda de vivienda. Los resultados de este modelo son coherentes con los del modelo VAR y sugieren que cualquier desalineamiento del precio de la vivienda respecto de sus fundamentales se asocia con niveles históricamente altos del precio del suelo.

Palabras clave: burbujas en vivienda, precio del suelo, restricción de suelo.

Clasificación JEL: O18; R21; R34; R52

I. INTRODUCCIÓN

La experiencia reciente, a nivel internacional, muestra que auges desproporcionados en el mercado de la finca raíz pueden tener consecuencias económicas profundas. En general, estos auges vienen acompañados de crecimientos importantes en el crédito a los hogares y en los niveles de apalancamiento en las entidades financieras. Ante una importante corrección de los precios de la vivienda, se contrae la riqueza de los hogares, se deteriora la calidad de la cartera del sistema financiero y la espiral de desapalancamiento impone elevados riesgos a la estabilidad macroeconómica y financiera. Las consecuencias negativas que, en general, han tenido las llamadas burbujas en el mercado de vivienda ha llevado a las autoridades y a los diferentes actores involucrados en este mercado (sector financiero, hogares y constructores) a hacer un seguimiento continuo de los diferentes desarrollos en la actividad para, de ser posible, tomar medidas preventivas.

Recientemente, la política monetaria se ha preocupado por otros objetivos diferentes a la estabilización de la brecha del producto y de los precios, como son la estabilidad financiera y la prevención de burbujas en activos (Woodford, 2012). La posición tradicional al respecto es que la autoridad monetaria no debería preocuparse por la formación de burbujas porque son difíciles de detectar y, en caso que se pueda detectar su riesgo, existen dudas sobre la eficacia de un instrumento como la tasa de interés de intervención para evitarlas. Han habido algunos esfuerzos para incorporar, en un marco analítico, el efecto de la política monetaria sobre la estabilidad financiera (Woodford, 2012). Sin embargo, la literatura es escasa sobre la relación entre

la formación de burbujas y la política monetaria. Es interesante, por tanto, analizar si la política monetaria tiene un efecto sobre los precios de la vivienda en Colombia.

Para el caso de un activo como la vivienda, la identificación de una burbuja es más difícil debido a que es un bien con características particulares. Esta es un bien altamente heterogéneo, de manera geográfica como por sus características físicas (materiales, servicios públicos, tamaño, antigüedad, etc.), difícilmente transable y con una oferta relativamente inelástica. Así pues, es posible identificar una burbuja de manera fácil cuando ya ha estallado. Sin embargo, en este trabajo se ofrecen dos posibles acercamientos a la pregunta sobre un eventual desalineamiento del precio de la vivienda en relación con los fundamentales que lo determinan.

Uno de los problemas al analizar el comportamiento de los precios de la vivienda es que hasta ahora la literatura empírica sobre auges en el sector de la finca raíz se ha centrado en la demanda; más específicamente en cuáles son los factores que impulsan la demanda de vivienda y presionan los precios, dada la relativa inelasticidad de la oferta (Crowe *et al.* 2011). El sesgo a centrarse en el lado de la demanda obedece en parte a que la política económica, generalmente, tiene herramientas para actuar en alguno o algunos de sus componentes. No obstante, en un análisis del comportamiento de los precios de la vivienda no se debe dejar de lado el análisis desde la oferta, debido a la existencia de algunos factores como los precios de la tierra, que generan que esta sea aun mucho más inelástica. Aunque en Colombia se han realizado, anteriormente, este tipo de ejercicios como es en el caso Clavijo *et al.* (2005), estos trabajos dejan de lado algunas variables que son importantes desde la oferta como es el precio del suelo. La inclusión de esta variable es la materia prima esencial para la producción de un bien como la vivienda. Adicionalmente, Caicedo *et al.* (2010) muestra que en Colombia el comportamiento reciente de los precios de la vivienda puede obedecer a restricciones de oferta derivadas del comportamiento en el precio del suelo y no a la especulación con este activo. Sin embargo, estos autores no incorporan el precio del suelo como fundamental.

Similarmente, Clavijo *et al.* (2005) no estiman ecuaciones de corto plazo o de ajuste hacia el equilibrio de largo plazo. Es importante estimar ecuaciones de corto plazo porque el mercado de vivienda no se vacía de manera rápida. Esto se debe, principalmente, a que encontrar una vivienda adecuada toma tiempo y también a la alta heterogeneidad entre ellas (DiPasquale y Wheaton, 1994). Testigo de ello es el alto inventario de viviendas que para Colombia ha rondado entre 20-70% en la última década (medido como el porcentaje de viviendas disponibles para la venta que no fueron vendidas en un trimestre dado).

El trabajo de Cubeddu *et al.* (2012) muestra que no han habido grandes desalineamientos en Colombia en los últimos diez años y que en la burbuja de crédito inmobiliario en los noventa los precios de la vivienda se desviaron 60% con respecto a sus fundamentales. Aquel trabajo utiliza datos de 1994-2011 para modelar la relación de cointegración de cuatro variables: precios reales de la vivienda, tasa real de interés, PIB real per cápita y población. Igualmente, estos autores encuentran que el ritmo de ajuste hacia el largo plazo es de un tercio del desequilibrio por trimestre. Sin embargo, no tienen en cuenta las innovaciones que se dan desde la oferta, es decir, a partir de la disponibilidad de suelo para la vivienda y de los precios de los materiales de construcción.

Ahora bien, ya que la disponibilidad de información sobre precios de la vivienda es reducida, esta disponibilidad es aún más precaria cuando se habla de precios de la tierra o indicadores sobre las restricciones al uso de la misma generadas por las regulaciones nacionales y locales, que en términos generales afectan los precios de la vivienda desde la oferta. Algunos estudios recientes han abordado el tema de si los efectos de la reciente crisis fueron más o menos profundos dependiendo de la elasticidad exhibida por la oferta. El modelo teórico de Glaeser *et al.* (2008) para Estados Unidos, por ejemplo, predice que los incrementos en los precios suelen ser más fuertes y duraderos en aquellos estados con una oferta de vivienda inelástica. Por otra parte, en las áreas con mayor elasticidad, si bien el aumento en las cantidades construidas puede contrarrestar el aumento en los precios al crecer la demanda de vivienda, las pérdidas en el bienestar pueden ser grandes debido a que la mayor elasticidad puede llevar a un exceso de construcción de nuevas viviendas en la fase de auge.

De esta forma, el presente documento analiza el comportamiento de los precios de la vivienda en Colombia y busca dar luces sobre si hay un desalineamiento de los precios frente a los fundamentales que los determinan. El estudio comprende cinco secciones, incluida esta introducción. En la segunda sección se muestran algunos hechos estilizados sobre el comportamiento de los precios de la vivienda en Colombia. La tercera analiza el comportamiento de los precios de la vivienda en Colombia y busca dar luces sobre si hay un desalineamiento de los precios frente a los fundamentales que los determinan a través de la metodología VAR estructural (SVAR); que permite modelar las relaciones económicas de largo plazo entre las variables utilizadas, donde se incluye el precio del suelo. La cuarta parte desarrolla un modelo estructural de oferta y demanda de vivienda para reconocer situaciones de divergencia del precio de la vivienda relativo a sus fundamentales. Por último, en la quinta sección se presentan las principales conclusiones.

II. HECHOS ESTILIZADOS

A. INDICADORES DE PRECIOS DE LA VIVIENDA EN COLOMBIA

El objetivo de esta sección es tratar de entender el comportamiento histórico de los precios de la vivienda en el país. En Colombia, como en otros países, existe una escasa disponibilidad de información. En gran medida, esto se debe a las características particulares del bien en cuestión. De hecho, no existen estándares internacionales que establezcan la mejor metodología de construcción de precios en este mercado. Así pues, la dificultad de acercarse a una medida óptima de precios de la vivienda proviene de las características particulares del bien al que se hace referencia, que se pueden agrupar así: 1) heterogeneidad, en el sentido que las viviendas tienen diferentes características en términos de área, ubicación, materiales de construcción, año de construcción y si son nuevas o usadas, entre otros aspectos; 2) condiciones de transacción particulares, generalmente resultantes de negociaciones bilaterales (entre un comprador y un vendedor) y no a través de un mercado centralizado como en el caso de los activos financieros transados en bolsas de valores; 3) altos costos de transacción que resultan de numerosos procesos y trámites asociados a la compra y venta del bien que hacen que las transacciones de una misma propiedad no se den de manera frecuentes; 4) oferta rígida en tanto que en este mercado la oferta responde con un rezago a la demanda, entre otras razones, por una eventual baja disponibilidad de tierras y por los diferentes trámites y procesos que exigen autoridades locales y nacionales a la construcción¹ y 5) la indivisibilidad del bien.

Para el caso colombiano se cuenta con diferentes índices de precios de vivienda, tanto nueva como usada, que son construidos con base en distintas metodologías de medias

¹ En la literatura se han diseñado diferentes metodologías para la medición de dichos precios, que en cada caso buscan superar una o varias de las restricciones mencionadas. Dentro de las más importantes, se destacan cuatro: 1) la media o la mediana del precio de todas las transacciones de viviendas observadas en un período de tiempo, metodología que no tiene en cuenta las diferentes características de las viviendas y sus modificaciones en el tiempo pero que resulta fácilmente construible debido a la disponibilidad de información; 2) seguimiento al precio de una vivienda representativa de la economía, en la que se controla por las características del bien, pero en la que la mayor dificultad radica en identificar dicha vivienda promedio; 3) seguimiento a los precios en transacciones sucesivas (*repeated sales methodology*) de un conjunto de viviendas determinado o metodología de ventas repetidas, en la que también se reduce el problema de la heterogeneidad pero que es altamente dispendiosa en términos de necesidades de información y 4) metodología de precios hedónicos, que busca valorar las diferencias en las características de las viviendas a través de técnicas econométricas, la cual también exige gran cantidad de información y una especificación adecuada del modelo econométrico.

o medianas y de ventas repetidas². Vale la pena anotar que todas las series existentes corresponden a índices mas no a niveles de precios (por ejemplo, precio por metro cuadrado). Esta última información resulta necesaria para calcular indicadores de accesibilidad, precios relativos, o costo de oportunidad frente a usos alternativos de los recursos; los cuales son, comúnmente, utilizados en el análisis de posibles desalineamientos de los precios en relación con sus fundamentales económicos.

Este trabajo utiliza el índice de precios de la vivienda usada (IPVU) del Banco de la República³ que sigue la metodología de ventas repetidas (Escobar *et al.* 2005).

B. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE PRECIOS DE LA VIVIENDA Y SU CICLO

En el período 1988-2011, el precio real de la vivienda evidenció tres picos y dos valles. El primer pico se sitúa en 1989 y el primer valle en 1992. Luego, en el año 1995, el precio de la vivienda alcanzó su nivel más elevado en términos reales para luego experimentar una fuerte caída hasta 2003 (de 36% entre pico y valle). A partir de este año, se observa una fase de recuperación que aún no culmina. Entre 2003 y 2011 los precios reales de la vivienda se han incrementado 61%. En términos porcentuales, la magnitud actual de la diferencia entre el precio observado y el promedio histórico (de 22%) es la más elevada.

Luego de remover el componente estacional de la serie, aplicar el algoritmo Bry y Boschan⁴ y considerar ciclos mayores a seis trimestres, se obtuvieron dos ciclos en la serie del IPVU en términos reales para el período 1988-2011. En promedio, el ciclo dura 43 trimestres, aproximadamente 11 años; la expansión dura 21 trimestres y la contracción 22,5 trimestres. De manera similar, durante la fase de expansión los

2 Asimismo, Mendieta y Perdomo (2007) y Arbeláez *et al.* (2011) calculan, para un momento determinado de tiempo, los precios hedónicos de la vivienda.

3 Igualmente, existen dos índices del precio de la vivienda en Colombia: el índice de precios de vivienda nueva del DANE y el índice de precios de vivienda nueva del DNP.

4 La determinación de la duración de los ciclos de los precios en Colombia se basó en el algoritmo de Bry y Boschan (1971), comúnmente utilizado para este fin. Este algoritmo permite localizar los puntos máximos y mínimos de la serie original, en nuestro caso el IPVU real del Banco de la República. Debido a que la frecuencia del IPVU es trimestral, se recurrió a la metodología propuesta por Harding y Pagan (2002) para datos trimestrales. En dicha metodología se utilizan ventanas de dos trimestres y ciclos mínimos de cuatro.

precios aumentan 39%, mientras que en promedio en una fase de contracción caen 27% (Cuadro 1). En la actualidad, los precios se encuentran en una fase ascendente⁵.

Cuadro 1
 Análisis de ciclos utilizando el algoritmo de Bry y Boschan (período 1970-2005, Colombia 1988-2011)

País	Promedio de duración del ciclo (trimestres)	Promedio contracción (trimestres)	Promedio expansión (trimestres)	Promedio del cambio en el precio en subida (%)	Promedio del cambio en el precio en bajada (%)
Estados Unidos	31,3	17	14,3	15,3	-9,9
Japón	49,5	34,5	15	67	-30,5
España	34,3	15	19,3	63,6	-21,6
Corea del Sur	35	12,5	22,5	29	-26,7
Colombia	43,5	22,5	21	39	-27

Fuente: OECD (2005), DANE, Banco de la Republica y cálculos propios.

El Gráfico 1 muestra el comportamiento de los dos ciclos que han presentado los precios de la vivienda entre 1988 y 2011. Las zonas grises corresponden a las fases de contracción de los precios y las zonas blancas a fases de expansión. Un ciclo está compuesto por dos zonas consecutivas de diferente color. El primer ciclo duró 25 trimestres (6,25 años), abarcó el período comprendido entre el pico en marzo de 1989 y el pico de septiembre de 1995 y mostró un valle en junio de 1992. De manera similar, el ciclo actual ha durado 63 trimestres (15,75 años), el cual empezó en septiembre de 1995 con un valle (o mínimo) en marzo de 2004⁶.

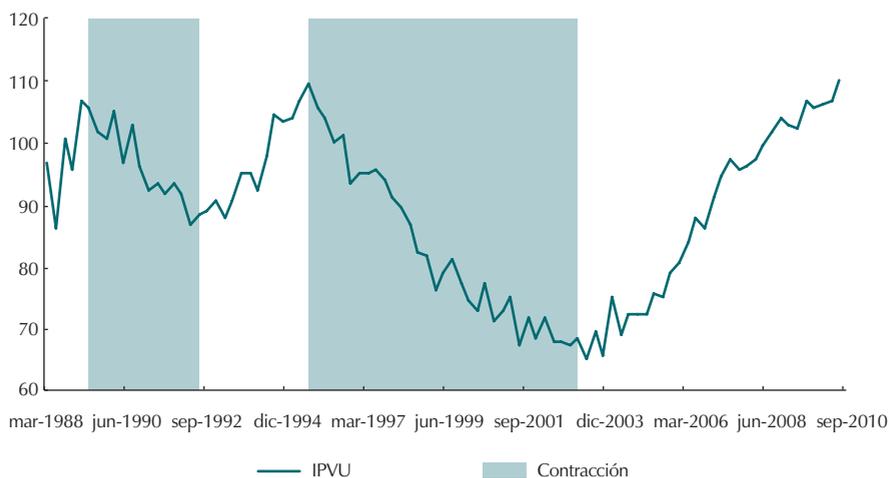
Ahora bien, cuando se comparan estos resultados con los encontrados en el estudio de la OECD (2005), en el cual se identifican los ciclos de los precios de la vivienda para un conjunto de 18 países y un período de 30 años, Colombia se ubicaría en un rango medio en cuanto a la duración de los ciclos (Cuadro 1). Para ese grupo de países, una expansión duró en promedio 22,7 trimestres, mientras una contracción duró 18,5 trimestres.

⁵ Es importante señalar que en el período de estudio se han presentado dos ciclos por lo que estos promedios pueden ser poco informativos. Sin embargo, estos son utilizados para compararlos con los ciclos de otros países.

⁶ Es interesante preguntarse qué determina la duración del ciclo y la amplitud en las expansiones y en las contracciones. Es posible que el ciclo de precios de vivienda se relacione con el ciclo de precios del suelo, el ciclo del crédito u otros fundamentales macroeconómicos.

Por otra parte, la amplitud de una expansión fue de 45,6% mientras que la amplitud de una contracción fue de 34,8%⁷. El ciclo promedio en Japón duró 49,5 trimestres, mientras que en Corea del Sur se prolongó por 35 trimestres. Así pues, Estados Unidos presenta un ciclo relativamente corto, de 31,3 trimestres. Sin embargo, es probable que ahora sea mayor en virtud a que el período estudiado por la OECD solo cubre hasta 2005, de manera que no contempla lo ocurrido en la crisis financiera de 2008-2009. No obstante, es importante resaltar que, sin excepción alguna, las caídas de precios son de menor magnitud (en valor absoluto) que los aumentos.

Gráfico 1
Ciclos de los precios de la vivienda en Colombia



Fuente: DANE, Banco de la República y cálculos propios.

C. COMPORTAMIENTO DE LOS PRECIOS DE LA VIVIENDA RELATIVO A OTRAS VARIABLES

En esta sección trabajamos con los siguientes indicadores: 1) precio de la vivienda en dólares; 2) precio de la vivienda relativo al costo de los materiales de

⁷ La amplitud de una expansión se entiende como el crecimiento de los precios entre un valle y un pico para el caso de la expansión. Por otro lado, la amplitud de una contracción es entendida como la caída de los precios entre el pico y el valle.

construcción⁸; 3) precio de la vivienda relativo a los precios del suelo; 4) precio de la vivienda relativo al ingreso disponible promedio de los hogares y 5) precio de la vivienda en relación con el valor de un arrendamiento promedio (Cuadro 2).

Cuadro 2
 Comportamiento de los precios de la vivienda relativo a otras variables

Serie	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Variación con respecto al promedio histórico (1991-2010) a dic. 2010
Índice del precio de la vivienda en dólares	69,7%	-45%	23%	94%	93,6%
Razón índice de precios de la vivienda / índice de costos de la construcción	29,8%	-26,9%	-7,1%	49,5%	28,1
Razón índice de precios de la vivienda e índice de precios del suelo	-35%	2%	-18%	-7%	-15,8

Fuente: Banco de la República y cálculos propios.

Dos indicadores que son interesantes para los fines de este trabajo tienen que ver con la accesibilidad a vivienda. En la literatura se identifican como⁹: 1) la razón entre el precio de la vivienda y el valor del arriendo y 2) la razón entre el precio de la vivienda y el ingreso disponible de los hogares.

Como se deriva del Gráfico 2, en el que se presenta la evolución de la razón del precio de la vivienda a valor promedio del arrendamiento, desde 2007 el primer indicador

⁸ Estos costos no incluyen el precio del suelo. El índice de costos de la construcción de vivienda del DANE abarca los principales insumos utilizados en la actividad tales como materiales, maquinaria y equipo y mano de obra. Es importante aclarar que no se incluye el costo del suelo.

Este indicador cubre las principales ciudades del país. El insumo más importante para la construcción de vivienda suele ser el suelo, al ser uno de los principales determinantes de la oferta de vivienda. Infortunadamente, no se dispone de información del precio del suelo para todo el país, aunque la lonja de propiedad raíz de Bogotá calcula anualmente los precios del suelo para esta ciudad. Dado que Bogotá concentra el 44% de las viviendas a nivel nacional (Censo, 2005) y en virtud a que no se pretende hacer cálculos del nivel del precio del suelo a este nivel, en este estudio se supone que, a pesar de no ser óptimo, la tendencia del precio de la tierra en Bogotá es un buen indicador de la tendencia del precio en las zonas urbanas del país.

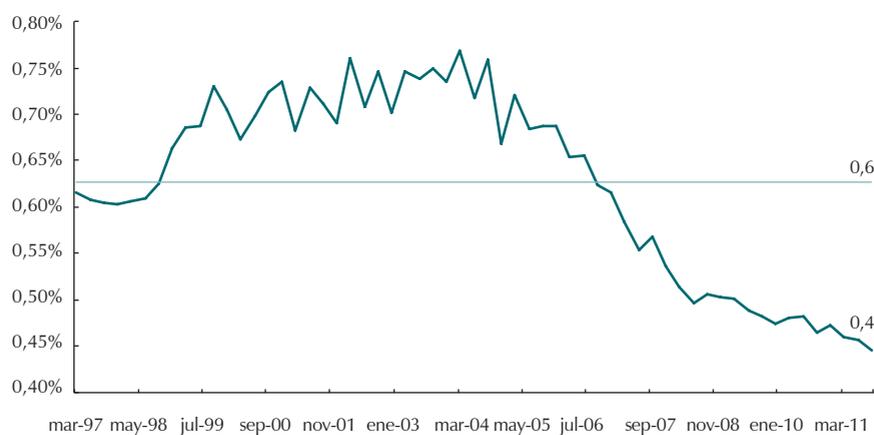
⁹ Bajo algunos importantes supuestos metodológicos, se pueden aplicar al caso colombiano.

ha crecido de manera más dinámica que el valor promedio de los arrendamientos; ya que los valores actuales son los más elevados del período de estudio. Para el año 2011 esta relación se encontraba un 34% por encima de su promedio histórico. Vale la pena resaltar, sin embargo, que mientras el precio de la vivienda era 18 veces el valor del arrendamiento anual, la relación precio-ganancia en la bolsa de valores fue de 23 para el mismo período. Como primera aproximación, pareciera ser que si bien se observaba una altísima valoración en el mercado de vivienda en 2011, la valoración del mercado accionario fue mayor¹⁰.

Una forma alternativa de presentar el mismo argumento del anterior párrafo proviene de invertir la relación de arrendamiento promedio mensual por el precio promedio de la vivienda. En este sentido, se observa que la razón entre el valor del arrendamiento mensual y el precio de la vivienda, que fue de cerca de 0,8% en 2004, ha caído hasta niveles cercanos al 0,4% en la actualidad (Gráfico 2).

Gráfico 2

Razón entre arrendamiento promedio mensual y precio promedio de la vivienda

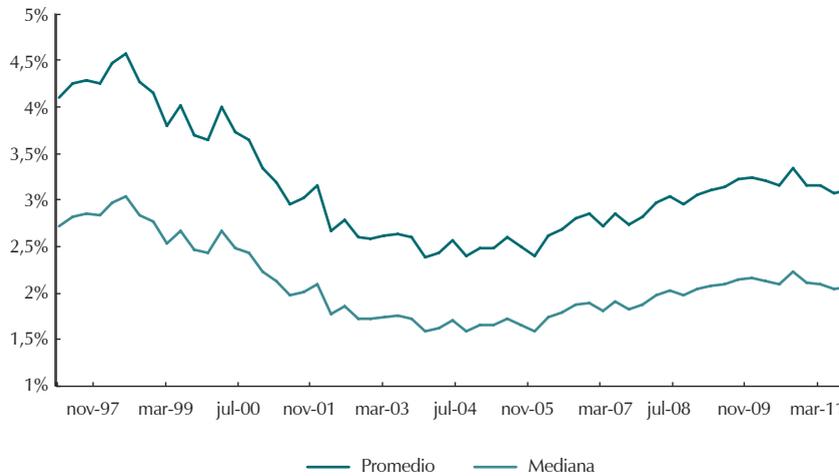


Fuente: Banco de la República, DANE, Asobancaria y cálculos propios.

Con respecto a la razón entre el precio de la vivienda y el ingreso promedio del hogar, se tiene que si bien esta ha aumentado en los últimos años, su nivel es todavía inferior al observado en la segunda mitad de la década de los noventa (Gráfico 3).

¹⁰ En el Anexo 1 se presenta la metodología para el cálculo de las series del precio de la vivienda en Colombia y el valor de arrendamiento.

Gráfico 3
Razón entre el precio promedio de la vivienda e ingreso disponible anual promedio por hogar



Fuente: Banco de la República, DANE, Asobancaria y cálculos propios.

III. APROXIMACIÓN ECONÓMÉTRICA (SVAR)

El objetivo de esta parte es identificar los principales determinantes que afectan el comportamiento reciente del precio de la vivienda en Colombia, para reconocer situaciones de desajuste del precio de la vivienda relativo a sus fundamentales.

Dada la información disponible para Colombia, uno de los modelos más apropiado es un SVAR (modelo de vectores autorregresivos estructural). Este modelo se compone de un conjunto de variables que se determinan simultáneamente y que, además, dependen de sus propios rezagos en el tiempo. Para nuestro caso, un alto precio de la vivienda puede ser explicado por elevados niveles de sus fundamentales (por ejemplo, el precio del suelo, los costos de construcción o un crecimiento muy acelerado del crédito que está impulsando de manera significativa la demanda). Sin embargo, también puede ser posible que el alto precio de la vivienda influya sobre sus fundamentales con lo cual, por ejemplo, el precio de la tierra sea alto. En este tipo de interacciones simultáneas, en las cuales puede haber causalidad en ambos sentidos entre las variables, es adecuado utilizar los modelos SVAR para estimar estas relaciones y su dinámica en el tiempo. El modelo SVAR se puede expresar de la siguiente manera:

Sea y_t un vector de variables de interés. Se dice que y_t sigue un proceso VAR(p) si se puede escribir como

$$y_t = \mu + A_0 y_t + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t \quad (1)$$

Donde y_t es un vector de tamaño $k \times 1$, μ es un vector de coeficientes de tamaño $k \times 1$, A_i es una matriz de coeficientes de tamaño $k \times k$, u_t es un vector de ruido blanco distribuido normalmente de tamaño $k \times 1$ ($E[u_t] = 0$, $E[u_t u_t'] = \Sigma_u$ y $E[u_t u_{t-s}'] = 0$, para todo $s \neq 0$).

En nuestro caso el vector (y_t) incluye la primera diferencia del IPVU, la tasa de interés real en niveles, la primera diferencia del logaritmo de los desembolsos de crédito para vivienda nueva, la primera diferencia del logaritmo del PIB, la primera diferencia del precio del suelo (IPS) y el índice de costos de la construcción de vivienda (ICCV) en niveles¹¹.

Antes de estimar el modelo fue necesario realizar dos tipos de pruebas: 1) determinar el orden de integración de cada una de las variables y 2) analizar la existencia de una relación de cointegración entre las mismas¹². Se encontró que las series de la DTF y del ICCV rechazan la hipótesis de raíz unitaria cuando la prueba se especifica con constante y tendencia o solamente con constante, al 10% de significancia¹³. Por su parte, las series de desembolsos PIB, IPS e IPVU no rechazan la hipótesis de raíz unitaria en ninguna de las especificaciones, exceptuando la serie del PIB cuando no se incluye en la regresión un término constante. Debido a que las series de desembolsos PIB, IPS e IPVU son integradas de orden uno, es preciso realizar una prueba de cointegración entre estas variables. Dicha prueba arroja evidencia de la existencia de una relación de cointegración en el conjunto de las 4 variables (Anexo 4).

¹¹ En el Anexo 2 se especifica la manera en que se construyó cada una de estas variables.

¹² En el Anexo 4 se presentan los resultados de las diferentes especificaciones de pruebas de cointegración de Johansen.

¹³ En el Anexo 3 se presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria de Dickey-Fuller aumentada.

Posteriormente, se identificó el orden del rezago para el modelo de la ecuación (1), el cual es un VAR(6) de acuerdo al criterio del error de predicción final¹⁴. Una vez estimado el modelo VAR, fue necesario imponer las restricciones de identificación de los choques estructurales para poder encontrar el modelo estructural a partir del modelo reducido. Al seguir a Joshi (2006), las restricciones de identificación que se tomaron fueron las siguientes (Cuadro 3):

Cuadro 3
Ordenación para la identificación del SVAR

Variable	Innovación que lo afecta	Justificación
Tasa de interés	Únicamente por la tasa de interés de intervención.	Está exógenamente determinado por la política monetaria.
Desembolsos de crédito hipotecario	Por la tasa de interés y por la oferta de crédito hipotecario.	Determinado por las condiciones del mercado de crédito: oferta y demanda.
PIB	Por la tasa de interés, por la oferta de crédito hipotecario y la oferta agregada.	Afectado por las condiciones de crédito bajo la tradición monetarista.
Precios del suelo	Por la tasa de interés de intervención, el crecimiento del crédito y la oferta agregada, restricciones en el suelo.	Este se ve afectado por variables macro en primera medida, más exógenas en principio*
Costos de construcción	Por la tasa de interés de intervención, el crecimiento del crédito, la oferta agregada, las restricciones en la oferta del suelo y de los mismos costos de construcción.	Afectado por variables macro y por razones estadísticas de identificación por el precio del suelo.
Precios de la vivienda	Por la demanda de vivienda, la tasa de interés de intervención, el crecimiento del crédito, la oferta agregada, las restricciones del suelo y los costos de construcción.	Esta es la variable que queremos explicar y por lo tanto es la más endógena.

* Es posible que el precio del suelo esté influenciado por el precio de la vivienda en el largo plazo. Por esta razón se realizó una prueba de causalidad de Granger que indicó que el precio del suelo causa en este sentido al precio de la vivienda mientras que no sucede lo mismo en vía opuesta.

Fuente: supuestos de los autores.

Ahora bien, el Cuadro 4 presenta los coeficientes de la matriz de impacto total de largo plazo (G). Se tiene que el impacto de la tasa de intervención sobre la DTF es positivo pero no es significativo y que los desembolsos son sensibles al choque de oferta de crédito (un

14 Inicialmente, se había identificado un modelo VAR(1) de acuerdo al criterio bayesiano de Schwarz, pero este modelo no pasó las pruebas de autocorrelación. El rezago óptimo fue escogido en una ventana de 0 a 10 entre los que minimizaron los criterios de información de Akaike, error de predicción final y Hannan-Quinn. El rezago que minimizó el criterio de Akaike fue 10, mientras que el que minimizó el criterio de Hannan-Quinn fue 2.

aumento de 1% de este genera un aumento del 5% en los desembolsos de crédito hipotecario). Los choques de oferta agregada y de oferta de crédito tienen impactos positivos sobre el crecimiento del PIB, aunque sus magnitudes son pequeñas. El único choque que afecta los precios del suelo es un choque sobre ellos mismos. Similarmente, el único determinante estadísticamente significativo (al 5% de significancia) de los costos de la construcción es el choque sobre ellos mismos. Finalmente, los precios de la vivienda están determinados a largo plazo por innovaciones en el mismo precio de la vivienda, por choques sobre los precios del suelo y por choques sobre los costos de la construcción. El mayor de estos impactos es el correspondiente al choque del precio del suelo. Sin embargo, de manera sorpresiva, el impacto de los costos de la construcción es negativo.

Cuadro 4
Coeficientes de la matriz de impacto total

Variable	Choque	Entrada	Estadística	Error estándar	Razón t
DTF	T. de intervención	G_{11}	0,1110	0,1015	1,0939
	T. de intervención	G_{21}	-0,0689	0,0560	-1,2296
Desembolsos	Oferta de crédito	22	0,0542	0,0155	3,5038***
	T. de intervención	G_{31}	-0,0024	0,0043	-0,5554
PIB	Oferta de crédito	G_{32}	0,0048	0,0022	2,1558**
	Oferta agregada	G_{33}	0,0034	0,0007	4,6275***
Precios del suelo	T. de intervención	G_{11}	-18,9708	19,8659	-0,9549
	Oferta de crédito	G_{12}	21,3340	11,0987	1,9222*
	Oferta agregada	G_{13}	1,7842	4,7205	0,378
	Rest. de suelos	G_{11}	20,7117	6,5133	3,1799***
ICCV	T. de intervención	G_{51}	22,2798	176,2010	0,1264
	Oferta de crédito	G_{52}	102,2110	67,6937	1,5099
	Oferta agregada	G_{53}	73,2566	42,5426	1,722*
	Rest. de suelos	G_{51}	-50,0755	32,2883	-1,5509
	Costos de construcción	G_{55}	86,6153	22,8009	3,7988***
IPVU	T. de intervención	G_{91}	-3,3079	4,2221	-0,7835
	Oferta de crédito	G_{92}	0,7751	0,9779	0,7926
	Oferta agregada	G_{93}	-0,2538	0,7735	-0,3281
	Rest. de suelos	G_{91}	1,7465	0,7861	2,2217**
	Costos de construcción	G_{95}	-1,1731	0,5388	-2,1771**
	Demanda de vivienda	G_{99}	1,2682	0,3470	3,6547***

Fuente: Cálculos propios.

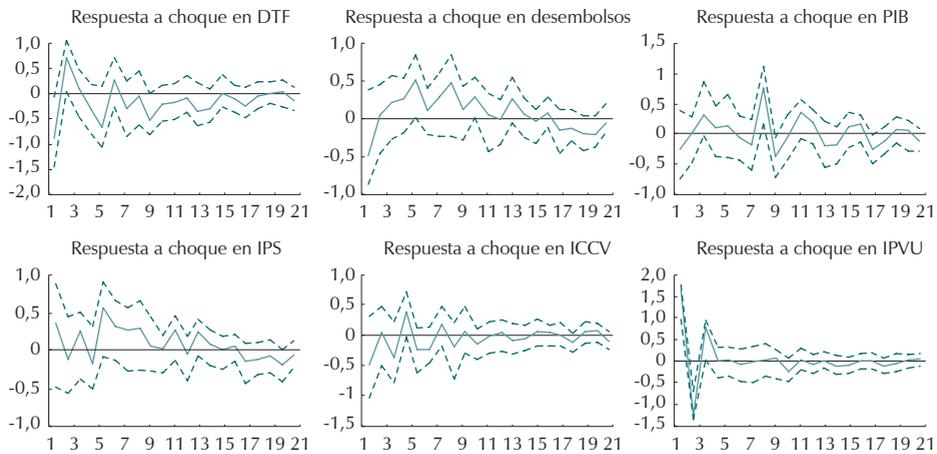
Notas: niveles de significancia: *10%, **5%, ***1%.

Dentro de los resultados interesantes se puede señalar que el crecimiento del PIB no depende del nivel de la tasa de intervención, pero sí del crecimiento en la oferta de crédito. El precio del suelo se ve afectado de manera positiva por las restricciones al suelo y del crecimiento de la oferta de crédito. Lo primero es gracias a la baja elasticidad oferta del suelo que hace que la política de suelos impacte considerablemente su precio y el *stock* de suelo disponible. Finalmente, el precio de la vivienda responde sensiblemente a las restricciones al suelo, lo que muestra la gran sensibilidad de la política de planeación urbana en el precio de este activo.

En el Gráfico 4 se muestran las respuestas de los precios de la vivienda frente a impulsos generados sobre sus fundamentales. Se considera un período de respuesta de 20 trimestres para cada choque. Las líneas punteadas representan el intervalo de confianza al 95%, por medio del uso del método de Efron y Tibshirani (1993). La respuesta de los precios de la vivienda en el primer trimestre después del choque es negativa ante impulsos en la DTF, en los desembolsos de crédito, en el PIB y en el ICCV. La respuesta al impulso en la DTF real es la mayor (0,89 desviaciones estándar) y es la única estadísticamente significativa. Sin embargo, un semestre después la respuesta cambia de signo para todas las variables. De manera similar, la respuesta ante un choque de precios del suelo es positiva un trimestre después del choque, pero cambia de signo dos trimestres después. En el período de respuesta, para la mayoría de los casos y teniendo en cuenta los intervalos de confianza, los impulsos no son estadísticamente significativos.

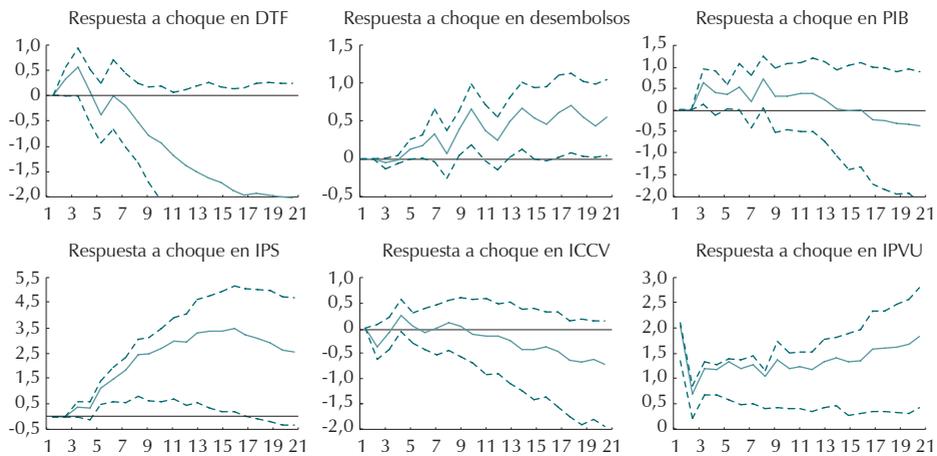
En el Gráfico 5 se presenta la función de la respuesta acumulada de los precios de la vivienda ante choques de las variables consideradas como sus fundamentales. La respuesta acumulada frente al choque en la DTF no es significativa en ningún momento. Ante un choque a los desembolsos de crédito, la respuesta acumulada de los precios de la vivienda es positiva y significativa para los trimestres 5, 8, 9, 12, 13 y 16 después del choque. En el caso de un choque al PIB, la respuesta acumulada es positiva y significativa para los trimestres 2, 4, 5 y 7 después del choque. El impacto acumulado de un choque a los precios del suelo es significativo desde el trimestre 4 al 16 después del choque. Por otro lado, el impacto de este choque es el mayor y llega a ser de 3,2 desviaciones estándar acumuladas hasta el trimestre 16. El impacto acumulado de un choque a los costos de construcción no es significativo para ningún trimestre. Finalmente, un choque a los precios de vivienda es relevante y se sostiene en aproximadamente 1,3 desviaciones estándar.

Gráfico 4
Funciones de respuesta al impulso instantáneas



Fuente: Cálculos propios.

Gráfico 5
Funciones de respuesta al impulso acumuladas



Fuente: Cálculos propios.

En los resultados del impulso-respuesta acumulado vale la pena recalcar que el precio de la vivienda está afectado, únicamente, por el precio del suelo y los desembolsos de crédito hipotecario. En primer lugar, el choque inducido por el precio del suelo, al estar reflejando restricciones de este, evidencia el gran impacto que tiene la

política de planeación urbana sobre el precio de la vivienda. Este impacto empieza a partir de dos o tres trimestres después del choque. En segundo lugar, el impacto que genera el choque de crédito refleja el dinamismo de la economía. Es decir, muestra el aumento en la disposición de los hogares para adquirir crédito y de los bancos para prestar que hace que el precio de este activo sea mayor, generalmente, con un rezago de tres a cinco trimestres¹⁵.

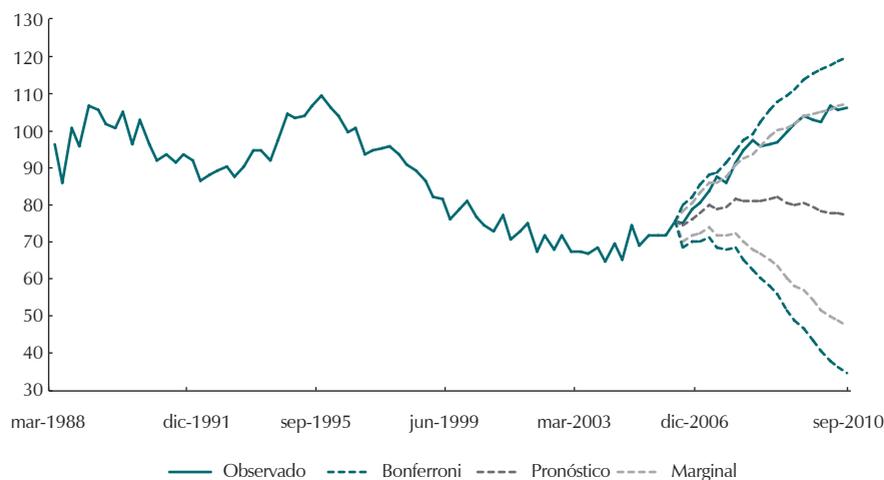
La forma como en este ejercicio nos aproximamos a un eventual desalineamiento de los precios de la vivienda es a través de un pronóstico dentro de muestra. La idea del ejercicio es situarse en algún momento del tiempo y conocer cuál habría sido la evolución del precio de la vivienda consistente con el comportamiento de los fundamentales en el período de respuesta. Luego se comparó este pronóstico con lo que realmente sucedió. En el ejercicio se tomó arbitrariamente como punto de partida de la proyección del segundo trimestre de 2006, considerando que este período podría calificarse como de relativo equilibrio macroeconómico. El Gráfico 6 presenta la serie de precios observada, el pronóstico obtenido de la información de las seis variables fundamentales (DTF, desembolsos, PIB, IPS, ICCV e IPVU), los intervalos marginales al 95% de confianza y los construidos con el método de Bonferroni de, por lo menos, 90% de confianza¹⁶. Los resultados sugieren que el precio observado se distancia del pronóstico y tiende a situarse en la parte alta del rango de proyección, muy cerca del techo del intervalo de confianza. Sin embargo, a pesar de estar en la parte alta del intervalo, no se observa una salida de él; lo que indicaría que el modelo que incluye todos estos fundamentales predice de manera adecuada el comportamiento de la serie. Esto se ve confirmado porque la serie observada está por debajo del límite superior del intervalo de Bonferroni, con lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula que toda la serie

15 El método de impulso-respuesta no es el indicado ante un potencial problema de variables omitidas. En este caso, si hay una variable importante que haya sido omitida, su efecto será supuesto en las innovaciones y, por tanto, habrían grandes distorsiones en las funciones de impulso-respuesta que invalidarían cualquier interpretación estructural (Lütkepohl, 2005). Por otro lado, este método depende del orden de identificación que se haya dado a las variables del sistema, ya que sus resultados cambian cuando cambia este orden. Sin embargo, el uso de pronósticos del cual trata el siguiente ejercicio no es sujeto a estos problemas.

16 El método de Bonferroni permite construir regiones de confianza (o pronóstico) para un vector de variables aleatorias (Lütkepohl, 2005). Este método consiste en construir un intervalo de pronóstico para cada horizonte de $(1 - \alpha/2H) \times 100\%$ de confianza, de tal manera que para la región conformada por los H períodos de pronóstico se tenga una confianza de al menos $(1 - \alpha) \times 100\%$. En este caso la hipótesis nula es que para ningún horizonte el pronóstico del IPVU es diferente del valor observado de la serie. La hipótesis alternativa es que, por lo menos, para algún horizonte de pronóstico el IPVU observado difiere de su predicción.

observada está adecuadamente predicha por el modelo que tiene en cuenta todos los fundamentales.

Gráfico 6
Proyección del IPVU con información de precios del suelo

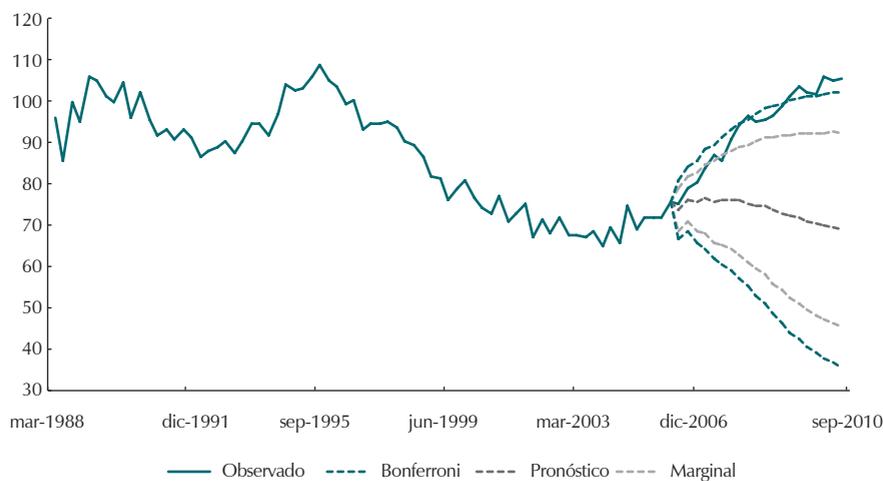


Fuente: Cálculos propios.

Como ejercicio alternativo se estimó un VAR estructural con cinco variables (DTF, desembolsos, PIB, ICCV e IPVU). Es decir, se excluyeron del conjunto de determinantes fundamentales el precio del suelo. La idea era analizar si los resultados de las proyecciones dentro de la muestra se sostienen si no se considera el precio del suelo como una variable determinante de los precios de la vivienda; los resultados se presentan en el Gráfico 7. En este caso, el precio observado de la vivienda se aleja de manera significativa del nivel pronosticado por sus fundamentales e inclusive supera la cota superior del intervalo de pronóstico a partir del cuarto trimestre de 2007. También es evidencia de ello que la serie observada se sale del intervalo de pronóstico de por lo menos 90% de confianza construido con el método de Bonferroni a partir del cuarto trimestre de 2009. Con esto se rechaza la hipótesis nula que la serie observada es predicha de forma adecuada por el modelo sin precios del suelo para todo el período de pronóstico.

Este resultado sugiere que cuando los fundamentales no incluyen el precio del suelo, el modelo no puede predecir de manera acertada el precio de la vivienda. En este caso, frente a lo que pronosticaría el modelo, el precio de la vivienda se

Gráfico 7
Proyección del IPVU sin información de precios del suelo



Fuente: Cálculos propios.

saldría de cualquier rango de proyección. Ello evidencia que el acelerado crecimiento del precio de la vivienda es, en buena medida, explicado por el también acelerado incremento en el precio del suelo. Si esta última variable no se incluye en el modelo, los precios de la vivienda mostrarían un considerable desalineamiento frente a lo que es sugerido por sus fundamentales. De esta manera, podría concluirse que lo que está desalineado y creciendo de manera insostenible es el precio del suelo. Esto, a su vez, afecta el precio de la vivienda, problema que se evidencia en los últimos meses debido a la mayor demanda de vivienda. Por el contrario, la dinámica del precio de esta no parece estar liderada en ninguno de los modelos estimados por la dinámica del crédito, a pesar de que este también ha venido mostrando aumentos importantes en los últimos años.

En el Cuadro 5 se muestran los errores de pronóstico promedio y el porcentaje de veces que el IPVU observado cae por fuera del intervalo de pronóstico para los modelos SVAR con y sin precios de vivienda para diferentes ventanas de pronósticos. Así pues, entre un mayor número de períodos se tengan en cuenta al momento de estimar el modelo (por lo tanto, menor número de períodos a pronosticar), el error de pronóstico promedio es menor y el número de veces que el modelo no predice de manera adecuada la serie observada es menor. Esto sucede porque el modelo empieza a incorporar mayor información sobre el comportamiento reciente del IPVU, de tal manera que detectar un desalineamiento de

precios es más difícil, dado que el desajuste se incorpora en el pronóstico a través de los rezagos del IPVU que se incluyen. Por otro lado, es notable que los modelos que no incluyen el IPS tienen mayores errores de pronósticos promedio y el precio observado se sale del intervalo de pronóstico con mayor frecuencia que aquellos que integran el IPS.

Cuadro 5
Comparaciones de modelos con y sin IPS

Modelo	Comienzo del pronóstico	Número de pronósticos	Error de pronóstico promedio	Porcentaje de veces que se sale el IPVU observado del intervalo de pronóstico
SVAR con IPS	II-2006	20	15,2	30
SVAR con IPS	II-2007	16	8,6	13
SVAR con IPS	II-2008	12	1,7	0
SVAR sin IPS	II-2006	20	20,9	75
SVAR sin IPS	II-2007	16	14,5	44
SVAR sin IPS	II-2008	12	2,7	0

Estos resultados son muy interesantes desde el punto de vista de la política económica. En efecto, a diferencia de Colombia, lo sucedido en los países desarrollados en los últimos años sí fue la generación de un auge insostenible del mercado inmobiliario facilitado o estimulado por la alta disponibilidad de crédito y las bajas tasas de interés. Si en Estados Unidos, por ejemplo, esto hubiese sido evidente y anticipado, la reacción pertinente de las autoridades habría sido utilizar a profundidad los instrumentos de la política macrofinanciera para detener el alto crecimiento del crédito y, por esta vía, desestimular el auge inmobiliario. Lo que evidencia el ejercicio para Colombia es que los altos precios de la vivienda parecen estar respondiendo más al acelerado aumento de los precios del suelo que a la dinámica del crédito hipotecario, en un entorno de crecimiento dinámico de la demanda de los hogares por vivienda. De esta manera, la respuesta de la política debe orientarse a tomar las medidas necesarias para resolver la escasez del suelo urbanizable. Si bien prevenir crecimientos exuberantes del crédito hipotecario es deseable en cualquier economía, para el caso de Colombia la carga de las acciones no deben recaer, únicamente, en la política macrofinanciera. Urge que, a nivel nacional y local, las autoridades analicen las acciones encaminadas a aliviar los diferentes factores detrás de la escasez y altos precios de la tierra.

IV. ESTIMACIÓN DE UN MODELO ESTRUCTURAL PARA EL MERCADO DE LA VIVIENDA EN COLOMBIA

En esta sección se presentan los resultados de la estimación de un modelo econométrico estructural para el mercado de vivienda en Colombia. Estos modelos, que permiten conocer los determinantes de la oferta y la demanda, han sido utilizados de manera amplia (Kearl, 1979; Dougherty y Van Order, 1982; DiPasquale y Wheaton, 1994; McCarthy y Peach, 2002). El propósito que acá perseguimos es construir y estimar, a partir de estos estudios previos, un modelo estructural del mercado de vivienda para Colombia que complemente los ya existentes (Cárdenas y Badel, 2003; Clavijo *et al.*, 2005; López y Salamanca, 2009)¹⁷. En este texto seguimos la metodología propuesta por McCarthy y Peach (2002) y ampliamos los análisis previos en tanto identificamos no solamente los factores que afectan la demanda y la oferta a largo plazo, sino también los aspectos que producen movimientos de estas variables a corto plazo; es decir, los mecanismos de ajuste hacia el equilibrio.

A. MARCO TEÓRICO DEL MODELO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

El mercado de la vivienda, como cualquier otro mercado, se puede definir como la interacción entre los demandantes y oferentes de dicho bien. Por el lado de los demandantes, los cuales para este caso son los hogares, la vivienda provee un servicio de alojamiento sin importar si es propia o arrendada. Sin embargo, dado que este servicio es suministrado por un bien durable, es importante establecer la diferencia entre las decisiones de *stock* y flujo que toman los hogares. Cambios en los precios y el ingreso no necesariamente implican compras inmediatas adicionales de unidades de vivienda pero sí pueden llevar a que cambien su demanda por el servicio que esta presta. La vivienda, por tanto, tiene dos roles. Por un lado, desde esta perspectiva, las decisiones de compra y financiamiento se explican mejor con base en un modelo

¹⁷ El trabajo de Clavijo *et al.* (2005) analiza el comportamiento del índice de precios de la vivienda en Colombia durante el período 1984-2003. Encuentran que la demanda de vivienda es altamente elástica al ingreso de los hogares y sensible a la tasa de interés hipotecaria. Con respecto a la oferta, encuentran que los costos de construcción tienen un peso importante en la explicación de los precios finales de la vivienda. López y Salamanca (2009) evalúan el efecto sobre el consumo de los hogares producido por los cambios en el valor de sus viviendas a través de un modelo de equilibrio general estocástico y dinámico. Cárdenas y Badel (2003) analizan la importancia del incremento del *loan-to-value* de los créditos de vivienda sobre el inicio y desenlace de la crisis económica de 1999.

de elección de portafolio de inversión. Por otro lado, las decisiones de demanda de los servicios de vivienda son mejor explicadas por un modelo del comportamiento del consumidor¹⁸.

Desde la perspectiva de los oferentes, los constructores basan sus decisiones en el precio de la vivienda. Básicamente, si el precio aumenta, los inversionistas producen un aumento en el número de viviendas nuevas. La actividad de los constructores se puede identificar con la de una firma que produce bienes de capital.

Así pues, las cantidades y los precios en el mercado de vivienda surgen de la interacción de estos agentes en tres diferentes mercados: 1) el mercado de arrendamiento de vivienda; 2) el mercado de vivienda como un activo financiero y 3) el mercado de vivienda nueva. De la interacción del mercado de servicios de vivienda y del equilibrio en el mercado de vivienda como activo financiero surge la ecuación de demanda de largo plazo, llamada así porque son los hogares quienes participan en este mercado. Dado que los constructores no hacen parte de los dos primeros mercados, la ecuación de equilibrio que se deriva del mercado de vivienda nueva se llamará oferta de largo plazo. A continuación se presentan en detalle cada uno de estos mercados y se definen las ecuaciones de oferta y demanda de largo plazo.

B. MERCADO DE ARRENDAMIENTO DE VIVIENDA

Como se mencionó anteriormente, las decisiones que toman los hogares sobre cuánto consumir de este servicio pueden ser vistas de manera más adecuada desde la teoría del consumidor. Se puede pensar que el mercado de arrendamientos es el que provee este servicio a los hogares. Para este trabajo se asumirá que los hogares que viven en casa propia se arriendan a sí mismos y, por lo tanto, hay un precio para este servicio. Se dirá que un precio de arrendamiento (R) es de equilibrio si es aquel para el cual las cantidades ofertadas igualan a las cantidades demandadas¹⁹.

En este mercado, la oferta de servicios de vivienda proviene de los hogares que poseen propiedades para habitar y está determinada por el *stock* de estos inmuebles

¹⁸ Esta sección sigue muy de cerca a Kearn (1979).

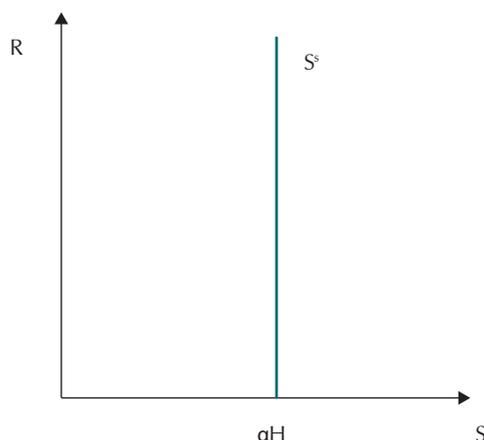
¹⁹ En este trabajo se supone que la vivienda es un bien homogéneo, es decir, que todas poseen las mismas características.

en un momento dado del tiempo. Si se sigue a Kearl (1979) y Muellbauer y Murphy (1997), se puede suponer que la oferta de servicios de vivienda (S^s) es una proporción fija (α) del *stock* de vivienda (H); es decir, se puede representar como:

$$S^s = \alpha H \tag{2}$$

El *stock* de vivienda se asume fijo, dado su bajo ritmo de crecimiento (3-5% anual) y en virtud a la baja elasticidad de la oferta al precio. Como la oferta de servicios de vivienda depende del *stock*, entonces esta también es fija a cualquier nivel de precios R de este mercado (Gráfico 8).

Gráfico 8
 Oferta de servicios de vivienda



Fuente: los autores.

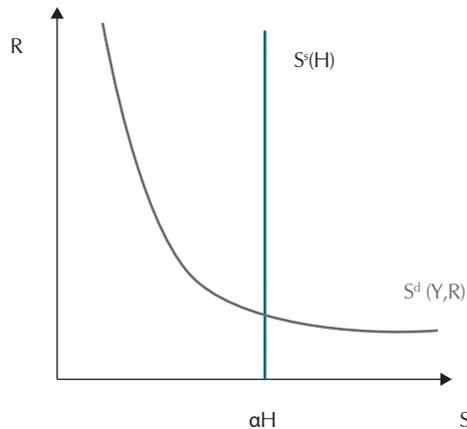
La demanda por arrendamiento de vivienda depende de manera positiva del ingreso de los hogares (Y) y de manera negativa del precio de adquirir dicho servicio (R); el cual puede ser deducida de la maximización de utilidad (Dougherty y Van Order, 1982). La ecuación que representa la demanda por servicios de vivienda es la siguiente:

$$S^d = S\left(\underset{+}{Y}, \underset{-}{R}\right) \tag{3}$$

La demanda de servicios de vivienda S^d depende de forma negativa del precio de los mismos R . En equilibrio, las cantidades demandadas y ofertadas de arrendamiento de vivienda deben ser iguales ($S^s = S^d$). Dados los supuestos adoptados, en equilibrio

la oferta determina las cantidades mientras que la demanda determina el precio del servicio (Gráfico 9).

Gráfico 9
Equilibrio en el mercado de servicios de vivienda



Fuente: los autores.

C. DEMANDA DE VIVIENDA COMO UN ACTIVO FINANCIERO

La vivienda también puede ser vista como un activo financiero dada su naturaleza de bien durable, lo cual permite que los hogares transfieran riqueza de un período a otro. Al respecto, los hogares no solamente toman decisiones sobre cuánto consumir de servicios de vivienda, sino que además deciden qué proporción de su riqueza invertir en vivienda basándose en su retorno relativo al de otros activos como bonos o acciones.

Para el cálculo del retorno de la vivienda es preciso estimar cualquier costo en el que se incurra por poseerla, comúnmente llamado costo de uso. Ahora bien, dentro del cálculo del costo de uso se incluye el costo de oportunidad de no haber invertido en un activo alternativo, el mantenimiento, los impuestos (por ejemplo, el predial) y las posibles pérdidas (o ganancias) por la desvalorización (valorización) de este activo. Siguiendo a Poterba (1992), se supone que este costo asociado es una proporción del precio de la vivienda:

$$\text{Costo de uso} = P^*(i + \tau + f - \pi) \quad (4)$$

donde i es la tasa de interés que se obtendría al invertir en un activo alternativo, P es el precio de la vivienda, τ es la tasa de impuesto predial, f es la tasa de depreciación y mantenimiento de la vivienda y π es la ganancia (o pérdida) esperada del activo.

En equilibrio, el precio de la vivienda (P) se ajusta de tal manera que un hogar no cambia la cantidad de vivienda que posee en su portafolio. Ello sucede cuando el ingreso esperado por arrendar la vivienda (R) se iguala al costo esperado de poseerla (costo de uso), lo cual sucede cuando:

$$R = P^*(i + \tau + f - \pi) = PU \quad (5)$$

Alternativamente, se espera que en equilibrio el precio real de la vivienda (P) se ajuste de tal manera que los retornos de las inversiones en vivienda se igualen a los de otros activos²⁰. Esto quiere decir que en equilibrio el precio de la vivienda debería igualarse a:

$$P = \frac{R}{(i + \tau + f - \pi)} \quad (6)$$

D. LA ECUACIÓN DE DEMANDA DE LARGO PLAZO: LOS MERCADOS DE ARRENDAMIENTO DE VIVIENDA Y DE VIVIENDA COMO ACTIVO FINANCIERO

Resulta necesario presentar un marco unificado que represente el comportamiento de los hogares, tanto en sus decisiones de consumo de vivienda como en la elección de portafolio. Si se reemplaza la ecuación (5) en la ecuación de demanda de servicios de vivienda (3), el equilibrio en el mercado de servicios de vivienda se puede representar en términos del precio de la vivienda (P) y el costo de uso (U).

$$S^s(H) = S^d(P, Y, U)$$

Despejando para P se tiene que²¹

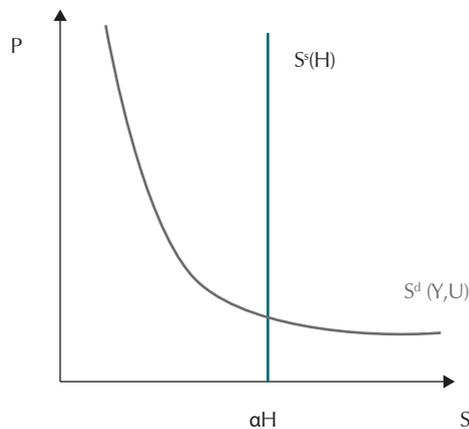
²⁰ Dado que R está determinado en el mercado de servicios de vivienda (ecuaciones (2) y (3)) y suponiendo que bajo condiciones competitivas el costo de uso se determina por fuera del sector de vivienda (Kearl, 1979).

²¹ Gracias al teorema de la función implícita.

$$P=f(H,Y,U) \tag{7}$$

En el Gráfico 10 se muestra el equilibrio entre oferta y demanda de arrendamientos de vivienda pero teniendo en cuenta el precio de la vivienda (P) como variable endógena y el costo de uso (U) como variable determinante de la demanda. En sentido estricto, esta gráfica no presenta el equilibrio en el mercado de arrendamientos únicamente, ya que también presenta las decisiones de portafolio que los hogares toman y que hacen que el precio de la vivienda sea de equilibrio. Este gráfico es muy importante porque presenta de manera simultánea las decisiones de consumo de servicios y de portafolio de los hogares. La ecuación (7) es llamada ecuación de demanda de largo plazo por cuanto resume las decisiones de los hogares en estos dos roles de la vivienda.

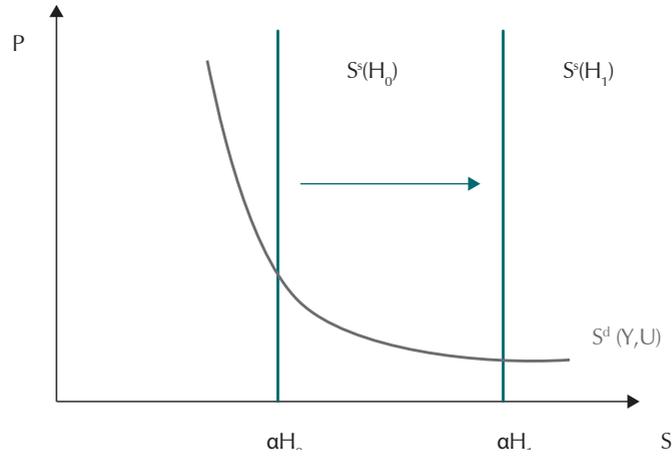
Gráfico 10
Equilibrio en el mercado de servicios de vivienda



Fuente: los autores.

Con el fin de entender las especificaciones econométricas presentadas más adelante, en particular los signos de las variables exógenas, resulta útil mostrar algunos ejercicios de estática comparativa partiendo del anterior gráfico. En primer lugar, un aumento del *stock* de vivienda hace que la curva de oferta se desplace hacia la derecha, con lo cual se genera una disminución en el precio (Gráfico 11).

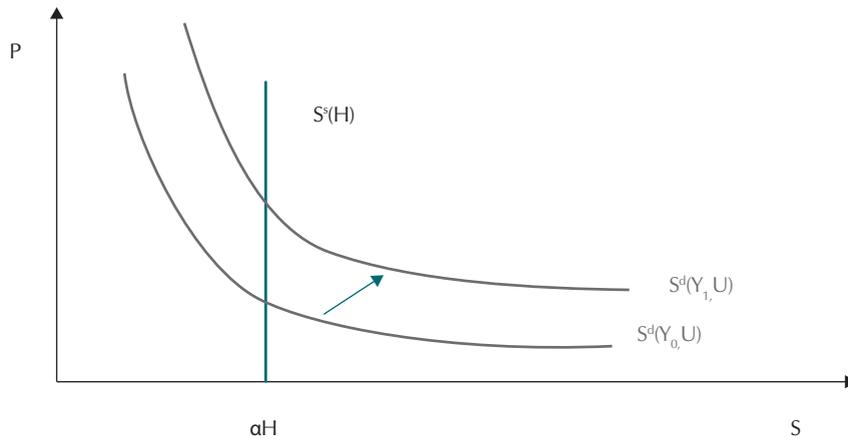
Gráfico 11
Efecto de un aumento del stock de vivienda



Fuente: los autores.

Por otro lado, un aumento en el ingreso de los hogares desplaza la curva de demanda hacia afuera. Como la oferta es fija, debido a que el *stock* de vivienda también es fijo, este movimiento se refleja en un aumento de los precios (Gráfico 12).

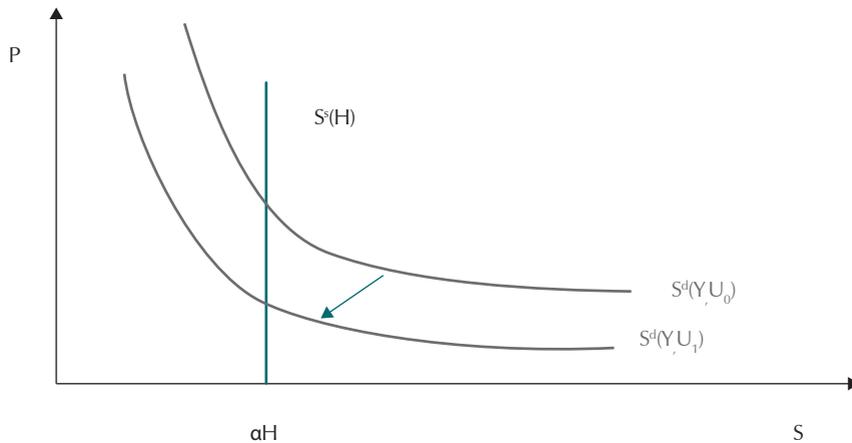
Gráfico 12
Efecto de un aumento del ingreso



Fuente: los autores.

Asimismo, un aumento del costo de uso de la vivienda lleva a un desplazamiento de la curva de demanda hacia adentro y, dado que la oferta de vivienda es fija, los precios de equilibrio disminuyen (Gráfico 13).

Gráfico 13
Efecto de un aumento del costo de uso



Fuente: los autores.

E. MERCADO DE VIVIENDAS NUEVAS

En el mercado de viviendas nuevas se transan las nuevas unidades que ofrecen los constructores y que son compradas por los hogares. En el modelo se entiende que la actividad constructora es considerada como la inversión (I) que aumenta el *stock* de vivienda (H). Se supone que la actividad constructora (I) no incide sobre el precio de esta, pues tiene un impacto muy pequeño sobre el *stock* de vivienda en el corto plazo²². Por lo tanto, el precio puede ser tomado como fijo (\bar{P}) para cualquier nivel dado de inversión. Esto se puede entender como una demanda perfectamente elástica en este mercado (Kearl, 1979).

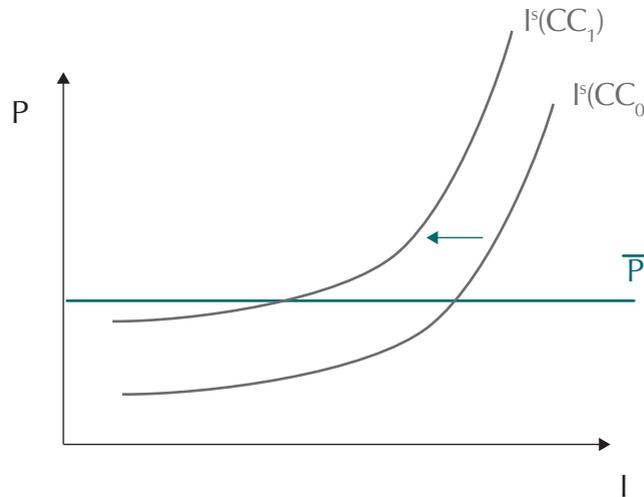
²² Para facilitar la presentación del modelo, se supone que la inversión en vivienda no genera cambios en el precio real de esta. Sin embargo, este supuesto se relaja en la estimación econométrica.

Por otro lado, la oferta de vivienda nueva (I) depende de forma negativa de los costos de construcción (CC) y el precio del suelo (PL) y de manera positiva del precio real de la vivienda (P):

$$I = I(\underset{+}{P}, \underset{-}{CC}, \underset{-}{PL}) \quad (8)$$

En equilibrio en el mercado de viviendas nuevas, los constructores ofrecen una cantidad fija $I = I(\bar{P}, CC, PL)$ de vivienda, dado el precio de equilibrio \bar{P} (Gráfico 14). Ahora bien, cuando hay un aumento de los costos de construcción (o del precio del suelo), la inversión en vivienda cae mientras que el precio de la vivienda se mantiene constante (Gráfico 14).

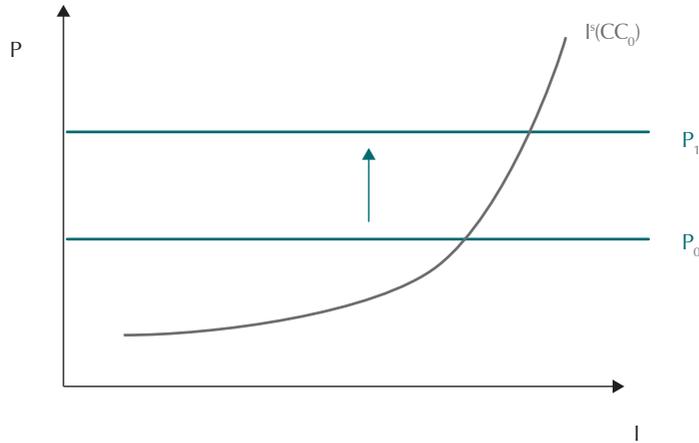
Gráfico 14
Equilibrio en el mercado de viviendas nuevas cuando hay un aumento de los costos de construcción



Fuente: los autores.

Por otra parte, cuando hay un incremento en el precio de la vivienda, los constructores aumentan sus inversiones (Gráfico 15).

Gráfico 15
Efecto en la inversión cuando hay aumentos en precios de la vivienda



Fuente: los autores.

F. MODELO ECONOMÉTRICO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA PARA EL CASO COLOMBIANO

Con los elementos teóricos recién expuestos y basándonos en el modelo econométrico propuesto por McCarthy y Peach (2002), se presentan a continuación las especificaciones de las ecuaciones de oferta y demanda de vivienda de largo plazo para el caso de Colombia. La demanda por vivienda, representada teóricamente a través de la ecuación (7), se puede expresar econométricamente de la siguiente manera:

$$p_t^{d*} = \alpha_1 h_t + \alpha_2 y_t + \alpha_3 u_t + \varphi_t \quad (9)$$

Donde p_t^{d*} es el precio de demanda de largo plazo, h_t el *stock* de vivienda, y_t el ingreso permanente de los hogares, aproximado en la mayoría de estudios empíricos previos por el consumo de bienes durables y de servicios, u_t el costo de uso de la vivienda y φ_t el término de error²³. De acuerdo con lo presentado en la sección anterior, se espera que : $\alpha_1 < 0$, $\alpha_2 > 0$ y $\alpha_3 < 0$.

23 Las variables de las ecuaciones de oferta y demanda de largo plazo están expresadas en logaritmos. Por otro lado, las propiedades del término de error, φ_t , son : normalidad, no correlación serial y comportamiento homocedástico. Estas propiedades del término de error aplican, igualmente, para el término de error de la ecuación (10), ρ_t .

Desde la perspectiva de la oferta, la ecuación (8) se puede estimar utilizando la econometría a través de la siguiente especificación²⁴:

$$p_t^s = \gamma_1 ti_t + \gamma_2 cc_t + \gamma_3 p_t^l + \rho_t \quad (10)$$

Donde p_t^s es el precio de oferta de largo plazo, ti_t la tasa de inversión, cc_t los costos de construcción, p_t^l el precio del suelo y ρ_t el término de error. De acuerdo con lo expuesto en la sección teórica, se espera que $\gamma_1 > 0$, $\gamma_2 > 0$ y $\gamma_3 > 0$. Es relevante anotar que la forma propuesta por McCarty y Peach (2002) no incluye como variable independiente o explicativa el precio del suelo. Es probable que para los autores esta variable esté contenida en los costos de construcción. Como en el caso colombiano la información de costos no incluye el precio del suelo, este último se adicionó por aparte, esperando que tenga el mismo signo que los costos.

Una vez estimados los precios de largo plazo en las ecuaciones (9) y (10), se procedió a estimar la dinámica de corto plazo del modelo, bajo la idea de que el mercado de vivienda se ajusta lentamente hacia el equilibrio. En la estimación econométrica, la dinámica de corto plazo se obtuvo con base en la estimación de un modelo de corrección de errores en donde el error de cointegración es aquel obtenido en la estimación de largo plazo. Este error no es otra cosa que la diferencia entre el precio de la vivienda observado en cada momento del tiempo y el precio de largo plazo que sugiere la estimación.

En el corto plazo, la demanda tiene la siguiente forma funcional:

$$\Delta p_t = \lambda_d (p_{t-1} - p_{t-1}^{d*}) + \beta_0 + \beta_1 \Delta y_t + \beta_2 \Delta u_t + \beta_3 \Delta w_t + \beta_4 \Delta p_t^r + \varepsilon_t \quad (11)$$

Donde $p_{t-1} - p_{t-1}^{d*}$ es el diferencial entre el precio corriente y el precio de largo plazo, o lo que es lo mismo, el error de la ecuación de la demanda de vivienda de largo plazo,

²⁴ La ecuación (8) muestra la oferta de vivienda nueva en función de los precios de la vivienda, los costos de construcción y el precio del suelo. De esta ecuación se pueden representar los precios de la vivienda nueva ofrecida en función de las cantidades, los costos de construcción y los precios del suelo a través de la siguiente ecuación (y por medio del teorema de la función implícita):

$$P = g(I, CC, PL)$$

w_t la riqueza financiera del hogar, P_t^r el precio del arriendo, Δ la primera diferencia y ε_t el término de error²⁵. Se espera que $\lambda_d < 0$, $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, $\beta_3 > 0$ y $\beta_4 > 0$.

Por el lado de la oferta, la ecuación de ajuste de corto plazo es la siguiente:

$$\Delta n_t = \lambda_s (p_{t-1} - p_{t-1}^{s*}) + \theta_0 + \theta_1 \Delta p_t + \theta_2 \Delta cc_t + \theta_3 r_t + \theta_4 \Delta p_t^l + v_t \quad (12)$$

Donde $p_{t-1} - p_{t-1}^{s*}$ es el diferencial entre el precio corriente y el precio de largo plazo de la oferta de vivienda de largo plazo, r_t la tasa de interés de corto plazo real, P_t^l el precio del suelo, q_{t-1} la proporción de unidades de vivienda no vendidas en el período anterior y v_t el término de error. Se espera que $\lambda_s > 0$, $\theta_1 > 0$, $\theta_2 < 0$, $\theta_3 < 0$ y $\theta_4 < 0$. Es importante resaltar que en (12) la variable independiente es la tasa de inversión de vivienda nueva y no los precios de las mismas. La idea de incluir esta variable es mirar cómo los constructores reaccionan (vía inversión) ante desalineamientos en precios y en otras variables. Con respecto al desalineamiento en los precios, se espera que cuando los observados de la vivienda estén por encima de su fundamental, a corto plazo los constructores tomen la decisión de aumentar sus inversiones.

G. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN

Las ecuaciones (9) y (10) son estimadas a través de la metodología de Johansen la cual permite conocer el número de relaciones de cointegración de un conjunto de variables y la relación entre ellas. La teoría sugiere que dentro de las siete variables contempladas en las ecuaciones de largo plazo ((9) y (10)) deben existir, al menos, dos relaciones de cointegración. Cuando se encuentra el número de relaciones de cointegración, se estiman dichas relaciones a través de un VEC, en una estimación simultánea. En este caso, como se sabe que existen al menos dos relaciones, en la ecuación de demanda se restringen a cero aquellos coeficientes de las variables asociadas a la oferta y en la ecuación de oferta se restringen a cero los coeficientes que afectan únicamente a la demanda. Por último, las ecuaciones (11) y (12) se estiman a través del método de ecuaciones simultáneas. Ello permite eliminar el problema de endogeneidad generado a su vez por la simultaneidad en la determinación de las variables.

²⁵ Las propiedades del término de error, ε_t son: normalidad, no correlación serial y no comportamiento homocedástico. Igualmente, estas propiedades aplican para el término de error de la ecuación (12), v_t .

H. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES ECONOMÉTRICAS

Antes de mostrar los resultados de las estimaciones, en el Anexo 5, se detalla la metodología de construcción y la evolución de las variables tanto para el modelo de largo como de corto plazo. Igualmente, antes de estimar el modelo es importante conocer el orden de integración de las variables que se incluyen en las ecuaciones de largo plazo. Como se puede ver en el Cuadro 6, todas las variables contienen una raíz unitaria, exceptuando los costos de construcción cuya serie resulta estacionaria. La prueba de raíz unitaria se calculó para el período comprendido entre el primer trimestre de 1997 y el cuarto trimestre de 2010.

Cuadro 6
 Pruebas de Dickey-Fuller aumentada para las variables de largo plazo
 (1997Q1:2010Q4)

Variable	Especificación	Valor del estadístico
Precio de la vivienda	Constante, 5 rezagos	0,2146
Stock de vivienda	Constante, 1 rezago	0,4564
Ingreso disponible	Constante, 3 rezagos	0,9967
Costo de uso de la vivienda	Constante, 0 rezagos	0,1667
Tasa de inversión	Constante, 6 rezagos	0,3735
Costos de construcción	Constante, 4 rezagos	0,0082***
Precio del suelo	Constante, 4 rezagos	0,1559

Fuente: Cálculos propios. Notas: Niveles de significancia: *10%, **5%, ***1%

La prueba de la traza de Johansen sugiere que existen 4 relaciones de cointegración entre dichas variables²⁶ (Cuadro 7). Como se mencionó anteriormente, para poder estimar el modelo econométrico se necesitan al menos dos relaciones de cointegración.

En la ecuación de demanda el precio de vivienda de largo plazo depende de manera negativa del *stock* y del costo de uso de la vivienda (Cuadro 8). Sin embargo, solo el *stock* de vivienda es significativo al 1%. El ingreso de los hogares afecta significativa y positivamente el precio.

²⁶ Es importante notar que a partir de cuatro relaciones no se rechaza la hipótesis nula; el valor de la estadística de la traza es menor que el valor crítico al 5% de significancia.

Cuadro 7
Prueba de cointegración de la traza

Hipótesis nula # VC	Valor propio	Estadística de la traza	Valor crítico al 5%	Prob.**
Ninguna *	0,570648	138,5046	83,93712	0,0000
Máximo 1 *	0,403215	85,23954	60,06141	0,0001
Máximo 2 *	0,331937	52,71905	40,17493	0,0018
Máximo 3 *	0,253079	27,30660	24,27596	0,0201
Máximo 4	0,122296	8,923486	12,32090	0,1736
Máximo 5	0,011134	0,705373	4,129906	0,4599

Fuente: Cálculos propios. Notas: Niveles de significancia: *10%, **5%, ***1%.

El factor más importante en la explicación de los precios es el ingreso de los hogares. Por cada punto porcentual de aumento en el ingreso los precios aumentan en cerca de 3,5%. El costo de uso es importante en la explicación de los precios; el coeficiente es de solo 0,29 y es significativo. Por otro lado, el signo del coeficiente del *stock* de vivienda es el esperado; el valor mayor a uno sugiere que la demanda es inelástica con respecto al precio²⁷ y la elasticidad precio de la demanda es de 0,28.

Cuadro 8
Estimaciones de las ecuaciones de oferta y demanda de largo plazo

Variable	Demanda	Oferta
Stock de vivienda	-3,518581*** (0,24002)	-
Ingreso disponible	3,500417*** (0,33870)	-
Costo de uso de la vivienda	-0.290269*** (0.02849)	-
Tasa de inversión	-	1,144805*** (0,09693)
Costos de construcción	-	3,277682*** (0,32101)
Precio del suelo	-	1,900918*** (0,06445)

Fuente: Cálculos propios.

Nota: Todas las variables están en logaritmos para el período 1997Q1-2010Q4. Se estimó a través de la metodología de series de tiempo VEC con tres rezagos y sin constante. En el Anexo 6 se presentan las pruebas de raíz unitaria de los residuales de las dos relaciones de cointegración. Niveles de significancia: *10%, **5%, ***1%. Desviaciones estándar en paréntesis.

²⁷ En la ecuación (9) si el coeficiente del *stock* de la vivienda es mayor a uno en valor absoluto implica que la demanda es inelástica debido a que este coeficiente es el inverso a la elasticidad precio de la demanda. La elasticidad precio de la demanda es el cambio porcentual de la demanda ante un cambio en 1% del precio.

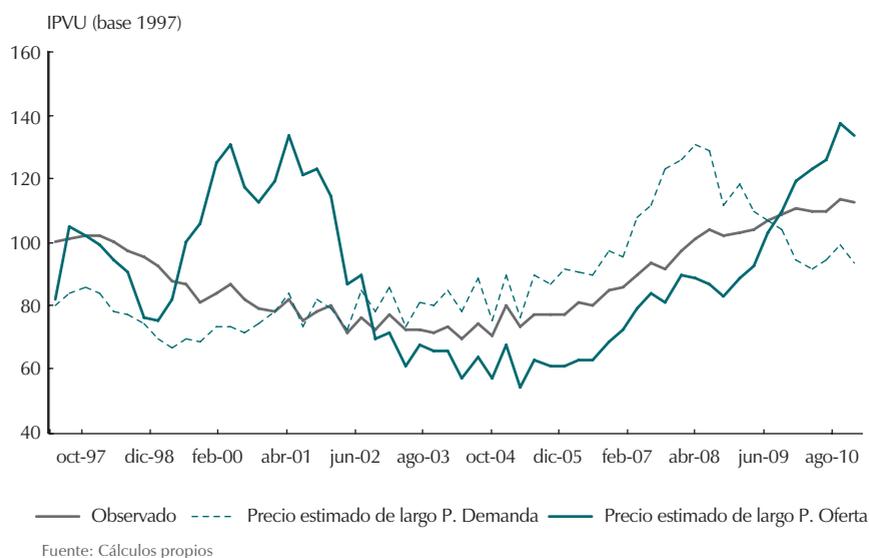
Por el lado de la oferta se observa que todas las variables son positivas (como se esperaba) y significativas al 1%. Es importante anotar que las variables que más inciden sobre el precio de la vivienda, por el lado de la oferta, son las variables que capturan el precio de las materias primas que sirven como insumo para la construcción de ella. Por ejemplo, los valores de los coeficientes de las variables de costos de construcción y precio del suelo son positivos, elevados y significativos (3,2 y 1,9 respectivamente).

En el Gráfico 16 se presentan las estimaciones de los precios de largo plazo versus el observado del IPVU, en ambos casos, en índices. Se observa que para junio de 2009 los precios de oferta y demanda de largo plazo se encontraban cerca del equilibrio con respecto a los precios observados. A partir de este trimestre, los precios estimados se alejan de los observados. Por el lado de la demanda, el precio observado se mantiene por encima de su fundamental, lo cual obedece al efecto del aumento del costo de uso de la vivienda²⁸ y a la moderación del crecimiento en los ingresos de los hogares desde finales de 2007. En cuanto a la oferta, dados los determinantes de largo plazo, el precio observado está por debajo del estimado. El aumento en los precios de largo plazo de la oferta, seguramente, obedece al incremento en los precios del suelo.

Siguiendo con el modelo teórico propuesto, las diferencias entre los precios estimados de demanda y de oferta de largo plazo a partir de junio de 2009 se deben, por el lado de la oferta, a que los constructores han cargado los incrementos del precio del suelo al precio de la vivienda; por el lado de la demanda, a que los hogares han tenido menores expectativas de valorización, lo cual aumenta el costo de uso de poseer una vivienda. Testimonio de ello es el hecho de que el valor del arrendamiento como porcentaje del valor de la vivienda haya caído. Esto se puede explicar siguiendo la ecuación (6), cuando el costo de uso de la vivienda aumenta se espera que los precios se ajusten a la baja en términos del valor de arrendamiento. En Colombia la razón entre el valor del arrendamiento como porcentaje del valor de la vivienda ha sido de 0,6% como promedio histórico, esto justifica que en el futuro los precios caigan debido a que esta razón es de 0,4% actualmente (Gráfico 14).

²⁸ El costo de uso cayó en este período debido, principalmente, a la baja que tuvieron las expectativas de valorización de la vivienda.

Gráfico 16
Precios estimados de demanda y oferta vs. Precio observado (IPVU)



En la demanda de corto plazo, solo la riqueza financiera parece tener un impacto positivo y significativo (al 10%). El factor de ajuste es significativo y negativo; cuando en un período determinado el precio corriente está por encima del precio fundamental en una unidad, este se ajusta en 0,17 unidades en el siguiente período (Cuadro 9 columna (1)). Vale la pena mencionar que se hizo una estimación adicional incluyendo como variable independiente los flujos de capital, la cual recoge posibles efectos de estos sobre los precios de la vivienda²⁹. Los resultados sugieren que la inclusión de esta variable mejora los resultados econométricos pues, en este caso, la demanda se ve afectada de manera positiva por el ingreso de los hogares, la riqueza financiera y el precio de los arrendamientos, donde todas las variables son significativas al 10%.

²⁹ Se utilizó la primera diferencia de los flujos de inversión directa en construcción con respecto al PIB para el período 1997-2010 cuya fuente es el Banco de la República.

Cuadro 9
 Estimaciones de las ecuaciones de demanda de corto plazo

Variable	Δp_t (1)	Δp_t (2)
Dif. precio de la vivienda rezagada ($p_{t-1} - p_{t-1}^{d*}$)	-0,1730* (0,1013)	-0,2220** (0,0955)
Dif. precio de la vivienda rezagada ($p_{t-2} - p_{t-2}^{d*}$)	0,1336 (0,1281)	0,110 (0,119)
Dif. precio de la vivienda rezagada ($p_{t-3} - p_{t-3}^{d*}$)	0,0391 (0,1008)	0,0853 (0,0947)
Dif. ingreso disponible	0,8416 (0,6896)	1,184* (0,676)
Dif. costo de uso de la vivienda	-0,0538 (0,0405)	-0,0430 (0,0376)
Dif. riqueza financiera	0,2058* (0,1176)	0,207* (0,111)
Dif. precios de arrendamiento	0,8566 (0,5999)	0,959* (0,560)
Dif. flujos de construcción	-	15,35** (6,595)
R^2	0,19	0,20

Fuente: Cálculos propios.

Nota: todas las variables son la primera diferencia de los logaritmos para el período 1997Q1-2010Q4 exceptuando los flujos de construcción que están como porcentaje del PIB. Se estimó a través del método de ecuaciones simultáneas.

Niveles de significancia: *10%, **5%, ***1%. Desviaciones estándar en paréntesis.

El error o elemento de ajuste resulta con el signo esperado y significativo en la ecuación de oferta de corto plazo, en el segundo rezago (Cuadro 10). Ello sugiere que cuando los precios están por encima de sus fundamentales, los constructores ven una oportunidad para invertir en el sector (dos trimestres adelante). Por otro lado, el precio del suelo y los costos financieros (tasa de interés) juegan un papel importante en la medida en que un aumento en dichas variables generan una caída en la tasa de inversión. Adicionalmente, cuando se incluye la variable de flujos de inversión, su coeficiente no es estadísticamente diferente de cero y los resultados son robustos para las demás variables.

Cuadro 10
Estimaciones de la ecuación de oferta de corto plazo

Variable	Δt_i (1)	Δt_i (2)
Dif. precio de la vivienda rezagada ($p_{t-1} - p_{t-1}^*$)	-0,0027*** (0,0008)	-0,00273*** (0,0007)
Dif. precio de la vivienda rezagada ($p_{t-2} - p_{t-2}^*$)	0,0031*** (0,0007)	0,00319*** (0,0007)
Dif. costos de construcción	0,0067 (0,0051)	0,00585 (0,0050)
Dif. precios de vivienda	-0,0040 (0,0041)	-0,00438 (0,0037)
Tasa de interés CDT	-0,0063*** (0,0014)	-0,00616*** (0,0014)
Dif. precio del suelo	-0,0126* (0,0065)	-0,0118* (0,0062)
Dif. flujos de construcción	-	0,00930 (0,0776)
Constante	0,0008*** (0,0001)	0,000813*** (0,0001)
R ²	0,40	0,41

Fuente: Cálculos propios.

Nota: todas las variables son la primera diferencia de los logaritmos para el período 1997Q1-2010Q4 exceptuando los flujos de construcción que están como porcentaje del PIB y la tasa de interés real. Se estimó a través del método de ecuaciones simultáneas. Niveles de significancia: *10%, **5%, ***1%. Desviaciones estándar en paréntesis.

V. CONCLUSIONES

El presente documento analiza el comportamiento reciente de los precios de la vivienda en Colombia y busca dar luces sobre si hay un desalineamiento frente a los fundamentales que los determinan.

Indicadores como el precio en dólares de la vivienda, la razón entre los precios de la vivienda y los costos de construcción, y la razón entre el precio promedio de la vivienda y el valor promedio de un arrendamiento, se encuentran en niveles similares a los observados en la segunda mitad de los años noventa y en algunos casos alcanzan máximos históricos.

Otros indicadores muestran una dinámica diferente. En particular, la relación entre el índice de precios de la vivienda y el índice de precios del suelo muestra una tendencia decreciente, lo que implica que el precio del suelo está creciendo a un mayor ritmo que el de la vivienda. Por su parte, si bien la relación entre el precio promedio de

una vivienda y el ingreso disponible promedio del hogar ha venido creciendo desde finales del 2005, se encuentra en niveles inferiores a los observados en la segunda mitad de la década de los años noventa.

Proyecciones dentro de la muestra, a partir de un ejercicio econométrico donde se usó un modelo VAR, permiten concluir que en la actualidad el precio de la vivienda si bien es elevado, es predecible a partir de sus determinantes fundamentales. Desde esa perspectiva, no es correcto afirmar que se trata de un precio, fundamentalmente, desalineado. En cambio, si el ejercicio se repite y se deja por fuera de consideración el precio del suelo, la conclusión a la que se llega es que el precio de la vivienda está por encima de lo que predicen sus demás fundamentales de manera significativa. Los resultados del modelo estructural de oferta y demanda son coherentes con los del modelo VAR y sugieren que cualquier desalineamiento del precio de la vivienda respecto de sus fundamentales se asocia con niveles históricamente altos del precio del suelo.

En los diferentes ejercicios llevados a cabo se evidencia que una de las variables más importantes en la explicación del aumento en el precio de la vivienda es el incremento desmesurado del precio del suelo en los últimos años. Este incremento puede estar reflejando escasez de tierra urbanizable acondicionada para tal fin (por ejemplo, con adecuada cobertura de servicios públicos), fuertes restricciones en el uso del suelo por parte de las autoridades locales o un fenómeno especulativo. Siendo ello así y dado que Colombia presenta un importante déficit habitacional, especialmente en los segmentos de menores ingresos, cualquier política orientada al deseable propósito social de reducir dicho déficit puede encontrar fuertes restricciones. En este sentido, la política de vivienda debe diseñarse de manera cuidadosa, pues las medidas para incrementar la elasticidad de la oferta deben darse en aquellos segmentos en donde se necesita. Así se reducen los riesgos de sobreconstrucción en aquellos segmentos en los que la demanda está adecuadamente satisfecha. Sobreconstruir en estos segmentos puede, eventualmente, conducir a mayores y más prolongadas caídas del precio de la vivienda. Si no se comienza a estudiar este tema y no se diseñan medidas al respecto a corto plazo la carga de prevenir un auge insostenible en los precios de la vivienda recaería inevitable e infortunadamente en la política macrofinanciera.

REFERENCIAS

1. Arbeláez, M. A.; Steiner, R.; Becerra A.; Wills, D. "Housing Tenure and Housing Demand in Colombia", *IDB Working paper*, núm. 253, IABD, 2011.
2. Boot, J. C. G.; Feibes, W.; Lisman, J. H. C. "Further Methods of Derivation of Quarterly Figures from Annual Data", *Applied Statistics*, vol. 16, núm. 1, 1967.
3. Bry, G.; Boschan, C. *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs*, New York, National Bureau of Economic Research, 1971.
4. Caicedo, S.; Morales, M. A.; Pérez, D. "Un Análisis de sobrevaloración en el mercado de la vivienda en Colombia", *Reporte de Estabilidad Financiera Septiembre*, 2010.
5. Cardenas, M.; Badel, A. "La crisis de financiamiento hipotecario en Colombia: Causas y consecuencias," *Research Department Publications 4355*, Inter-American Development Bank, Research Department, 2003.
6. Clavijo, S.; Janna, M.; Muñoz, S. "La Vivienda en Colombia: Sus Determinantes Socio-Económicos y Financieros", *Borradores de Economía*, núm. 300, Banco de la Republica de Colombia, 2005.
7. Crowe, Ch.; Dell'Ariccia, G.; Igan, D.; Rabanal, P. "How to deal with real estate booms: lessons from country experiences," *IMF Working Paper*, núm. 11/91, 2011.
8. Cubeddu, L.; Tovar, C.; y Tsounta, E. "Latin America: Vulnerabilities Under Construction?", *IMF Working Paper*, núm. 12/193, 2012.
9. DiPasquale, D.; Wheaton C. "Housing Market Dynamics and the Future of Housing Prices ", *Journal of Urban Economics*, vol. 35, núm. 1, pp. 1-27, 1994.
10. Dougherty, A; Van Order, R. "Inflation, housing costs and the consumer price index", *American Economic Review*, vol. 72, núm. 1, pp. 154-174, 1982.
11. Efron B.; Tibshirani, R. J. "An Introduction to the Bootstrap". Chapman & Hall, New York, 1993.
12. Escobar, J.; Huertas, C.; Mora, A.; Romero, J. "Índice de precios de la vivienda usada en Colombia". *Borradores de Economía*, núm. 368, Banco de la República, 2005.
13. Glaeser, E.; Gyourko, J.; Saiz, A. "Housing Supply and Housing Bubbles," *NBER Working Papers* 14193, National Bureau of Economic Research, 2008.
14. Joshi, H. "Identifying Asset Price Bubbles in the Housing Market in India: Preliminary Evidence," *RBI Occasional Paper*, vol. 27, núm. 1, pp. 73-88, 2006.
15. Harding, D.; Pagan, A. "Dissecting the Cycle: a Methodological Investigation", *Journal of Monetary Economics*, vol. 49, núm. 2, pp. 365-381, 2002.
16. Harberger, A. "La tasa de rendimiento del capital en Colombia", *Revista de Planeación y Desarrollo*, vol. 1, núm. 3, octubre de 1969.
17. Kearl, J. R. "Inflation, Mortgages, and Housing", *Journal of Political Economy*, vol. 87, núm. 5, pp. 15-38, 1979.
18. López, E.; Salamanca, A. "El efecto riqueza de la vivienda en Colombia", *Borradores de Economía*, núm. 551, Banco de la Republica de Colombia, 2009.
19. Lütkepohl, H. "New Introduction to Multiple Time Series Analysis". Springer-Verlag, New York, 2005.
20. McCarthy, J.; Peach, R. W. "Monetary Policy Transmission to Residential Investment", *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, mayo de 2002.
21. McCarthy, J.; Peach, R. W. "Are Home Prices the Next Bubble?", *FRBNY Economic Policy Review*, diciembre de 2004.

22. Mendieta, J. C.; Perdomo, J. “Especificación y estimación de un modelo de precios hedónico espacial para evaluar el impacto de Transmisión sobre el valor de la propiedad en Bogotá”, *Documento CEDE*, núm. 22, pp. 07-10, 2007.
23. Muellbauer, J.; Murphy, A. “Booms and Busts in the UK Housing Market”, *The Economic Journal*, vol. 107, núm. 445, pp. 1701-1727, noviembre 1997.
24. Poterba, J. M. “Taxation and Housing: Old Questions, New Answers”, *The American Economic Review*, vol. 82, núm. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Fourth Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 237-242, 1992.
25. Tribin, A. M. “Tasa de Rendimiento de capital de Colombia para el período entre 1990 y 2001”, Borradores de Economía, núm. 398. Banco de la República, Bogotá, 2006.
26. Woodford, M. “Inflation Targeting and Financial Stability” *Sveriges Riskbank Economic Review*, Columbia University, 2012.

ANEXOS

ANEXO 1

CONSTRUCCIÓN DE LA SERIE DE PRECIOS DE LA VIVIENDA Y EL VALOR DE ARRENDAMIENTO EN COLOMBIA

Infelizmente, en Colombia se tiene información sobre índices de precios de vivienda más no sobre niveles de precios. En razón a ello, para el análisis de estos indicadores de accesibilidad se requiere de la construcción de las diferentes series en niveles, a partir de los índices. En particular, se requiere aproximarse al precio de la vivienda promedio (por ejemplo, en pesos por unidad o por metro cuadrado), al valor del arrendamiento y al valor del ingreso disponible de un hogar. Bajo ciertos supuestos, en esta sección aproximaremos estos niveles a partir de la información de los índices. Específicamente, la aproximación consiste en determinar el nivel de estas variables para un determinado momento del tiempo y luego aplicar la variación de los índices para obtener las series.

Para calcular el precio promedio de la vivienda en un momento dado del tiempo se utilizó la información que fue suministrada por las entidades bancarias para efectos del presente cálculo³⁰. Esta información contiene de manera individual los avalúos comerciales de las viviendas para las que su compra se realizó con base en un crédito hipotecario durante el primer trimestre del 2011³¹. Como se trata de viviendas en cuya compra intervino un crédito, es de suponer que corresponden a viviendas formales, en el sentido que fueron adquiridas por hogares que tienen acceso al sector financiero. El primer paso fue calcular el precio de la vivienda en cada ciudad. Luego,

30 Para calcular una serie de precios promedio de la vivienda, se siguió la metodología utilizada por la *National Association of Realtors de los Estados Unidos* (NAR), la cual consiste en calcular para un momento del tiempo un precio de una vivienda promedio a nivel nacional, a partir de los precios observados en transacciones individuales para varias regiones. La ponderación utilizada para encontrar el precio promedio es un aspecto crucial. Si se tomara solo un promedio simple de los precios en las diferentes transacciones, podría incurrirse en el riesgo de sobrestimar transacciones puntuales y particulares que se dieron en una región en la que el número de viviendas es pequeño frente al *stock* total. Por lo tanto, el cálculo utiliza una ponderación que refleja el peso de cada región (municipio, en este caso) en el *stock* total de viviendas. Adicionalmente, es importante señalar que un supuesto implícito en este ejercicio es que la combinación, en términos de sus diferentes características, de las viviendas que se tranzaron en el período para el que se calcula el precio promedio en niveles se mantiene estable en el tiempo.

31 La base de datos cubre transacciones de viviendas en 23 ciudades capitales departamentales y en 321 municipios.

para obtener el promedio y la mediana nacional, se utilizó como ponderación para cada ciudad su participación en el número total de viviendas del censo predial del DANE del 2010. Por medio de esta metodología se tiene que el valor promedio de la vivienda en el país para el primer trimestre de 2011 fue de \$137 millones de pesos (256 SMLV) y el valor mediano de \$91,4 millones (171 SMLV)³².

Para la construcción de la serie del valor de un arrendamiento de una vivienda promedio se utilizó la información de la encuesta de calidad de vida del 2010 del DANE. En particular, esta encuesta contiene información sobre el valor del arrendamiento mensual que realizan los hogares (que viven en arrendamiento). Esta información permite calcular el valor promedio del canon de arrendamiento que pagaron los hogares en el segundo trimestre del 2010.

Ahora bien, dado que el propósito último del ejercicio es medir la relación entre el precio de la vivienda y el valor del arrendamiento promedio y puesto que en el numerador se tiene el precio promedio en transacciones de viviendas que fueron adquiridas por hogares con acceso al crédito, en el denominador se debe hacer un tratamiento correspondiente. En este sentido, se optó por calcular el valor promedio del arrendamiento que pagaron los hogares con ingresos superiores a dos SMLV. De acuerdo con lo anterior, se obtuvo que el arrendamiento promedio en Colombia para el segundo trimestre del 2010 fue de \$421.515³³.

El cálculo del ingreso disponible promedio por hogar se obtuvo a partir de la información del ingreso disponible total del país de las cuentas nacionales del DANE, el cual posteriormente se dividió por el número total de hogares con base en información de la gran encuesta integrada de hogares del DANE (GEIH).

32 Una vez hallado este precio nacional para el primer trimestre del 2011, se aplicaron las tasas de crecimiento del IPVU en términos reales con el fin de obtener una serie en el tiempo de precios reales en niveles.

33 Para construir la serie del valor promedio de los arrendamientos promedio aplicamos al valor obtenido anteriormente las tasas de crecimiento real del IPC de arrendamientos.

ANEXO 2

VARIABLES DEL MODELO SVAR E INFORMACIÓN UTILIZADA

En el modelo estimado se utilizaron las siguientes variables trimestrales desde el primer trimestre de 1988 hasta el cuarto trimestre de 2011:

Variables del modelo SVAR e información utilizada

Variable	Definición
Tasa de interés	Promedio mensual CD 90 días. Fuente: Banco de la República
Desembolsos	El logaritmo de los desembolsos de crédito para viviendas nuevas. Fuente: DANE
Log PIB	El logaritmo del PIB real. Fuente: DANE
Índice de precios del suelo	El índice de precios del suelo para Bogotá que publica la lonja de Bogotá desde 1960
Índice de costos de construcción	ICCV. Fuente: DANE
Índice de precios reales de la vivienda	IPVU real del Banco de la República

ANEXO 3
 PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA DICKY-FULLER AUMENTADA DE LAS
 VARIABLES DEL MODELO SVAR

Serie	Rezagos	Especificación		Valor del estadístico
		Constante	Tendencia	
DTF	2	No	No	-1,7108*
	2	Sí	No	-2,6221*
	1	Sí	Sí	-4,1293***
Desembolsos	10	No	No	0,0312
	10	Sí	No	-1,6928
	10	Sí	Sí	-1,5389
PIB	3	No	No	2,7254***
	3	Sí	No	-0,1683
	3	Sí	Sí	2,0157
IPS	6	No	No	0,8235
	6	Sí	No	-1,7084
	6	Sí	Sí	-2,4467
ICCV	5	No	No	-1,6246
	5	Sí	No	-3,8080**
	4	Sí	Sí	-3,8165**
IPVU	5	No	No	-0,4796
	5	Sí	No	-2,1877
	5	Sí	Sí	-1,2808

Fuente: Cálculos de los autores. Notas: Niveles de significancia: *10%, **5%, ***1%

ANEXO 4
 PRUEBAS DE COINTEGRACIÓN TRAZA DE JOHANSEN DEL MODELO SVAR

H_0	Rezagos	Términos determinísticos	p-valor	Estadística ML
$r = 0$	1	Intercepto	0,0000	80,43
$r = 1$	1	Intercepto	0,0760	33,41
$r = 0$	1	Intercepto y tendencia	0,0592	62,80
$r = 1$	1	Intercepto y tendencia	0,9124	21,82

ANEXO 5
 MODELO ECONOMÉTRICO DE OFERTA Y DEMANDA DE
 VIVIENDA PARA COLOMBIA.

Con los elementos teóricos expuestos y basándonos en el modelo econométrico propuesto por McCarthy y Peach (2002), se presentan a continuación las especificaciones de las ecuaciones de oferta y demanda de vivienda de largo plazo para el caso de Colombia. La demanda por vivienda se puede expresar econométricamente de la siguiente manera:

$$p_t^d = \alpha_1 h_t + \alpha_2 y_t + \alpha_3 u_t + \varphi_t \quad (A5.1)$$

Por el lado de la oferta, la ecuación es la siguiente:

$$p_t^s = \gamma_1 t_i + \gamma_2 cc_t + \gamma_3 p_t^l + \rho_t \quad (A5.2)$$

En el corto plazo, la demanda tiene la siguiente forma funcional (corresponde a la ecuación 11 de este artículo):

$$\Delta p_t = \lambda_d (p_{t-1} - p_{t-1}^d) + \beta_0 + \beta_1 \Delta y_t + \beta_2 \Delta u_t + \beta_3 \Delta w_t + \beta_4 \Delta p_t^r + \varepsilon_t \quad (A5.3)$$

Donde $p_{t-1} - p_{t-1}^d$ es el diferencial entre el precio corriente y el precio de largo plazo.

Por el lado de la oferta, la ecuación de ajuste de corto plazo es la siguiente (corresponde a la ecuación 12 de este artículo):

$$\Delta t_i = \lambda_s (p_{t-1} - p_{t-1}^s) + \theta_0 + \theta_1 \Delta p_t + \theta_2 \Delta cc_t + \theta_3 r_t + \theta_4 \Delta p_t^l + v_t \quad (A5.4)$$

Donde $p_{t-1} - p_{t-1}^s$ es el diferencial entre el precio corriente y el precio de largo plazo de la oferta de vivienda de largo plazo

En este aspecto, la definición de las variables del modelo econométrico de las ecuaciones de oferta y demanda de largo y corto plazo para el período 1997-2010 son:

Variable	Fuente
p (Precio de la vivienda)	IPVU - Banco de la República
h (Stock de vivienda)	Construida con base en la metodología de inventarios perpetuos a partir de cuentas nacionales
y (Ingreso disponible)	Consumo de bienes no durables y servicios-Cuentas Nacionales trimestrales del DANE
u (Costo de uso de la vivienda)	Se construyó utilizando metodología estándar
t_i (Tasa de inversión)	Corresponde a la tasa de inversión calculada como el cociente entre la inversión en el sector edificaciones residenciales de las cuentas nacionales (fuente: DANE) y el stock de vivienda previamente calculado.
cc (Costos de construcción)	Promedio trimestral de los datos mensuales del índice de costos de construcción ICCV, fuente: DANE
p^l (Precio del suelo)	Serie anual del precio del suelo para Bogotá (1960-2010), trimestralizado con Boot et al. (1967). Fuente: lonja de Bogotá
w (Riqueza financiera)	Corresponde a la riqueza financiera y se aproxima por la relación de M3 a PIB. Fuente: Banco de la República
p^r (Precios de los arrendamientos)	Promedio trimestral del componente de arrendamientos del IPC del DANE, disponible para el período 1988Q1-2011Q4
r (Tasa de interés)	Tasa de interés de los CDT a corto plazo (3 meses) deflactada por el IPC trimestral del Banco de la República

Para la construcción del *stock* de vivienda se siguió a Harberger (1969). En esta metodología se ha utilizado para el caso colombiano por López y Salamanca (2009) y Tribín (2006). Aquí se construye el *stock* de vivienda con base en la metodología de inventarios perpetuos. Se supone una tasa de depreciación anual del *stock* de 2,5% y un crecimiento del *stock* de capital del 5%. La inversión inicial se calcula como el promedio de la inversión de los tres primeros años (1970-1973).

La fórmula utilizada en el cálculo del *stock* inicial es la siguiente:

$$I_{inicial} = (\delta + \gamma) K_{inicial} \tag{A5.5}$$

Donde I es la inversión, δ la tasa de depreciación, γ la tasa de crecimiento del capital y K el *stock* de capital inicial. Una vez se obtuvo el *stock* de capital inicial, se aplicó la ecuación (A5.6) para obtener la serie de *stock* de vivienda.

$$K_{t+1} = K_t + I_t - \delta K_t \quad (\text{A5.6})$$

Para el cálculo del costo de uso de la vivienda se siguió la metodología propuesta por Poterba (1990), la cual define el costo de tener vivienda como:

$$U = P(i^a + \tau + f - \pi) \quad (\text{A5.7})$$

Donde P es el precio de la vivienda, i^a la tasa de interés de un activo alternativo, τ la tasa de impuesto predial, f la depreciación, mantenimiento y prima de riesgo de la vivienda y π la ganancia (o pérdida) esperada del precio de la vivienda. Para el caso de Colombia se utilizan las siguientes series para el costo del uso de tener vivienda propia:

Variable	Descripción
i^a	Tasa de interés nominal de los CDT a 180 días, anualizada.
τ	Tasa promedio del impuesto predial para las 23 zonas urbanas de Colombia tomada del IGAC.
f	Como en Clavijo <i>et al.</i> (2005), se supone en 4% anual.
π	Promedio de 4 trimestres de la tasa de crecimiento del IPVU anualizada. Fuente: Banco de la República y cálculos propios.

ANEXO 6 PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA SOBRE LAS RELACIONES DE COINTEGRACIÓN EN LAS VARIABLES DE LARGO PLAZO

Hipótesis nula: hay presencia de una raíz unitaria
 Muestra: 1988Q1 2011Q4
 Series: Demanda, Oferta
 Variables exógenas: ninguna
 Número de rezagos utilizados basado en SIC: 2
 Número de observaciones balanceadas: 106

Método		Estadística	P-valor
ADF - Fisher Chi-cuadrado de Fisher		11,1013	0,0254
ADF - Estadística Z de Choi		-2,08833	0,0184
Pruebas ADF intermedias			
Serie	P-valor	Rezago	Observaciones
Demanda	0,1693	2	53
Oferta	0,0230	2	53