



**“Detección de burbujas en el precio de viviendas: Nuevos tests
econométricos y evidencia para los países de la OECD entre
1970 y 2015”**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN FINANZAS**

Alumno: Mario Quintana Caris

Profesor Guía: Erwin Hansen Silva

Santiago, Octubre 2016

Resumen

Utilizando una metodología econométrica de quiebre estructural propuesta por Hogg y Breitung (2012) en series de precios nominales desde 1970 hasta el segundo trimestre del 2015 se detecta la presencia de burbujas para 14 de las 18 economías avanzadas analizadas. Este resultado se encuentra acorde en gran parte con los resultados de estudios que utilizan cointegración. En especial, en este estudio se comparará los resultados con los obtenidos por Engsted et al.(2015), que emplean un test econométrico de cointegración entre precios y rentas que a su vez admite la presencia de un componente explosivo que identifican como una burbuja en precios. Este resultado es importante porque presenta al análisis de los precios nominales como un indicador temprano de la posible presencia de una burbuja en precios en el sector inmobiliario.

Índice

Índice de gráficos y tablas

1. Introducción	1
2. Metodología	6
2.1 Modelo básico de valoración de activos y burbujas racionales.	6
2.2 Modelos econométricos para la detección de burbujas.	9
2.2.1 Tests de quiebre estructural.	10
2.2.2 Estimación de la fecha de quiebre.	14
3. Datos	15
4. Resultados	17
5. Conclusiones	33
Bibliografía	34

Índice de Graficos y tablas

1. Gráfico 1: Series de precios nominales para los 18 países.	16
2. Tabla 1: Resultados de los tests de Hogg et al.(2012) para los 18 países.	19
3. Gráfico 2: Detección del quiebre estructural, países de la Crisis Escandinava.	20
4. Gráfico 3: Detección del quiebre estructural para Japón.	22
5. Gráfico 4: Detección del quiebre estructural para Holanda.	23
6. Gráfico 5: Detección del quiebre estructural, países de la Crisis Subprime.	24
7. Gráfico 6: Detección del quiebre estructural, países de la Crisis Subprime.	27

1. Introducción

La importancia del sector inmobiliario a nivel mundial radica en que afecta por medio de distintos canales a la economía en su totalidad. Daher (2013) considera importante al sector inmobiliario por su rol estratégico de articulación entre el sector financiero y la economía real. Según André (2010) la evolución del mercado inmobiliario afecta a la actividad económica pues la inversión inmobiliaria aun cuando es un elemento volátil dentro del PIB, puede contribuir sustancialmente con el crecimiento económico; Además, al ser intensivo en mano de obra puede tener un gran impacto sobre el nivel de empleo; También el mercado de las casas puede tener un efecto indirecto sobre el consumo privado a través del efecto ingreso o el efecto liquidez; Es más, perturbaciones en el sector inmobiliario son una amenaza para el sector financiero: por su parte, algunas políticas económicas como los impuestos a bienes raíces, la política monetaria y la regulación y supervisión del mercado financiero influyen en el desarrollo del mercado hipotecario e inmobiliario, por ejemplo, evitando amplificar auges inmobiliarios.

Para Daher (2013), “las imperfecciones inherentes a los mercados inmobiliarios, la especulación asociada a las externalidades y plusvalías urbanas y los factores de riesgo propios del crédito y de los valores hipotecarios incrementan los efectos distorsionadores que dichos mercados tienen, no pocas veces, en los procesos de crecimiento y contracción”. Sin ir más lejos, en la década pasada el mundo experimentó un *boom* en precios de casas sin precedentes en términos de magnitud y duración, pero además en términos de sincronización entre los países (André, 2010). Como describe Rajan (2006), factores macroeconómicos como la disminución de las tasas de interés y un exceso general de confianza llevaron a un estado de gran liquidez que permitió el acceso a crédito por parte de agentes más riesgosos, que en conjunto con innovaciones financieras desregularizadas y una serie de otros factores contribuyeron a que el sistema fuera más inestable. De hecho, la crisis financiera del 2008 es considerada una de las mayores caídas desde La Gran Depresión de 1929, y se desató principalmente debido al colapso de la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos que provocó una crisis en las hipotecas subprime debido a la pérdida de valor de activos y derivados relacionados con este mercado.

El precio de algunos activos a veces parece desviarse de lo que sugieren sus fundamentos y exhibe patrones distintos de lo que predecirían los modelos estándar con mercados financieros perfectos, siendo las burbujas una forma extrema de esta desviación. Brunnermeier y Oehmke

(2012) definen a una burbuja como un desequilibrio largo y sostenido en el precio de activos financieros o reales, pero no cualquier desequilibrio en precios temporal puede ser llamado una burbuja. Una burbuja también puede referirse a periodos en el que el precio de un activo excede su valor fundamental porque los inversionistas creen que podrán venderlo a un precio más alto en el futuro, teniéndose que un aspecto en común es que la valuación de los activos durante una burbuja generalmente es explosiva. Rosser et al. (2012) distinguen tres patrones que pueden seguir las burbujas especulativas según Kindleberger-Minsky: una primera opción es cuando los precios aumentan de forma acelerada y luego caen violentamente una vez que alcanzan su máximo; una segunda opción es cuando los precios aumentan para luego declinar con un patrón relativamente similar; y una tercera opción es cuando el precio alcanza su máximo y luego es seguido por un periodo de declive gradual (periodo de dificultad financiera), para luego desplomarse.

El auge excesivo en el precio de las casas típicamente se describe como una burbuja en precios, siendo ésta un patrón no sostenible de cambio de precios o de flujos de dinero. Para Kindleberger, las crisis financieras y fallas bancarias son el resultado de la implosión de burbujas en los precios de los activos o por depreciaciones pronunciadas del valor de las divisas nacionales en el mercado cambiario internacional. Kindleberger además agrega que una burbuja puede ser descrita en cinco fases: primeramente se encuentra la fase descrita como desplazamiento que puede ser gatillada, por ejemplo, por un cambio tecnológico o una innovación financiera que llevan a que se espere que aumenten las ganancias y el crecimiento económico; la segunda fase es el *boom*, que generalmente se caracteriza por ser un periodo de baja volatilidad, de expansión del crédito y de incremento en la inversión, con lo cual los precios de los activos aumentan hasta un punto en el que exceden el valor adicional que otorga la innovación; la tercera fase es la euforia, en la que los inversionistas transan el activo sobrevaluado con ímpetu y en grandes cantidades, por lo que los precios aumentan explosivamente, y los agentes se dan cuenta o al menos sospechan de que existe una burbuja, pero están seguros de que podrán venderle el activo sobrevaluado a otro que aún no lo sepa; la cuarta fase de toma de ganancias es cuando los inversionistas sofisticados empiezan a reducir sus posiciones y reclamar sus ganancias mientras exista otros inversionistas menos acostumbrados al mercado en particular que decidan comprar los activos sobrevaluados; y finalmente, la fase de pánico en la que los precios empiezan a caer y los inversionistas desechan el activo de la burbuja, pudiendo este espiral decreciente ser acelerado por *margin*

calls y por hojas de balance débiles. Además, si el *boom* fue financiado con crédito esta última fase se puede ver amplificada y generar *spillovers* negativos.

Por su parte, Robert Shiller (2000) describe los mecanismos de amplificación de la burbuja como procesos Ponzi que surgen naturalmente en un ciclo retroalimentativo que se comporta como una profecía autocumplida, en la que la confianza y expectativas alcistas de los inversionistas se sustentan en incrementos de los precios pasados, lo que aumenta aún más el precio a través de la expansión de la demanda, y esto a su vez motiva a más inversionistas a ser partícipes de la burbuja. Se considera a la creación de estas burbujas especulativas una extensión de un esquema a lo Ponzi porque hay agentes que se benefician de enfatizar la idea de que el mercado continuará subiendo, y por tanto les conviene exaltar las buenas noticias y no darle tanta importancia a las malas. El problema es que como la demanda de los inversionistas no puede crecer eternamente, la burbuja tampoco y por tanto en algún momento tiene que reventar. Abreu y Brunnermeier (2003) argumentan que las burbujas pueden hallarse aún en presencia de arbitadores racionales pues su existencia descansa en la incapacidad de éstos para coordinarse en sus estrategias de venta. Este problema de coordinación en conjunto con el incentivo individual de mantener la burbuja tiene como consecuencia la persistencia de ésta durante un periodo considerable de tiempo, teniéndose que el modelo de estos autores racionaliza la existencia de las burbujas y además permite explicar la sobreacción de los agentes.

Típicamente hay efectos adversos en la economía real luego de que revientan las burbujas o se contrae el crédito, pues se puede impactar a los préstamos bancarios y las decisiones de inversión de otras instituciones financieras, pudiendo gatillar o fortalecer estas fluctuaciones (Hui et al., 2006). Claessens et al. (2013) distinguen dos canales de propagación de los problemas financieros hacia la actividad real: Primero, cuando las deudas están colateralizadas y el precio de mercado del colateral cae. Un segundo mecanismo es cuando el panorama de grandes caídas en el precio distorsiona las decisiones de las instituciones financieras sobre prestar dinero o invertir, lo que llevaría a los agentes a decidirse por mantener activos más líquidos y menos riesgosos. A través de estos canales las ventas precipitadas gatilladas por la contracción del crédito pueden causar contracciones severas en la actividad real. Respecto de la intensidad de los efectos que provoca la implosión de las burbujas los mismos autores encuentran que el desplome crediticio y la caída en el precio de las casas llevan a caídas entre 10 a 15 veces más severas que para el caso de caídas en precios de otros activos, mientras que en el caso de las acciones es unas 2,5 veces más

grande. Estos episodios además son más persistente, sobre todo para el caso del precio de casas cuya duración es aproximadamente 18 trimestres en comparación con los 10-12 trimestres de una contracción del crédito o un desplome en el precio de acciones.

La evidencia empírica respecto de la existencia de burbujas en precios de activos inmobiliarios es mixta. Kyung-Hwan et al. (2000) utilizan un test de cointegración en el que observan los coeficientes de correlación de largo plazo entre el precio de la tierra y variables macroeconómicas fundamentales de Corea, sin encontrar la presencia de una burbuja. Entre los países que no presentaron incrementos en los precios reales de las casas se encuentra Corea luego de recuperarse de la crisis asiática de 1997, y tampoco presentaron incrementos Suiza, Alemania ni Japón; además en estos países donde los precios aumentaron modestamente o declinaron la inversión en el sector inmobiliario se estancó o incluso disminuyó (André, 2010). Hui y Yue (2006) utilizan el test de causalidad de Granger y un análisis generalizado de impulso-respuesta y la forma reducida de los determinantes del precio de las casas para el caso de Hong Kong entre 1990 y 2003, encontrando la presencia de una burbuja en el precio. Hott et al. (2007) utilizando cointegración encuentran la presencia de burbujas en precios de las casas para Estados Unidos, Reino Unido, Japón, Suiza y los Países Bajos; Black et al. (2006) encuentran presencia de burbujas en Reino Unido; Arshanapalli et al. (2008) encuentran la presencia de una burbuja en Estados Unidos para el periodo 2000-2007. Mikhed et al. (2009) utilizan la metodología de cointegración en datos de panel para detectar burbujas en el mercado inmobiliario estadounidense, encontrando la presencia de éstas. Himm et al. (2012) utilizan métodos de quiebre estructural que detectan el paso de los precios de activos inmobiliarios desde un proceso de raíz unitaria a uno explosivo utilizando índices de precios reales, encuentran la presencia de burbujas en Estados Unidos entre Enero de 1987 y Marzo del 2006, España entre 1987 y el 2007, Reino Unido entre 1991 y Octubre del 2007, y Japón entre 1957 y 1990. Engsted, Hviid y Pedersen (2015) utilizando un test univariado de una cola para el ratio de precio-renta encuentran evidencia de burbujas para 16 de 18 economías pertenecientes a la OECD, las mismas utilizadas en este estudio, y alternativamente utilizan un método econométrico que permite la cointegración entre precios y rentas y a su vez detecta procesos explosivos correspondientes a burbujas, encontrando que aun cuando exista un vector de cointegración entre precios y renta se puede estar en presencia de una burbuja en precios.

Este trabajo intenta detectar burbujas inmobiliarias utilizando la metodología econométrica de Himm y Breitung (2012), que se enfocan en la naturaleza explosiva de las burbujas,

presentando tres tests que detectan burbujas ex post y un test de monitoreo en tiempo real capaz de detectar la burbuja antes de que explote (FLUC), pero aventurándose aun más al utilizar series de precios nominales debido a los resultados de Engsted et al.(2016), que documentan que para 18 países pertenecientes a la OECD, los mismos que se utilizarán en este estudio, el mercado de las casas presenta ilusión monetaria, es decir, la tendencia de los agentes a pensar en forma nominal en vez de real. Además se comparará los resultados obtenidos mediante la metodología de cointegración que además permite un componente explosivo (burbuja) utilizada por Engsted et al. (2015). El presente trabajo se estructura de la siguiente forma: la primera sección corresponde a la introducción. En la segunda sección se presenta la Metodología, donde se muestra un modelo general de valoración de activos que puede aplicarse a los activos inmobiliarios, para luego presentar modelos econométricos para la detección de burbujas en activos. En la tercera sección se presentan los datos. La cuarta sección presenta los resultados. Finalmente, la quinta sección presenta las conclusiones.

2. Metodología.

2.1 Modelo básico de valoración de activos y burbujas racionales.

Algunos modelos formales han intentado explicar la formación de burbujas a partir del comportamiento racional de los individuos que en colectivo puede llevar a desviaciones en el precio. Siguiendo el razonamiento de Gürkaynak (2008), Brunnermeier et al. (2012) y Breitung et al.(2013), las burbujas racionales en el mercado de valores son desviaciones sistemáticas sobre el valor fundamental de un activo, y se pueden derivar a partir del problema de optimización del consumidor representativo. Por simplicidad, se asume que la utilidad esperada del consumo $u(c)$ es maximizada en una economía de dotaciones:

$$\max E_t \left[\sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \cdot u(c_{t+i}) \right]$$

Sujeto a:

$$c_{t+i} = y_{t+i} + (p_{t+i} + d_{t+i}) \cdot x_{t+i} - p_{t+i} \cdot x_{t+i+1}$$

Donde: y_t corresponde a la dotación del agente, que se asume exógena; β es la tasa a la que se descuenta el consumo futuro; x_t es el activo almacenable; P_t por su parte, dependiendo del contexto puede ser el precio del activo luego del pago de dividendos, o bien puede ser el precio de una casa y d_t la renta, entre otros casos. La condición de primer orden que se deriva del problema de maximización es:

$$E_t\{\beta \cdot u'(c_{t+i}) \cdot [p_{t+i} + d_{t+i}]\} = E_t\{u'(c_{t+i-1}) \cdot P_{t+i-1}\}$$

Por motivos de valoración de activos generalmente se asume implícita o explícitamente que la utilidad es lineal, lo que implica que los agentes poseen una utilidad marginal constante y son neutrales al riesgo, por lo que la ecuación anterior se simplifica a:

$$\beta \cdot E_t(p_{t+i} + d_{t+i}) = E_t(P_{t+i-1})$$

Asumiendo la existencia de un bono cupón cero libre de riesgo, cuya tasa de interés para un periodo es r , la condición de no arbitraje estándar implica que:

$$P_t = \frac{E_t[P_{t+1} + D_{t+1}]}{1 + r_{t+1}} \quad (1)$$

Por lo tanto, el precio actual es la esperanza del precio futuro más el pago de dividendos esperado descontados a su respectiva tasa. Por simplicidad se asume que la tasa que espera el agente racional para mantener el activo es constante, es decir que $E_t[r_{t+1}] = r$ para todo t .

Resolviendo la ecuación en diferencia y usando la ley de esperanzas iteradas se obtiene:

$$p_t = E_t \left[\sum_{\tau=1}^{T-t} \frac{1}{(1+r)^\tau} \cdot d_{t+\tau} \right] + E_t \left[\frac{1}{(1+r)^{T-t}} \cdot p_T \right] \quad (2)$$

Esto significa que el precio de equilibrio está dado por el valor esperado de los dividendos futuros pagados desde $t + 1$ hasta T más el valor esperado del precio del activo en el periodo T , descontados a la tasa r .

Para activos con madurez finita $p_T = 0$. Por tanto, teóricamente, el precio del activo p_t es único y coincide con los flujos futuros de pagos hasta su madurez.

Por su parte, para activos con madurez infinita, $T \rightarrow \infty$, el precio p_t sólo coincide con el flujo de dividendos futuros descontados a la tasa r , que es el valor fundamental v_t si y sólo si se cumple la *condición de transversalidad*:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} E_t \left[\frac{1}{(1+r)^T} \cdot p_{t+T} \right] = 0 \quad (3)$$

Si no se cumple la condición de transversalidad, $p_t = v_t$ es sólo uno de los precios que resuelven la ecuación (1). De hecho, el precio p_t se puede descomponer en su valor fundamental v_t y un componente burbuja b_t :

$$p_t = v_t + b_t \quad (4)$$

Con:

$$b_t = E_t \left[\frac{1}{1+r} \cdot b_{t+1} \right] \quad (5)$$

Teniéndose que cualquier proceso $\{b_t\}_{t=1}^{\infty}$ que cumpla con (5) también es solución. De (5) también se desprende que cualquier inversionista racional que desee comprar el activo sobrevaluado espera que la burbuja crezca a una tasa r . Si este es el caso y B_t es estrictamente positivo, se sientan las bases para el comportamiento del inversionista especulador: Un inversionista racional está dispuesto a comprar un activo sobrevalorado porque cree que a través de los aumentos en el precio será compensado por el pago extra B_t . Por tanto, si los inversionistas esperan que los precios crezcan a la tasa r y deciden comprar acciones el precio del activo subirá y se consumará la profecía autocumplida.

Finalmente, es necesario notar que esta metodología puede ser utilizada para valorar activos inmobiliarios pues eventualmente el precio de éstos se puede determinar por medio del flujo de retornos futuros descontados asociados a la propiedad de este tipo de activo. Existen dos enfoques utilizados para valorar activos inmobiliarios: uno basado en el costo de uso, que utiliza el costo esperado de poseer una casa, que debe igualarse al costo de arrendar en el largo plazo pues los agentes racionales ajustan su consumo de servicios inmobiliarios hasta que el beneficio marginal de éstos iguale al costo marginal. El inverso del costo es el ratio de precio a renta, que permite determinar si el precio de las casas se encuentra desalineado con sus fundamentos. El segundo enfoque consiste en comparar los precios observados con aquellos de equilibrio de largo plazo determinados utilizando las condiciones de oferta y demanda. Esta especificación requiere una relación de cointegración entre el precio de las casas y sus fundamentos económicos, que puede ser determinado mediante un modelo de corrección de errores. Según Ciarlone (2012), los precios de las casas y sus cambios están relacionados con un set de variables macroeconómicas y condiciones específicas del mercado que influyen tanto a la demanda como a la oferta. Por el lado de la demanda se incluyen el ingreso real disponible y las tasas de interés, teniéndose que esta última puede jugar un rol dual al determinar el costo de financiamiento de poseer una casa; factores demográficos como la tasa de crecimiento de la población, mejoras tanto en el número como en el tamaño de las casas, flujos migratorios; Una relación entre los precios de las viviendas y las prácticas de préstamo bancario; Y cambios en las condiciones del mercado laboral también pueden influenciar la demanda por viviendas y su precio. Por el lado de la oferta entre los factores fundamentales se encuentran la disponibilidad y precio de la tierra construible, además del costo total de construcción. Una característica esencial de la oferta habitacional es que esta responde gradualmente a cambios en las condiciones de la demanda debido, por ejemplo, a retrasos en la obtención de permisos de construcción y en tiempos de construcción, por lo que

se puede producir un cierto grado de *overshooting* (o *undershooting*) en el precio de las casas. Dentro de este contexto la sobrevaluación o subvaluación respecto del equilibrio de largo plazo se puede separar en dos componentes: Primero, en desalineamientos producto de imperfecciones inherentes al mercado habitacional, como rezagos en el ajuste de la oferta o fricciones en el mercado del crédito, pudiendo generar desviaciones respecto de sus fundamentos en el precio de las casas en el corto plazo; Segundo, el desalineamiento se puede dar por un excesivo optimismo o pesimismo por parte de los participantes del mercado.

2.2 Modelos econométricos para la detección de burbujas.

La metodología más frecuente para la detección de burbujas en precios ha sido la de cointegración. Esta aproximación intenta determinar si existe una relación de largo plazo entre el precio que registran los bienes raíces y el valor de sus determinantes estructurales, entendiendo estas como el “valor fundamental” y los “fundamentales del mercado”. El valor fundamental de un activo puede ser medido en tres componentes: el flujo de pagos recibido a través del tiempo, el valor final del activo al término del periodo de tenencia de éste, y la tasa de descuento utilizada para trasladar flujos futuros al valor actual. La existencia de una burbuja puede ser interpretada como interacciones anormales entre los precios de las casas y los fundamentales de este mercado. Un problema del uso de cointegración es que es difícil especificar el valor intrínseco debido a la ausencia de datos que se extiendan infinitamente hacia el futuro (Kim et al., 2000), y por tanto se utiliza la relación entre los precios en activos inmobiliarios y variables macroeconómicas, teniéndose que si éstas últimas explican el precio de los activos se rechaza la hipótesis de existencia de una burbuja en el activo (Hui et al., 2006). Otro problema práctico de los tests de burbujas usualmente utilizados es que sólo se pueden implementar en una base recopilada ex post, y se llega a diferentes conclusiones dependiendo del periodo muestral utilizado (Kim et al., 2000). Homm y Breitung (2012) comparan una serie de métodos econométricos para la detección de burbujas en los mercados de valores, que consisten básicamente en determinar si los precios cambian de un proceso de paseo aleatorio a ser un proceso explosivo. Utilizan una simulación de Monte Carlo para comparar el desempeño de distintos estadígrafos, teniéndose que entre los tests mejor comportados se encuentra el test de Chow que muestra un gran poder predictivo para la fecha de quiebre estructural. Cuando hay un único cambio en el régimen el test de Chow secuencial y la versión modificada de Busetti y Taylor (2004) son los que presentan el mayor poder predictivo. Sin embargo, los mismos autores describen que cuando se repiten los tests agregando nuevas observaciones eventualmente se puede llegar a un nivel mayor de rechazo

de la hipótesis nula; y en los casos en que existen múltiples quiebres estructurales estos test no son tan efectivos. Para sortear ambos problemas los autores sugieren utilizar métodos de monitoreo estadístico en tiempo real como el FLUC, que en vez de usar un valor crítico constante para la hipótesis nula utilizan uno que aumenta durante el monitoreo, aumentando la posibilidad de detectar rápidamente la burbuja.

2.2.1 Tests de quiebre estructural.

Siguiendo los modelos de detección basados en quiebre estructural, utilizaremos 4 de los estadígrafos en sus versiones adaptadas por Hogg y Tanaka (2012): Uno basado en Buseti-Taylor (2004), Phillips/Wu/Yu (2011) y un test de Chow; y finalmente un test FLUC de monitoreo en tiempo real.

Los procedimientos de los tests están basados en un modelo de serie de tiempo de tipo $AR(1)$:

$$y_t = \rho_t \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde ε_t es ruido blanco con $E(\varepsilon_t) = 0, E^2(\varepsilon_t) = \sigma^2$ y $y_0 = c < \infty$. Bajo la hipótesis nula y_t sigue un patrón de paseo aleatorio para todos los periodos de tiempo, y bajo la hipótesis alternativa el proceso comienza como un paseo aleatorio y luego cambia a un proceso explosivo en un momento desconocido $[\tau^*T]$, donde $\tau^* \in (0,1)$ corresponde al mayor entero que es menor o igual a τ^*T :

$$H_0: \rho_t = 1 \quad \text{para } t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

$$H_1: \rho_t = \begin{cases} 1 & \text{para } t = 1, \dots, [\tau^*T] \\ \rho^* > 1 & \text{para } t = [\tau^*T] + 1, \dots, T \end{cases} \quad (3)$$

Varios estadígrafos han sido sugeridos para testear cambio estructural sobre los parámetros autorregresivos. La mayoría de los trabajos se enfocan en un cambio desde un proceso no estacionario a un proceso estacionario, o viceversa.

1) Test de Buseti-Taylor (2004).

El estadígrafo original de Buseti-Taylor testea la hipótesis de que la serie de tiempo es estacionaria contra la hipótesis alternativa de que cambia desde un proceso estacionario hacia uno de paseo aleatorio en un momento desconocido. Hogg et al. (2012) lo modifican de tal forma que la hipótesis nula está dada por (2) y la alternativa por (3), teniéndose:

$$\sup BT = \sup_{\tau \in [0, 1 - \tau_0]} BT_\tau$$

Donde:

$$BT_\tau = \frac{1}{s_0^2(T - [\tau T])^2} \sum_{t=[\tau T]+1}^T (y_t - y_{t-1})^2$$

El test $\sup BT$ rechaza la hipótesis nula para valores grandes de $\sup BT(\tau_0)$, y BT utiliza el estimador de la varianza s_0^2 basado en la muestra completa. Se puede derivar el siguiente resultado para la distribución asintótica de $\sup BT$:

$$\sup_{\tau \in [0, 1 - \tau_0]} BT_\tau \rightarrow \sup_{\tau \in [0, 1 - \tau_0]} BT_{\tau} \left\{ (1 - \tau)^2 \int_{\tau}^1 w(1 - r)^{-2} dr \right\}$$

2) Test de Phillips/Wu/Yu (2011).

Este estadígrafo se basa en una secuencia de tests de Dickey-Fuller. Sea $\widehat{\rho}_\tau$ el estimador de mínimos cuadrados ordinarios de ρ y $\widehat{\sigma}_{\rho, \tau}$ el estimador de la desviación estándar de $\widehat{\rho}_\tau$ que utiliza la submuestra $\{y_1, \dots, y_{[\tau T]}\}$. La forma recursiva del test de Dickey-Fuller está dada por:

$$\sup DF(\tau_0) = \sup_{\tau_0 \leq \tau \leq 1} DF_\tau$$

Donde:

$$DF = \frac{\widehat{\rho}_\tau - 1}{\widehat{\sigma}_{\rho, \tau}}$$

El test de Dickey-Fuller original es utilizado para testear la hipótesis nula contra la hipótesis alternativa $\rho_t = \rho < 1$ para $t = 1, \dots, T$, y el test rechaza si DF_1 es pequeño. La modificación que utilizan Homm et al. (2012) es tal que utilizan los valores críticos de los extremos superiores (*upper tail critical values*), y se rechaza cuando $\sup DF(\tau_0)$ es grande. La distribución asintótica de $\sup DF$ está dada por:

$$\sup_{\tau_0 \leq \tau \leq 1} DF_{\tau} \rightarrow \sup_{\tau_0 \leq \tau \leq 1} \frac{\int_0^{\tau} W(r) dW(r)}{\int_0^{\tau} W^2(r) dr}$$

Este test no toma en cuenta para la hipótesis nula ni la alternativa que y_t es un proceso de paseo aleatorio para $t = 1, \dots, [\tau^*T]$, y por tanto no explota toda la información disponible. Este problema se puede solucionar incorporando un test de Chow de quiebre estructural en el parámetro autoregresivo, como se muestra en el siguiente estadígrafo a utilizar:

3) Test de Chow para quiebre estructural.

Este estadígrafo explota el supuesto de que $\rho_t = 1$ para $t = 1, \dots, [\tau T]$ y que $\rho_t - 1 = \delta > 0$ para $t = [\tau T] + 1, \dots, T$, por lo que puede ser reescrito como:

$$\Delta y_t = \delta (Y_{t-1} \zeta_{\{t > [\tau T]\}}) + \varepsilon_t \quad (4)$$

Donde:

$$\zeta_{\{t\}} = \begin{cases} 1 & \text{si } t > [\tau T] \\ 0 & \text{para cualquier otro caso} \end{cases}$$

Por tanto, la hipótesis nula de interés es $H_0: \delta = 0$, y es testeada contra la hipótesis alternativa $H_1: \delta > 0$. El estadígrafo para la hipótesis nula está dado por:

$$DFC_{\tau} = \frac{\sum_{t=[\tau T]+1}^T \Delta y_t y_{t-1}}{\tilde{\sigma}_{\tau} \sqrt{\sum_{t=[\tau T]+1}^T y_{t-1}^2}}$$

Donde:

$$\tilde{\sigma}_{\tau}^2 = \frac{1}{T-2} \sum_{t=2}^T (\Delta y_t - \hat{\delta}_{\tau} y_{t-1} \zeta_{\{t > [\tau T]\}})^2$$

Y $\hat{\delta}_\tau$ es el estimador de mínimos cuadrados de δ en (4). El estadígrafo de Chow para testear el cambio desde un proceso $I(1)$ hacia uno explosivo en el intervalo $\tau \in [0, 1 - \tau_0]$ puede ser escrito como:

$$\sup DFC(\tau_0) = \sup_{\tau \in [0, 1 - \tau_0]} DFC_\tau$$

Cuya distribución asintótica está dada por:

$$\sup DFC(\tau_0) \rightarrow \sup_{\tau \in [0, 1 - \tau_0]} \frac{\int_\tau^1 W(r) dW(r)}{\sqrt{\int_\tau^1 W^2(r) dr}}$$

4) Monitoreo en tiempo real (FLUC).

Como se describió anteriormente, un problema práctico de los tres tests anteriores es que asumen un único quiebre estructural desde un proceso de paseo aleatorio a un régimen explosivo. Una ventaja de los métodos de monitoreo en tiempo real es que pueden sobrepasar el problema de quiebres estructurales múltiples. Bajo el estadístico de detección FLUC de Chu, Stinchcombe y White (1996) propuesto por Hogg et al. (2012) se asume que cuando el monitoreo empieza, una muestra de entrenamiento de n observaciones se encuentra disponible, y la hipótesis nula de ausencia de quiebre estructural corre para esta muestra. Luego, en cada periodo $t > n$ se agrega una nueva observación, teniéndose que el método FLUC utiliza un estadístico Dickey-Fuller estandarizado:

$$FLUC: Z_t = \frac{(\hat{\rho}_t - 1)}{\hat{\sigma}_{\rho_t}} = DF_{t/n} \quad \text{con } (t > n)$$

Donde $\hat{\rho}_t$ denota el estimador de mínimos cuadrados ordinarios del coeficiente autorregresivo, y $\hat{\sigma}_{\rho_t}$ denota su respectiva desviación estándar. Bajo la hipótesis nula, la distribución asintótica del estimador está dada por:

$$Z_{[\lambda n]} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \frac{\int_0^\lambda W(r) dW(r)}{\sqrt{\int_0^\lambda W(r)^2 dr}} \quad \text{con } (1 \leq \lambda \leq k)$$

Donde $W(r)$ es un movimiento Browniano definido en el intervalo $r \in [0, k]$. Para el caso en que se utiliza el estadístico $DF_{t/n}$ para monitorear, la hipótesis nula se rechaza cuando $DF_{t/n} > \kappa_t$ para algún valor de $t = n + 1, \dots, N = kn$, donde $\kappa_t = \sqrt{b_{k,\alpha} + \log(t/n)}$. Como $b_{k,\alpha}$

es monótonicamente creciente en k , que es el tamaño del periodo de monitoreo. Por tanto, se debe notar que es importante fijar el valor máximo del intervalo de monitoreo $n + 1, n + 2, \dots, N = Kn$ porque el valor crítico depende de N .

Homm y Breitung (2012) computan el estadístico de detección FLUC utilizando un test Dickey-Fuller estandarizado $\frac{Z_t - m_{DF}}{\sigma_{DF}}$, donde la esperanza asintótica de m_{DF} y la desviación estándar σ_{DF} son aquellas propuestas por Nayeba (1999), con $m_{DF} = -2.1814$ y $\sigma_{DF} = 0,7499$.

Para el caso de este estudio se utilizará $FLUC(y,n,k,d)=FLUC(y,20,10,1)$, donde y es la serie de tiempo del país a observar; n es un escalar entre 1 y 150; k es un número natural entre 1 y 10; y d indica si se saca la tendencia de la serie, siendo 1 para el caso en que se haga y 0 de lo contrario.

2.2.2 Estimación de la fecha de quiebre.

Siguiendo con Homm y Breitung (2012), si se asume que la serie de tiempo $\{y_t\}_{t=0}^T$ está descrita por las ecuaciones (1) y (3), una forma de estimar τ^* es usar el valor $\tau \in [0, 1 - \tau_0]$ que maximiza el valor de DFC_τ :

$$\widehat{\tau}_{DFC} = \arg \max_{\tau \in [0, 1 - \tau_0]} DFC_\tau$$

3. Datos.

3.1 Descripción de los datos.

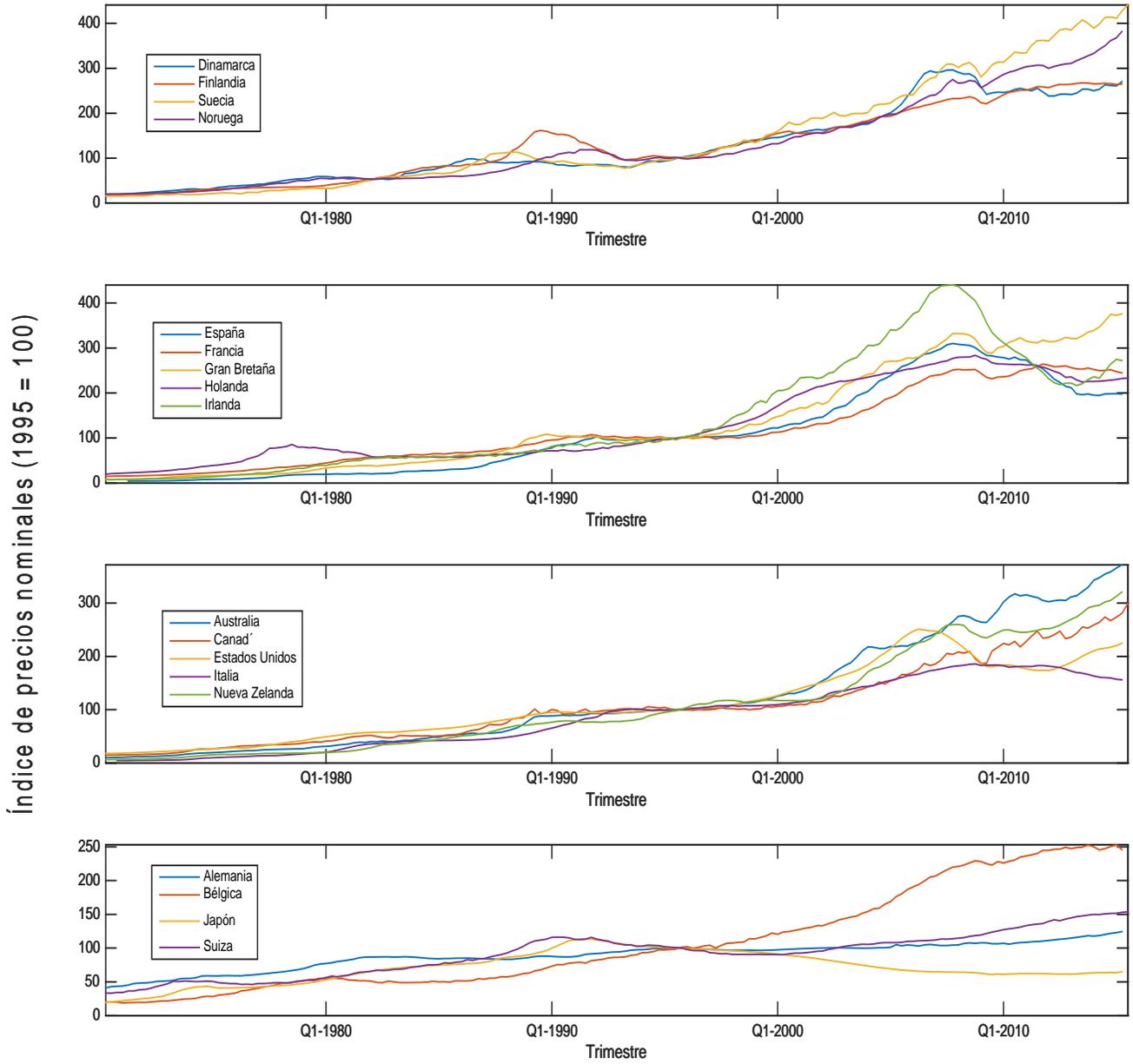
Los datos fueron extraídos de una serie índices de precios nominales trimestrales de activos inmobiliarios para 18 economías avanzadas que posee el Bank for International Settlements (BIS). Los datos utilizados se remontan al primer trimestre de 1970 para 16 de las economías¹, y a partir del tercer trimestre de 1970 para Italia y el primer trimestre de 1971 para el caso de España. Para todas las series, la última observación corresponde al segundo trimestre del año 2015. La muestra está construida a partir de índices de precios nominales de casas cuya base es el primer trimestre del año 1995=100 (unidades), además se debe notar que los índices no han sido desestacionalizados. Esta base ha sido construida a partir de una gran cantidad de fuentes, entre las que se cuentan bancos centrales, oficinas de estadísticas nacionales, centros de investigación, compañías privadas y estudios académicos. Las metodologías empleadas por cada uno de los países y el área geográfica que toman en cuenta también es variada, por lo que para constituir esta base se han hecho grandes esfuerzo con el objeto de que los índices sean comparables entre países y a través del tiempo, como la obtención de *feedback* por parte de algunos de los bancos centrales de los países pertenecientes a la muestra². Además cabe destacar que dentro de la muestra de 18 países se encuentran países de los que no existe una narrativa de emergencia de burbujas en la literatura, como Canadá, Alemania y Suiza. Por ejemplo, Martius et al. (2014) encuentran que en el mercado alemán el precio de las casas se encuentra bien explicado por sus fundamentos.

Como se muestra en el **Gráfico 1**, hasta mediados de la década de 1990 todos los índices de precios se comportan de manera relativamente estable, excepto para el caso de Finlandia en que se escapa del valor del resto de los países a partir del año 1987, y este proceso justamente coincide con la emergencia de una burbuja en precios de casas que desembocó en la crisis escandinava de septiembre de 1991 (Brunnermeier et al., 2014). Además se advierte del gráfico la sincronía de la evolución de los precios entre países hasta antes del año 2008, donde la gran mayoría de los países muestra un declive en la serie cercano a este último año. Otro caso que destaca al observar los gráficos es Holanda en la década de 1970.

¹ Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Holanda, Irlanda, Japón, Reino Unido, Suecia, Suiza, Noruega y Nueva Zelanda.

² La metodología empleada para recopilar cada una de las series de precios de los distintos países se encuentra disponible en http://www.bis.org/statistics/pp_long_documentation.pdf.

Gráfico 1: series de precios nominales para los 18 países.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del BIS.

4. Resultados.

Los resultados luego de aplicar los distintos tests descritos anteriormente al logaritmo natural de los precios nominales se muestran en la **Tabla 1**. Alemania, Canadá, Suecia y Suiza son países en los que la mayoría de los tests propuestos por Homm et al. (2012) no rechazan la hipótesis nula de paseo aleatorio, y por tanto, para todos estos países no se encuentra la existencia de burbujas. Para el caso de Alemania ya existía evidencia sobre este resultado, como la encontrada por Martins et al. (2014), que utilizando un análisis de cointegración encuentran que la dinámica de los precios para este país es bien explicada por sus fundamentos. Además, según Miles y Pillonca (2008) las expectativas de ganancia de capital desfavorables más que compensaron la contribución de mayores ingresos reales en Alemania. Engsted et al.(2015) tampoco encuentran un patrón explosivo en el ratio precio-renta. Para el caso de Canadá el incremento en los precios reales ascendió en casi un 50%, y desde 1995 hasta la cúspide de los precios la inversión inmobiliaria se duplicó, pero aun así no se presentó una burbuja (André, 2010). Este resultado para Canadá y Suiza se encuentra acorde con Engsted et al.(2015) que encuentran una tendencia $I(1)$ entre precios y rentas, es decir, cointegran y no presentan burbuja.

Para el caso de Suecia, Engsted et al. (2015) encuentran una relación de cointegración entre precios y rentas y a su vez una raíz explosiva, característica de una burbuja en precios. En este estudio el único test que detecta una burbuja es el test FLUC, resultado que contrasta con la narrativa sobre la existencia de una burbuja inmobiliaria a mediados de la década de 1990. En esta época se tuvo que después de la crisis bancaria los precios de las casas volvieron al nivel pre-crisis y aumentaron nuevamente a partir de 1997 hasta la crisis internacional que provocó un declive temporal. Luego de eso el mercado se recuperó rápidamente, y si bien actualmente muestran algo de debilidad, permanecen a niveles muy altos desde una perspectiva histórica de largo plazo (Bergman et al., 2013).

Para el caso de Australia dos de los tests propuestos por Homm et al. (2012) rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria con un 95% de confianza, detectando la presencia de una burbuja en precios, resultado que se encuentra en línea con lo que entrega el test FLUC. Por su parte, Engsted et al.(2015) no encuentran un vector de cointegración entre precios y rentas pero sí una raíz explosiva, detectando una burbuja. Lo que se detecta podría corresponder a una burbuja en bienes raíces que ocurrió entre el año 2002-2004 que no terminó con una crisis (Brunnermeier, 2014). Utilizando la nomenclatura propuesta por Kindleberger, en este caso en

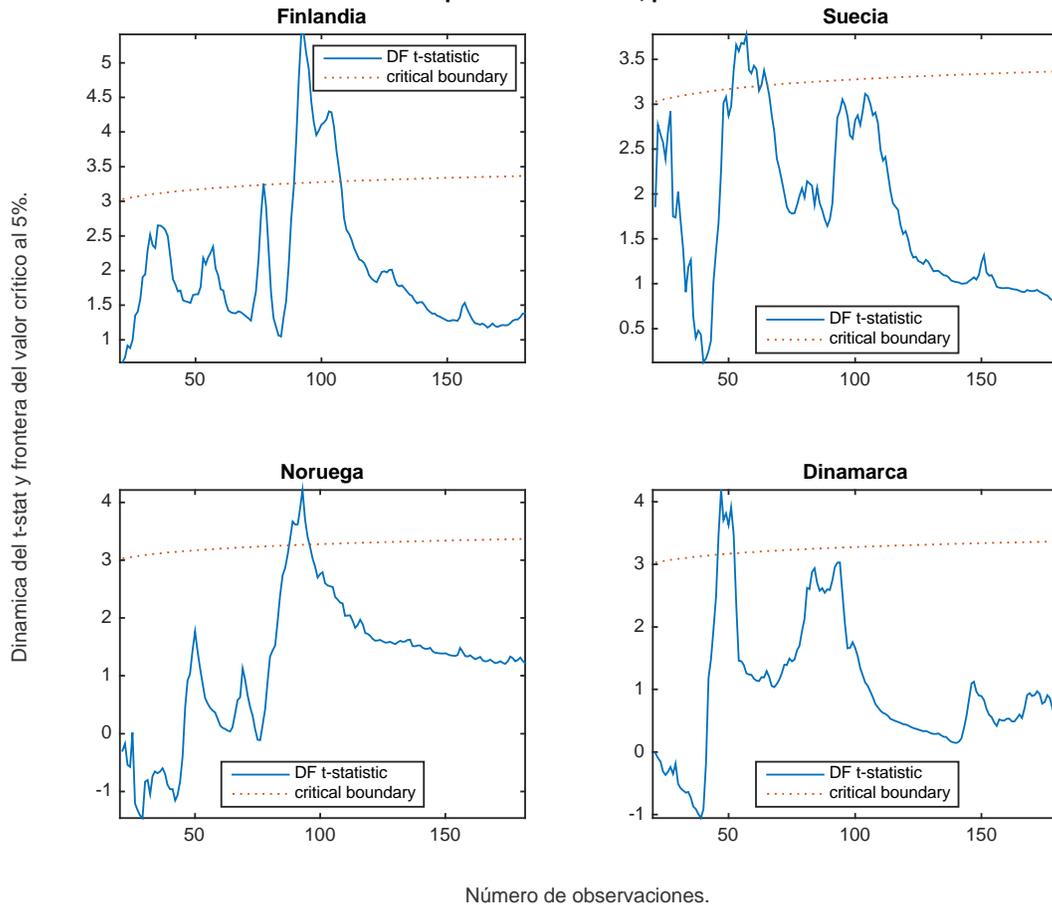
la fase de desplazamiento se produjo desregulaciones en el mercado financiero, una creciente presión competitiva sobre los bancos, innovaciones financieras como la securitización, además de un tratamiento más favorable en los impuestos para los inversionistas. En la fase de *boom* los bancos incrementaron el crédito y sesgaron sus decisiones de préstamos hacia los hogares. En Australia el precio real de las casas se duplicó, y el incremento en la inversión en el sector inmobiliario fue relativamente modesta (André, 2010). La particularidad de este caso es que no terminó con una caída abrupta en el precio de los activos inmobiliarios ni se desató una crisis gracias a la oportuna intervención del Banco Central de Australia. En una primera instancia esta entidad volcó su atención hacia la evolución de los precios de las viviendas residenciales y comunicó públicamente los potenciales riesgos de largo plazo de este patrón explosivo, para luego contraer en varias etapas la política monetaria desde mediados del año 2000, aunque esta acción fue motivada por presiones inflacionarias más que haberse enfocado explícitamente en el precio de un activo en particular, en este caso las casas. Al mismo tiempo, reguladores y otros entes oficiales también participaron en la discusión respecto de los efectos adversos que podría tener la explosión de la burbuja y también tomaron acciones. Finalmente la burbuja terminó con efectos negativos modestos en el consumo y se desaceleró parsimoniosamente sin generar grandes quiebres en precios ni una crisis (Brunnermeier y Schnabel, 2014). También es posible que un alto crecimiento poblacional, en parte por la inmigración neta, haya contribuido a una fuerte apreciación en el precio de las casas (André, 2010).

Tabla 1: Resultados de los tests de Homm et al. (2012) para los 18 países.

País(y)	SupBT	SupDF	SupDFC	$\widehat{\tau}_{DFC}$ Trimestre:Año	FLUC(y,n,k,d)= Fluc(y,20,10,1)
Alemania	0,680	-3,329	-0,119		Sin Burbuja
Australia	3,086**	-2,868	1,988**	T4:2007	Burbuja
Bélgica	2,818**	-0,217	2,303***	T3:2009	Burbuja
Canadá	0,714	-1,377	0,267		Sin Burbuja
Dinamarca	2,757**	-1,541	1,302*	T1:2009	Burbuja
España	7,627***	-2,138	3,658***	T4:2007	Burbuja
Estados Unidos	8,052***	-1,818	1,996**	T2:2008	Burbuja
Finlandia	2,770**	0,106	2,050**	T4:2005	Burbuja
Francia	5,512***	-2,083	3,508***	T3:2008	Burbuja
Gran Bretaña	3,094**	-3,1519	1,984**	T3:2007	Sin Burbuja
Holanda	4,551***	-0,275	2,148***	T4:2009	Burbuja
Irlanda	5,854***	-1,932	2,285***	T4:2008	Burbuja
Italia	6,588***	-2,639	3,503***	T3:2004	Burbuja
Japón	5,465***	-4,518	1,403**	T3:2003	Burbuja
Noruega	1,072	0,323	0,961*	T4:2007	Burbuja
Nueva Zelanda	4,247***	-3,305	2,182***	T1:2007	Burbuja
Suecia	0,763	-0,757	0,608		Burbuja
Suiza	0,911	-0,604	-1,014		Burbuja

Fuente: Elaboración propia en base a datos del BIS.

Gráfico 2: Detección del quiebre estructural, países de la Crisis Escandinava.



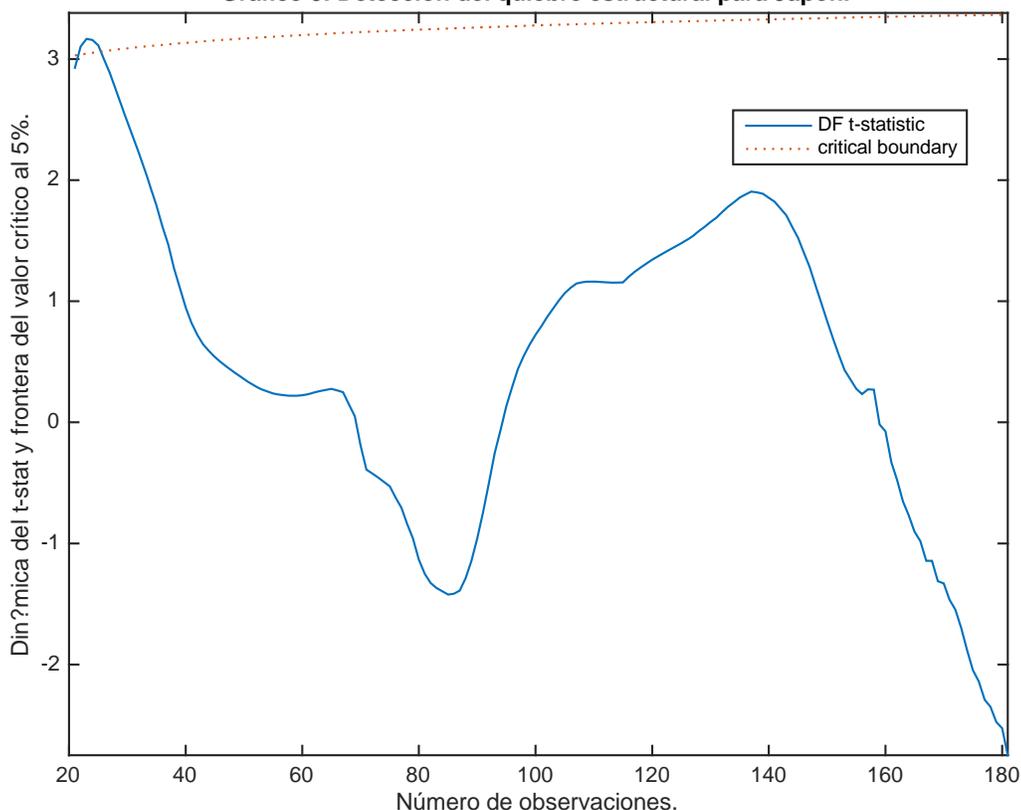
El **Gráfico 2** muestra a los países que fueron parte de la Crisis Escandinava de Septiembre de 1991, entre los que se encuentran Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia. Para Finlandia tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria, y por tanto se encuentra presencia de burbujas. Por su parte, Engsted et al.(2015) no encuentran un vector de cointegración entre precios y rentas pero sí una raíz explosiva, detectando una burbuja. En este caso, previo a la crisis hubo un periodo de amplia desregulación financiera y una escasa supervisión a los bancos. A partir del año 1986 gracias al auge económico que presentó la economía finesa se dio paso a la fase de *boom*, donde el sobrecalentamiento además fue respaldado por una expansión en el crédito, especialmente en moneda extranjera, y esquemas de impuestos generosos. Estos factores en conjunto dieron paso a una euforia que provocó una burbuja tanto en el precio de las casas como en el mercado accionario. El Banco de Finlandia reconoció la excesiva expansión del crédito y decidió contraer ligeramente la política monetaria al principio de 1989. El pánico se originó en 1991 debido a la caída de las exportaciones hacia la Unión Soviética en conjunto con un declive en el producto y una

devaluación de la moneda local, que en conjunto con un descenso en el consumo local llevaron al derrumbe de la economía, además las tasas de interés comenzaron a subir y redujeron la capacidad de pago de la deuda de los agentes económicos y los malos préstamos inmobiliarios hicieron que el sistema bancario colapsara (Taipalus, 2006; Kelly, 2007; Brunnermeier et al., 2014).

Para el caso de Noruega dos de los cuatro tests rechazan la hipótesis de paseo aleatorio, por lo que se detecta la presencia de una burbuja en precios. Engsted et al.(2015) encuentran para este país que los precios y rentas cointegran, pero además presentan una raíz explosiva, característica que muestra la presencia de una burbuja. La burbuja detectada puede corresponder a la crisis escandinava o a una segunda burbuja que surgió a partir de mediados de la década de 1990. Es aquí donde surge la problemática de estos modelos que consideran un único quiebre estructural, por lo que procederemos a describir el episodio de la crisis escandinava porque coincide con la fecha encontrada para Finlandia. A partir de 1983 Noruega experimentó un periodo de crecimiento acelerado. El desplazamiento consistió en la amplia desregularización del sector financiero acompañada por flujos de capital hacia el país que contribuyeron con una expansión del crédito, con lo que emergió una burbuja en el mercado de las casas. La creciente competencia en el sector bancario presionó a estos a adoptar estándares de crédito menos restrictivos que aumentaron el nivel de riesgo. Además el Banco Central noruego perseguía una meta de mantener una tasa de interés baja y estable, teniendo tasas de interés reales cercanas a cero o incluso negativas. A principios de 1986 la caída en el precio del petróleo, altos salarios y ataques especulativos a la moneda noruega cambiaron el panorama económico. En la fase de pánico se tuvo que el consumo y la inversión declinaron en 1987 y arrastró consigo a la burbuja inmobiliaria. La crisis comenzó con la falla de varios bancos pequeños en 1988, que fue seguida por una crisis bancaria severa en 1991 (Brunnermeier et al., 2014).

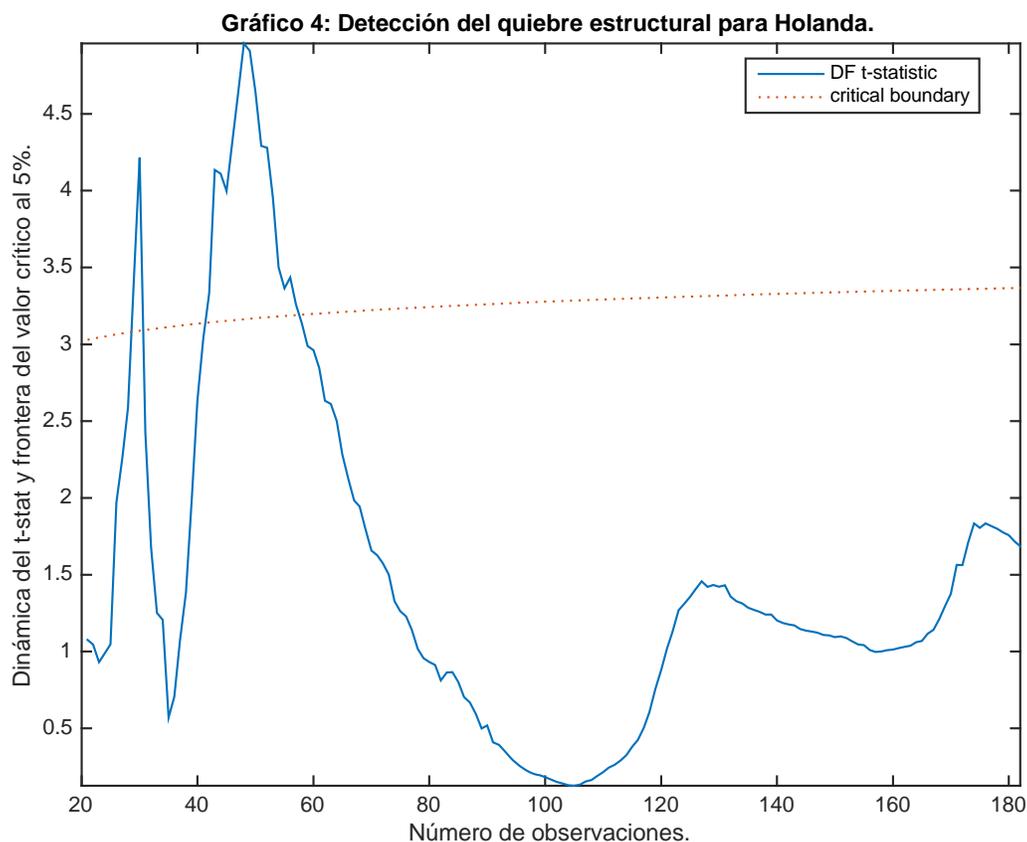
El **Gráfico 3** muestra la dinámica de precios de Japón. Para el caso de este país tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de paseo aleatorio, por lo que se detecta la presencia de una burbuja en precios. Esta detección de la burbuja puede corresponder a la denominada “década perdida”, que abarcó desde 1985 hasta 2003, con una crisis que estalló en enero de 1990. Durante la década de 1980 la economía japonesa fue estimulada en la fase de *boom* por el pensamiento de una “nueva economía” y un *boom* económico, alimentadas por la liberalización e innovaciones financieras que surgieron en la fase de desplazamiento. Cuando

Gráfico 3: Detección del quiebre estructural para Japón.



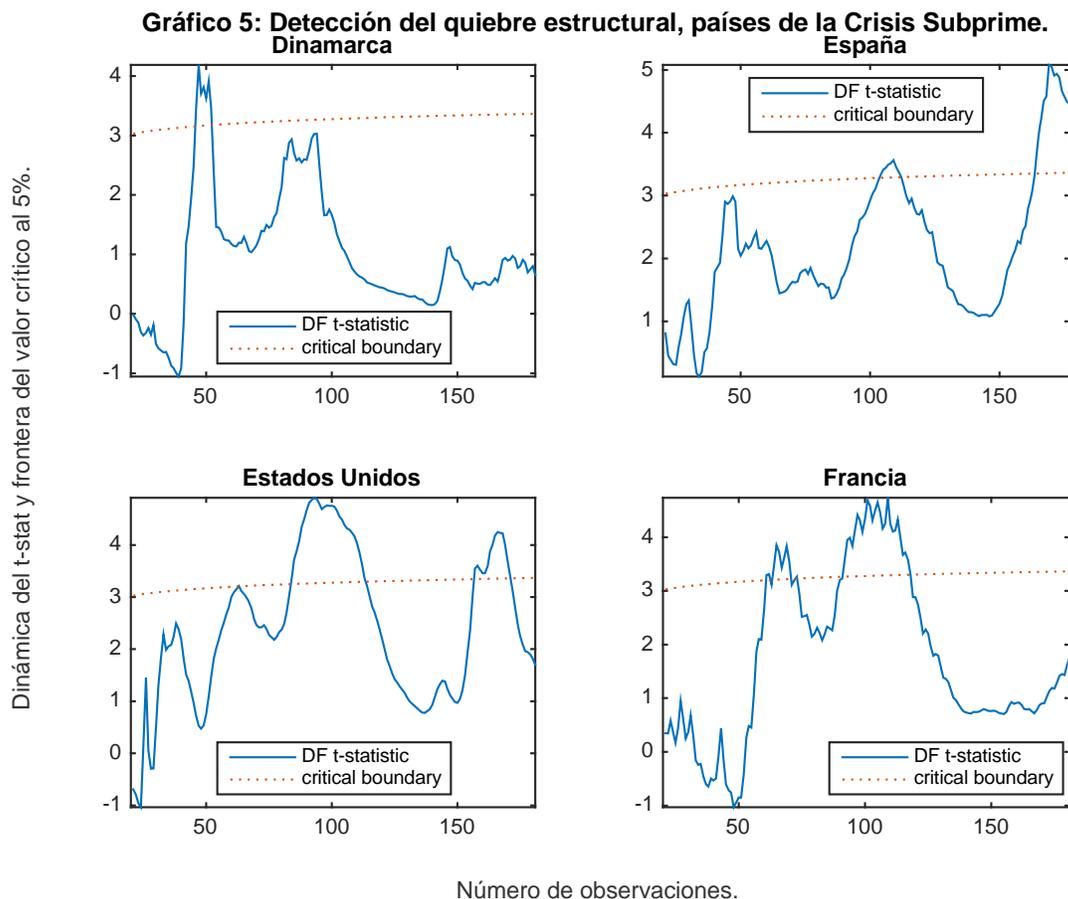
aumentó la presión competitiva de la banca japonesa en conjunto con las desregulación, ésta fue en busca de nuevos clientes. Estos factores en combinación con bajas tasas de interés propiciaron la euforia y su consiguiente emergencia de burbujas en el mercado de acciones y en el mercado de propiedades, en los que estaban involucrados instituciones financieras y los hogares. Una vez que el banco de Japón se dio cuenta de la insostenibilidad de estos patrones decidió subir las tasas de interés a finales del año 1989, y nuevamente en 1990. En la fase de pánico, la reversión aguda en la política monetaria provocó que las burbujas reventaran y precipitó la caída en el mercado accionario, provocando una caída persistente en el precio de los activos que causó un aumento en la morosidad de los préstamos, lo que a su vez causó graves problemas a las instituciones financieras. La explosión de la burbuja en los activos es asociada con la “década perdida”, un periodo prolongado de estancamiento (André, 2010; Brunnermeier et al., 2014). André (2010), recalca que el crecimiento económico de Japón luego del colapso de la burbuja inmobiliaria a principios de 1990 ha sido anémico.

El **Gráfico 4** muestra el caso de Holanda, en el que tres de los tests rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria, encontrándose indicios de burbujas en el precio de las casas. En contraste con este resultado, Engsted et al.(2015) no encuentran indicios de un comportamiento explosivo para este país. La fecha estimada del quiebre coincide con una crisis inmobiliaria entre 1979 y 1987, en la que el precio de las casas descendió en promedio un 50% entre esos años. Una vez que la burbuja estalló los agentes disminuyeron su nivel de consumo debido al descenso en su nivel de bienestar, y los bancos experimentaron un incremento en las deudas impagas (Kelly, 2007). En este país el incremento de la inversión en el sector inmobiliario fue modesto a pesar del gran incremento en los precios de las casas, sugiriendo que la oferta del sector inmobiliario es relativamente inelástica (André, 2010). En Holanda, luego de registrar incrementos de dos dígitos a principios del 2000, el precio de las casas ha avanzado a un paso más moderado a partir del 2001. Esta estabilización a altos precios parece estar soportada por las bajas tasas de interés entre el 2003 y el 2005, subsecuentemente, cuando la tasa de interés subió, bajando el ratio de precio-renta, el mercado se percibió como muy caro y los precios empezaron a bajar a partir del 2008 (André, 2010). Para Kranendonk y Verbreggen (2008) un



factor que puede limitar el declive del precio de las casa en Holanda es la escasez de oferta de éstas, y no encuentran una sobrevaloración en sus precios para el año 2007.

El **Gráfico 5** muestra los casos de Dinamarca, España, Estados Unidos y Francia. Para el caso de Dinamarca tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de paseo aleatorio, por lo que se detecta la presencia de una burbuja en precios. Por su parte, Engsted et al.(2015) no encuentran un vector de cointegración entre precios y rentas pero sí una raíz explosiva, detectando una burbuja. La burbuja en precios detectada puede coincidir con aquella que experimentó antes de que estallara la crisis del 2008 (Bergman et al, 2013). En la fase de euforia los altos precios de las casas estimularon la demanda de los consumidores gracias al impacto positivo sobre el bienestar de los hogares, aumentaron las inversiones en el sector inmobiliario y contribuyó significativamente con el sobrecalentamiento de la economía danesa entre el 2006 y el 2007. Como resultado se presentó una tasa de desempleo baja en conjunto con un alza sustantiva en el nivel de salarios que disminuyó la competitividad de las firmas locales a nivel internacional. En la fase de pánico, cuando la burbuja estalló la actividad



asociada a la construcción y la confianza de los consumidores colapsó, al mismo tiempo que las exportaciones netas danesas sufrieron debido a la combinación de la crisis económica internacional con la estructura de costos menos competitiva (Martins et al., 2014). Para Miles y Pillonca (2008) el cambio en las expectativas de ganancia de capital contribuyó en cerca de 45 puntos porcentuales en el incremento del precio real de las casas. Skaarup y Bødker (2009) estiman que para el precio nominal de las casas estaban sobrevaluadas entre un 5 a un 10% de su valor de equilibrio a mediados del 2009.

Para España tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria, y por tanto se encuentra presencia de burbujas. La estimación de la fecha de quiebre coincide con la burbuja en el precio de las casas de España que se gestó a partir de 1997. Según Ambrose et al. (2013), España presencié entre 1997 y el 2007 un incremento en el precio de las casas cercano a un 240%, seguido luego por una gran caída en el precio de las casas. El desplazamiento para el caso español consistió en la presencia de una baja tasa de interés en la eurozona, y particularmente muy baja para el caso español en las tasas de préstamos para financiar la compra de casas, teniéndose que pasó desde un 9,6% en 1997 hasta un 3,3% en 2007 (Brunnermeier et al., 2014); Además de un aumento de la competencia entre los bancos, crecimiento poblacional, compra de casas por parte de foráneos y un boom en el sector inmobiliario que aceleró la tasa de crecimiento de la burbuja. En España la inversión inmobiliaria respondió al alza en precios de las casas multiplicándose por casi 2,5 veces entre 1995 y 2007 (André, 2010). La burbuja explotó cuando se propagaron los efectos de la crisis subprime a Europa, y pegó muy fuerte a los bancos españoles porque estos estaban involucrados en el financiamiento de sector inmobiliario y en actividades de desarrollo de propiedades. En la fase de pánico, el cambio en las expectativas de desarrollo de los precios en el mercado de las casas, la contracción del crédito en el sector bancario y el mercado mayorista por productos financiados con hipotecas en las que descansaban fuertemente las instituciones españolas desembocó en una crisis que tuvo efectos dramáticos sobre la economía real (Taipalus, 2006; Martins et al., 2014; Conefrey et al., 2009; Brunnermeier et al., 2014). También es posible que un alto crecimiento poblacional, en parte por la inmigración neta, haya contribuido a una fuerte apreciación en el precio de las casas (André, 2010). Según Miles y Pillonca (2008) el incremento poblacional contribuyó en aproximadamente 35 puntos porcentuales en el aumento del precio de las casas para el caso de España. Los precios nominales de las casas han ido cayendo desde principios del 2008 y esta tendencia debería continuar por la sobrevaloración (André, 2010). Para Miles y Pillonca (2008) el cambio en las

expectativas de ganancia de capital contribuyó en cerca de 45 puntos porcentuales en el incremento del precio real de las casas.

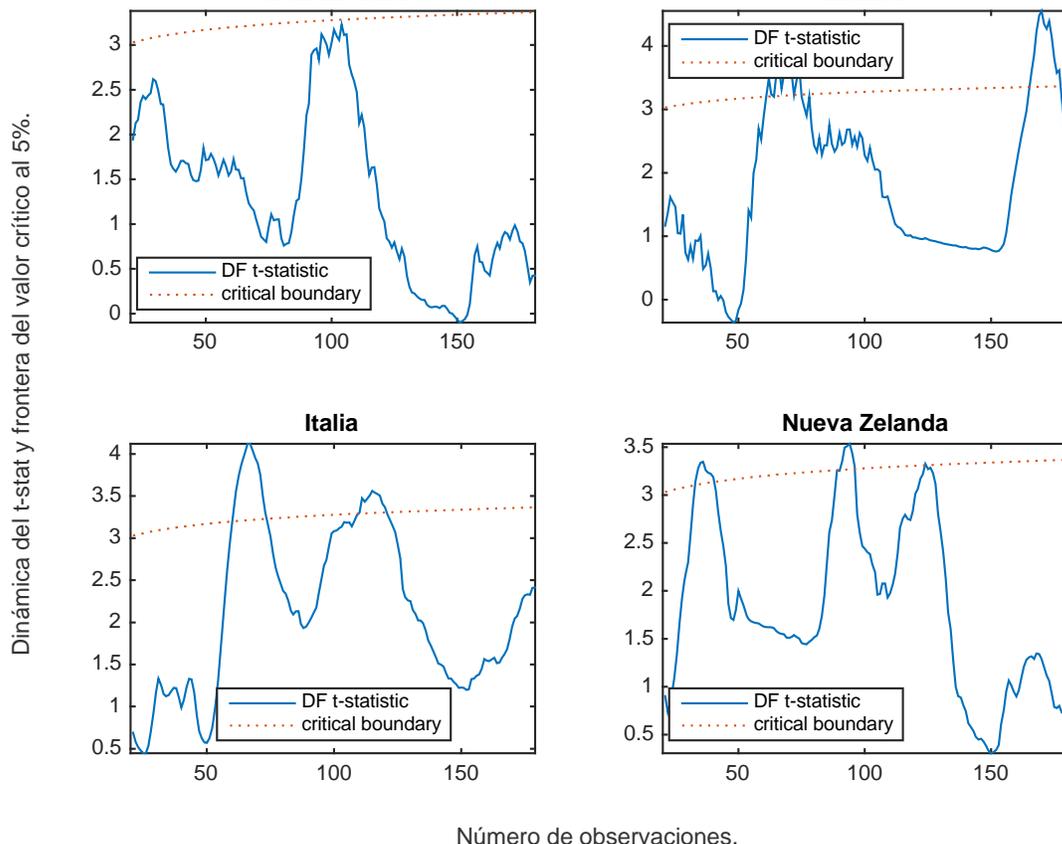
Para el caso de Estados Unidos tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de paseo aleatorio, por lo que se detecta la presencia de una burbuja en precios. Este resultado se encuentra en línea con los resultados de Engsted et al.(2015), quienes encuentran para este país que los precios y rentas cointegran, pero además presentan una raíz explosiva, característica acorde con la presencia de una burbuja. La fecha de quiebre estimada coincide con la emergencia de la burbuja subprime, que tuvo como consecuencia la crisis financiera del 2008. En este caso el desplazamiento consistió en que a principios de la década del 2000 la desregulación e innovación financiera que incluyó la securitización y nuevos instrumentos financieros, acompañada de un rápido crecimiento del shadow banking, contribuyó con la emergencia de un *boom* crediticio en el sector de las casas. En la fase de euforia, una gran valuación en las casas y expectativas optimistas alimentaron la burbuja que emergió en el sector inmobiliario. Sin embargo, debido a la desaceleración económica y al alza en las tasas de interés la burbuja se revirtió a mediados de 2006. Para el caso de Estados Unidos el incremento en los precios reales ascendió en casi un 50%, y desde 1995 hasta la cúspide de los precios la inversión inmobiliaria aumentó en un 70% (André, 2010). En la fase de pánico, la morosidad aumentó y el valor de los productos financieros respaldados por las hipotecas se desplomó. Se propagó la incertidumbre y las dificultades financieras se extendieron entre el shadow banking, y luego se permearon al resto de las instituciones financieras (Taipalus, 2006; Belke et al., 2007; Martin, 2011; Brunnermeier et al., 2014). Luego de que los precios empezaran a caer en algunos estados de Estados Unidos a finales del 2006 el mercado de hipotecas subprime colapsó gatillando una crisis financiera más profunda, que hundió a la economía mundial dentro de una recesión solo comparable con la Gran Depresión de 1929 (André, 2010). Según Miles y Pillonca (2008) el incremento poblacional contribuyó en aproximadamente 35 puntos porcentuales en el aumento del precio de las casas para el caso de Estados Unidos. Según Ambrose et al. (2013) los precios de las casas crecieron sobre un 5% por año desde el 2000 hasta el 2006 con algunos mercados locales experimentando un crecimiento por sobre el 20% anual. Luego, entre el 2007 y el 2009 Estados Unidos presenció una corrección significativa en el mercado de las casas con un decaimiento agregado real de un 26%.

Para el caso de Francia tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria. En línea con este resultado, Engsted et al.(2015) no encuentran un vector de cointegración entre

precios y rentas pero sí una raíz explosiva, detectando una burbuja. La fecha estimada de quiebre es para el tercer trimestre del 2008, momento en el que los precios de las propiedades crecieron especialmente rápido (Belke et al., 2007). En contraste con este resultado, la inversión en nuevas casas parecía estar cercano a su equilibrio de largo plazo de entre un 5 y un 6 % del PIB (Conefrey et al., 2009), y además poseía un bajo ratio de hipotecas/PIB (Calza et al., 2013). Para este país el incremento en la inversión en el sector inmobiliario fue modesta a pesar de las notables incrementos en el precio de las casas, sugiriendo que la oferta del sector inmobiliario es relativamente inelástica (André, 2010). Además debido al incremento en el precio de las casas éstas se hicieron cada vez menos asequibles, haciendo que los prestatarios extendieran el periodo de repago de sus hipotecas, teniéndose que hipotecas que expiran hasta en 50 años en Francia, España y Gran Bretaña (Lunde et al., 2008). También es posible que un alto crecimiento poblacional (pero en menor medida que para los casos de Irlanda, España, Nueva Zelanda y Australia), en parte por la inmigración neta, haya contribuido a una fuerte apreciación en el precio de las casas(André, 2010).

El **Gráfico 6** muestra los casos de Gran Bretaña, Italia, Irlanda y Nueva Zelanda. Para el caso del Gran Bretaña, dos de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de paseo aleatorio, por lo que se detecta una burbuja en precios. La fecha estimada de quiebre puede coincidir con la detección de una burbuja en el periodo anterior a la crisis subprime. Detrás del alza en el precio de las casas se encontraron varias razones, entre ellas que la economía se auguraba en una mejor posición pues el crecimiento se encontraba sobre su potencial de largo plazo, y el desempleo e inflación se encontraban bajos en la fase de desplazamiento. En la fase de *boom* los estándares para prestar de los bancos se volvieron menos restrictivos y las tasas de interés descendieron significativamente, también se utilizó mucho la securitización. Además se manifestó un ambiente de ilusión sobre la “máquina de creación de dinero eterno” basada en la creación de riqueza y aumento del consumo a través del alza en el precio de las casas, que resultó tener una escasa relación con el crecimiento económico y con los fundamentales pero se asumió como el “estado normal de las cosas”, teniéndose un crecimiento explosivo en el segmento que compraba casas para mantenerlo como un activo especulativo o como un generador de ingresos personales o una fuente de pensiones (Martin, 2011). El consumo permaneció fuerte y las tasas de interés se mantuvieron bajas. Incluso se reportaba que para el otoño de 2003 el ratio precio-arriendo y el ratio hipoteca-ingreso se encontraban por sobre

Gráfico 6: Detección del quiebre estructural, países de la Crisis Subprime.
Gran Bretaña **Irlanda**



el del último *boom* registrado en 1989, y por tanto en ese momento se temía que los consumidores altamente endeudados bajo una situación adversa pudieran crear *shocks* negativos a la demanda en la economía, es decir, pasar a una fase de pánico (Taipalus, 2006; Martins et al., 2014). Para este mismo país el incremento en la inversión inmobiliaria fue modesta, a pesar de la gran magnitud del incremento en precios de las casas, sugiriendo que la oferta del sector inmobiliario es relativamente inelástica (André, 2010).

Para el caso de Italia tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de paseo aleatorio, encontrándose la presencia de burbujas. La fecha de quiebre estimada coincide con el periodo anterior a la Crisis Subprime. En este país las bajas tasas de interés llevaron a un *boom* inmobiliario, que logró mantener un nivel de consumo sostenido. Por otro lado el país contaba con una pérdida de competitividad externa persistente que luego el sector inmobiliario no logró seguir sosteniendo con su *boom*. La economía italiana cayó en una recesión entre el cuarto trimestre del 2004 y el primer trimestre del 2005 producto de un deterioro en las expectativas de los inversionistas y los negocios. Para el año 2006 ya se temía que la situación italiana podría desembocar en una crisis mayor debido a su pérdida en competitividad y la posibilidad

de que se detuviera el *boom* inmobiliario, llevado a un periodo prolongado de contracción. Para el caso de este país el ratio de hipotecas/PIB es de 13% y la relación préstamo/valor es de un 50%, en ambos casos las más bajas entre los países de la unión europea para el año 2009, y ha sido históricamente bajo en este país debido a la dificultad de los prestamistas para la reposición del activo en caso de que el prestatario deje de pagar, esto como consecuencia de lo lento y costosos que son los procedimientos judiciales (Calza et al., 2013). Además, en un indicador sintético del grado de desarrollo y completitud del mercado hipotecario desarrollado por el FMI se encuentra entre los países grandes con menor desarrollo de este segmento junto con Francia y Alemania (Belke et al., 2007; Caliman, 2008).

Para el caso de Irlanda tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria, encontrándose presencia de burbuja. Este resultado se encuentra en línea con los resultados de Engsted et al.(2015), quienes encuentran para este país que los precios y rentas cointegran, pero además presentan una raíz explosiva, característica que muestra la presencia de una burbuja. La fecha estimada del quiebre coincide con la crisis financiera del 2008. En general, para este periodo, Irlanda se podría describir como un país poco conservador en términos de hipotecas habitacionales, con altos ratios de apalancamiento, que en conjunto con una tasa poblacional creciente, mayores ingresos y menores intereses hipotecarios propiciaron un incremento en la demanda por casas. En la fase de desplazamiento la integración con la zona euro no sólo cambió la disponibilidad de financiamiento sino que además su costo disminuyó drásticamente y se liberalizó la actividad financiera gracias a la unión monetaria que permitió endeudarse sin incurrir en el riesgo de tipo de cambio, abriendo la posibilidad de endeudarse en el extranjero para financiar la inversión inmobiliaria. Además la securitización de las hipotecas les permitía venderlas al mercado europeo y reducir su exposición (al menos nominalmente) a las vicisitudes del mercado local. En la fase de *boom* el sector financiero se endeudaba a bajas tasas en la zona euro para luego prestar en Irlanda al sector inmobiliario, en conjunto con una política monetaria laxa que también propició la formación de la burbuja en el sector inmobiliario. El *boom* en el mercado de las casas recayó en la disponibilidad de la oferta de crédito en la forma de hipotecas y la liberalización significó que los bancos ya no estaban atados por los depósitos domésticos o la disponibilidad de recursos en el mercado local. En la fase de euforia el nivel de transacciones que alcanzó el sector habitacional obligó a los bancos locales a abrir fondos sustanciales en el extranjero para financiar el *boom* inmobiliario, y una vez que colapsó la burbuja irlandesa el 2008 empezaron a reducir su adopción de deuda en el extranjero. Cuando las economías avanzadas gastaban cerca del 5%

del PIB en construir nuevas casa, Irlanda estaba gastando 4 veces más (Kelly, 2007). Un problema adicional de Irlanda fue que el sector inmobiliario ocupaba una parte importante de participación en el PIB, cercano a 14% para el año 2005, lo que una vez que estalló la burbuja provocó que el mercado laboral también se hundiera debido a la cantidad de recursos que se utilizaba en este sector. Según Conefrey et al. (2009) la burbuja explotó no tanto por la incertidumbre que causó la crisis del 2008 sobre los mercados financieros sino porque se deterioraron las expectativas de futuras ganancias de capital por parte de los agentes. En la fase de pánico, el estallido de la burbuja en el sector inmobiliario arrastró consigo al sector financiero, que no estaba expuesto a los activos tóxicos de Estados Unidos. Su sobre exposición al riesgo doméstico debido a la gran cantidad de préstamos habitacionales precipitó una crisis financiera de grandes proporciones. Gran parte de la burbuja inmobiliaria fue impulsada por expectativas de que el precio de las casas siguiera al alza (Martins et al., 2014; Conefrey et al., 2009; Honohan, 2009). En Irlanda la inversión inmobiliaria respondió a al alza en precios de las casas triplicandose entre 1995 y 2006 (André, 2010). También es posible que un alto crecimiento poblacional, en parte por la inmigración neta, haya contribuido a una fuerte apreciación en el precio de las casas (André, 2010). Según Miles y Pillonca (2008) el incremento poblacional contribuyó en más de 70 puntos porcentuales en el aumento del precio de las casas para el caso de Irlanda.

Para el caso de Nueva Zelanda tres de los cuatro tests rechazan la hipótesis nula de paseo aleatorio, encontrando la presencia de una burbuja. Por su parte, Engsted et al.(2015) no encuentran un vector de cointegración entre precios y rentas. Este resultado coincide con evidencia encontrada sobre dislocaciones entre el precio de las casas y sus fundamentos a partir del año 2000. Fraser et al. (2008) describen que Nueva Zelanda a partir de 1984 empezó a cambiar en términos de liberalización de los mercados, entre los que se incluyó una mayor libertad en los movimientos de la tasa de interés, teniéndose que gran parte de la sobrevaluación de los activos en este país se debió más a dinámicas del precio que a sobrereacciones del mercado. Si bien esta burbuja se considera modesta comparada con la de otros países de esta muestra, se consideraba que el país se encontraba vulnerable ante un posible alza en las tasas de interés porque un 80% de los activos de los hogares correspondían a casas. Entre las razones para tener tan alta proporción de los activos en casas se encuentran que las tasas relativas de retorno de éstos tienden a ser mayores en tiempos de inflación en este país, además de que generaba un exceso de retorno por sobre un bono de largo plazo del gobierno de un 1,2%. En este caso la autoridad monetaria reaccionó contrayendo

moderada y gradualmente la política monetaria siete veces hasta llegar a un 6,75%, lo que tuvo como efecto evitar una crisis financiera o económica mayor, pasando desde un crecimiento del PIB de un 4,8% en el año 2004 a un 2,3% en el 2005 (Roubini, 2006). Esta medida se utilizó enfocándose en metas de precios de activos, en este caso el precio de las casas. Para el caso de Nueva Zelanda el precio real de las casas casi se duplicó, y el incremento en la inversión en el sector inmobiliario fue relativamente modesta (André, 2010). También es posible que un alto crecimiento poblacional, en parte por la inmigración neta, haya contribuido a una fuerte apreciación en el precio de las casas(André, 2010).

Para el caso de Bélgica tres de los tests rechazan la hipótesis nula de paseo aleatorio, encontrando burbujas. Además, la fecha estimada de quiebre corresponde al tercer trimestre de 2009, coincidiendo con el periodo comprendido por la Crisis Subprime. En el caso de este país no hubo un declive en los precios luego de la crisis, y según datos de la OECD y Scatigna et al. (2014) la corrección en el precio es necesaria debido a una débil salud financiera de los hogares y un sector bancario frágil. Engsted et al.(2015) no encuentran un patrón explosivo para este país y encuentran que su vector de cointegración es de aproximadamente 0,0053.

5. Conclusiones.

Los resultados obtenidos en este estudio mediante la utilización de la metodología de quiebre estructural que detectan cambios en los precios desde un proceso con raíz unitaria a uno explosivo propuesta por Homm y Breitung (2012) coinciden con la narrativa histórica y con los resultados econométricos de varios autores sobre la presencia de burbujas en el mercado inmobiliario. Debido a las particularidades propias del sector inmobiliario, como la presencia de ilusión monetaria (Engsted et al., 2016), es posible que se pueda detectar burbujas en precios utilizando simplemente series de precios nominales, por lo que mediante el análisis de éstos se podría tener un indicador temprano sobre emergencia de burbujas. En particular, en este estudio los únicos países en los que no se encontró la presencia de burbujas en precios fueron Alemania, Canadá, Suecia y Suiza.

Por su parte, la fecha estimada de quiebre al utilizar las series completas se acercó bastante al periodo de burbuja que se intentaba encontrar, pero en general no correspondía al periodo en que ésta se gestó debido a que el modelo utilizado para este cálculo considera un único quiebre. En cambio, al estimar el quiebre mediante el análisis de la dinámica del t-stat otorgado por el FLUC se puede tener una mejor estimación sobre cuándo se gestó la burbuja. Futuros estudios podrían extender este análisis utilizando sólo la fase expansiva de la burbuja para evitar el problema de estimación de la fecha cuando la serie no presenta un único quiebre.

Bibliografía

Abreu, Dilip, y Markus K. Brunnermeier. "Bubbles and crashes." *Econometrica* 71.1 (2003): 173-204.

Ambrose, B. W., Eichholtz, P., & Lindenthal, T. (2013). House prices and fundamentals: 355 years of evidence. *Journal of Money, Credit and Banking*, 45(2-3), 477-491.

André, Christophe. "A Bird's Eye View of OECD Housing Markets", OECD Economics Department Working Papers No. 746." (2010).

Belke, Ansgar Hubertus, y Daniel Gros. "Instability of the Eurozone? On monetary policy, house prices and labor market reforms." (2007).

Bergman, U. Michael, Bjørn Tangaa Sillemann, y Peter Birch Sørensen. "House Prices in Denmark and Sweden." (2013).

Breitung, Jörg, y Robinson Kruse. "When bubbles burst: econometric tests based on structural breaks." *Statistical Papers* 54.4 (2013): 911-930.

Brunnermeier, Markus K., y Martin Oehmke. Bubbles, financial crises, and systemic risk. No. w18398. National Bureau of Economic Research, 2012.

Brunnermeier, Markus K., y Isabel Schnabel. *Bubbles and Central Banks: Historical Perspectives*. No. 1411. 2014.

Buseti, F., & Taylor, A. R. (2004). Tests of stationarity against a change in persistence. *Journal of Econometrics*, 123(1), 33-66.

Caliman, Tiziana, y Enrico Di Bella. "Spatial autoregressive models for house price dynamics in Italy." *Economics Bulletin* 31.2 (2011): 1837-1855.

Calza, Alessandro, Tommaso Monacelli, y Livio Stracca. "Housing finance and monetary policy." *Journal of the European Economic Association* 11.s1 (2013): 101-122.

Cho, M. (1996). House price dynamics: A survey of theoretical and empirical issues. *Journal of Housing Research*, 7(2), 145.

Chu, C. S. J., Stinchcombe, M., & White, H. (1996). Monitoring structural change. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1045-1065.

- Ciarlone, Alessio. "House price cycles in emerging economies." *Bank of Italy Temi di Discussione (Working Paper) No 863* (2012).
- Claessens, Stijn, y Mr M. Ayhan Kose. *Financial Crises Explanations, Types, and Implications*. No. 13-28. International Monetary Fund, 2013.
- Conefrey, Thomas, y John Fitz Gerald. "Managing housing bubbles in regional economies under EMU: Ireland and Spain." *National Institute Economic Review* 211.1 (2010): 91-108.
- Daher, A. (2013). El sector inmobiliario y las crisis económicas. *Eure (Santiago)*, 39(118), 47-76.
- Engsted, T., Hviid, S. J., & Pedersen, T. Q. (2016). Explosive bubbles in house prices? Evidence from the OECD countries. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 40, 14-25.
- Engsted, T., & Pedersen, T. Q. (2015). Predicting returns and rent growth in the housing market using the rent-price ratio: Evidence from the OECD countries. *Journal of International Money and Finance*, 53, 257-275.
- Fraser, Patricia, Martin Hoesli, y Lynn McAlevey. "House prices and bubbles in New Zealand." *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 37.1 (2008): 71-91.
- Gürkaynak, Refet S. "Econometric tests of asset price bubbles: taking stock*." *Journal of Economic Surveys* 22.1 (2008): 166-186.
- Honohan, Patrick. "Resolving Ireland's banking crisis." *Vol. 40, No. 2, Summer*, (2009): 207-231.
- Hott, C., & Monnin, P. (2008). Fundamental real estate prices: An empirical estimation with international data. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 36(4), 427-450.
- Hui, E. C., & Yue, S. (2006). Housing price bubbles in Hong Kong, Beijing and Shanghai: a comparative study. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 33(4), 299-327.
- Kelly, Morgan. "On the likely extent of falls in Irish house prices." (2007).
- Kim, K. H., & Lee, H. S. (2000, July). Real estate price bubble and price forecasts in Korea. In *Asia Real Estate Society Fifth Annual Conference, Beijing*(pp. 26-30).

Martin, R. L. (2011). *Fixing the game: Bubbles, crashes, and what capitalism can learn from the NFL*. Harvard Business Press.

Martins, António Miguel, et al. (2014) "House Price Dynamics and Bank Herding: European Empirical Evidence."

Miles, D., & Pillonca, V. (2008). Financial innovation and European housing and mortgage markets. *Oxford Review of Economic Policy*, 24(1), 145-175.

Rajan, Raghuram G. "Has finance made the world riskier?" *European Financial Management* 12.4 (2006): 499-533.

Rosser, J. Barkley, Marina V. Rosser, y Mauro Gallegati. "A Minsky-Kindleberger Perspective on the Financial Crisis." *Journal of Economic Issues* 2 (2012): 449-458.

Roubini, Nouriel. "Why Central Banks Should Burst Bubbles*." *International Finance* 9.1 (2006): 87-107.

Scatigna, Michela, Robert Szemere, y Kostas Tsatsaronis. "Residential property price statistics across the globe." *BIS Quarterly Review September* (2014).

Shiller, Robert J. "Measuring bubble expectations and investor confidence." *The Journal of Psychology and Financial Markets* 1.1 (2000): 49-60.

Taipalus, Katja. *A Global House Price Bubble?: Evaluation Based on a New Rent-price Approach*. Suomen Pankki, 2006.