

**Estudio para la detección de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales
economías de América Latina**

Karla Yuritza Florez Sanabria

Adriana Milena Galvis Pradilla

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Industrial

Directora

Laura Daniela Garces Carreño

Magister en Ingeniería Industrial

Codirector

Juan Benjamín Duarte Duarte

PhD en Finanzas de Empresa

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

A las personas más influyentes en mi vida y a las que más amo en el mundo: mis padres. Por alentarme a soñar, enseñarme a trabajar para alcanzar mis metas y dedicar su vida a brindarme todas las oportunidades. Todos mis logros les pertenecen.

Karla Florez

A mis padres, por ser el soporte de mi vida, por apoyarme en toda mi vida e impulsarme a seguir siempre; por brindarme las oportunidades que han podido. Los quiero mucho.

Adriana Galvis

Agradecimientos

A la educación pública, en la que he crecido y espero ver crecer a muchos más colombianos.

Siempre pública, gratuita y de calidad.

A mi familia, que ha sido apoyo y amor siempre.

A mi compañera *Adriana Galvis*, por su paciencia y esfuerzo.

A mis amigos, que fueron compañía, alegría, calor y una parte muy importante de mi paso por la
universidad.

A todos muchas gracias, estas líneas no son suficientes para expresarles mi agradecimiento, los
llevo en el corazón y en la memoria.

Karla Florez

A Dios, por darme salud y sabiduría en el curso de mi vida profesional.

A mi familia, por su apoyo y compañía.

A mi compañera *Karla Florez*, por su paciencia y esfuerzo.

A mis amigos por su compañía, alegría y apoyo en mi paso por la universidad; especialmente a
Hazel y Manuel por ayudarme a encontrar respuestas a mis dudas del proyecto.

A todas las personas que han sido parte de vida y de mi crecimiento profesional y personal;
muchas gracias por todo, siempre estarán en mi corazón y memoria.

Adriana Galvis

Tabla de Contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del problema	13
2. Objetivos	16
3. Revisión de la literatura	17
3.1 Análisis Bibliométrico.....	17
3.2 Análisis de la literatura.....	22
4. Marco de referencia.....	30
4.1. Marco de Antecedentes	30
4.2. Marco teórico	33
4.2.1. Burbujas	33
4.2.2. Mercado inmobiliario.....	35
4.2.3. Crisis económica	37
4.2.4. Variables fundamentales	37
5. Metodología	38
5.1. Prueba de Phillips Perron	40
5.2. Análisis de Cointegración de Johansen.....	42
5.3. Modelo de Corrección de Errores	44
5.4. Modelo de coeficientes variables	46
6. Datos	48
6.1. Precio de la vivienda	49
6.2. Tasa de Desempleo.....	52
6.3. IPC.....	55

6.4. M2	57
7. Resultados	59
7.1. Prueba de Phillips Perron	59
7.2. Análisis de Cointegración de Johansen	61
7.3. Modelo de Corrección de Errores	63
7.4. Modelo de coeficientes variables	64
8. Conclusiones	70
9. Recomendaciones	72
Referencias Bibliográficas	74

Lista de Tablas

Tabla 1 Cumplimiento de objetivos	12
Tabla 2 Descripción variable precio de la vivienda.....	50
Tabla 3 Descripción variable tasa de desempleo	53
Tabla 4 Descripción variable IPC	55
Tabla 5 Descripción variable M2.....	58
Tabla 6 Resultados de la prueba de Phillips Perron.....	60
Tabla 7 Resultados análisis de Johansen	62
Tabla 8 Resultados MCE	64

Lista de Figuras

Figura 1 Publicaciones por año.....	18
Figura 2 Concentración de publicaciones en países estudiados.....	19
Figura 3 Metodologías y pruebas estadísticas utilizadas en las publicaciones.....	20
Figura 4 Variables utilizadas en las publicaciones.....	21
Figura 5 Autores de las publicaciones.....	22
Figura 6 Desarrollo metodológico.....	39
Figura 7 Precio de la vivienda.....	51
Figura 8 Tasa de desempleo.....	53
Figura 9 IPC.....	56
Figura 10 M2.....	58
Figura 11 Prueba PP segunda diferencia precio de la vivienda Brasil.....	61
Figura 12 α en el tiempo.....	65
Figura 13 β en el tiempo.....	67
Figura 14 γ en el tiempo.....	68

Lista de Apéndices

(Los apéndices se encuentran en la carpeta adjunta y se pueden visualizar en la base de datos de la biblioteca UIS)

Apéndice A Código en R para el análisis de burbujas inmobiliarias

Apéndice B Artículo de carácter publicable

Resumen

Título: Estudio para la detección de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina *

Autor: Karla Yuritzza Flórez Sanabria, Adriana Milena Galvis Pradilla **

Palabras Clave: Burbujas, Mercado inmobiliario, América Latina, Modelo de coeficientes variables, Análisis econométrico.

Descripción:

El estudio de las burbujas económicas es un tema relevante para el entendimiento de la sociedad, ya que su ocurrencia ha generado varias de las más grandes crisis económicas del mundo: como la tulipomanía holandesa, la Gran Depresión de 1930, la crisis de las puntocom y la crisis de las hipotecas subprime, entre otras.

El objetivo principal de este proyecto es llevar a cabo un análisis para la detección de burbujas en los mercados inmobiliarios de Brasil, Colombia y Chile, utilizando un análisis econométrico. La metodología empleada en este estudio inicia con un análisis descriptivo a partir de las series de tiempo graficadas y algunas medidas como la media y la desviación, a través de las cuales se obtiene una primera impresión sobre el comportamiento de los precios de la vivienda y sus fundamentales. Una vez realizado el análisis descriptivo se aplican las diferentes pruebas y modelos estadísticos propuestos, que incluyen la prueba de estacionariedad de Phillips Perron, el análisis de cointegración de Johansen, un modelo de corrección de errores y un modelo de coeficientes variables que emplea el filtro de Kalman.

Los resultados señalan que el mercado brasilero y el colombiano presentan evidencia de una burbuja inmobiliaria en 2015 y 1995, respectivamente, mientras que para el mercado chileno no se observa evidencia suficiente para señalar la existencia de una burbuja. Además, los datos para Colombia indican una posible gestación de burbuja durante los últimos años.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa de Ingeniería Industrial. Directora: Laura Daniela Garces Carreño, Magister en Ingeniería Industrial. Codirector: Juan Benjamín Duarte, PhD en Finanzas de Empresa

Abstract

Title: Study to detect bubbles in the real estate market of the main Latin American economies *

Authors: Karla Yuritza Flórez Sanabria, Adriana Milena Galvis Pradilla **

Key Words: Bubbles, Real estate market, Latin America, Variable coefficient model, Econometric analysis.

Description:

The study of economic bubbles is a relevant topic for the understanding of society, since their occurrence has generated several of the largest economic crises in the world: such as the Dutch tulipmania, the Great Depression of 1930, the dotcom crisis and the subprime mortgage crisis, among others.

The main objective of this project is to carry out an analysis for the detection of bubbles in the real estate markets of Brazil, Colombia and Chile, using econometric analysis. The methodology used in this study begins with a descriptive analysis based on the time series plotted and some measures such as mean and deviation, through which a first impression of the behavior of housing prices and their fundamentals is obtained. Once the descriptive analysis has been carried out, the different statistical tests and models proposed are applied, which include the Phillips Perron stationarity test, the Johansen cointegration analysis, an error correction model and a variable coefficients model using the Kalman filter.

The results indicate that the Brazilian and Colombian markets show evidence of a real estate bubble in 2015 and 1995, respectively, while for the Chilean market there is not enough evidence to point to the existence of a bubble. In addition, the data for Colombia indicate a possible bubble gestation during the last few years.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering Program. Director: Laura Daniela Garces Carreño, Master in Industrial Engineering. Codirector: Juan Benjamín Duarte Duarte, PhD in Business Finance

Introducción

Una gran cantidad de investigaciones empíricas, centradas principalmente en la experiencia de las economías avanzadas, han demostrado que los precios de la vivienda, y los cambios en el precio de la vivienda, están estrechamente relacionados con un conjunto de variables macroeconómicas y condiciones específicas del mercado, que se espera que influyan tanto en la demanda como en la oferta (Chen, 2001; Hilbers et al., 2001; Hofmann, 2003; Tsatsaronis y Zhu, 2004; Gerlach y Peng, 2005; Egert y Mihaljek, 2007; Glindro et al., 2008, 2011; Hilbers et al., 2008; Klyuev, 2008; Worthington y Higgs, 2013). La vivienda juega un papel clave en la economía, ya que también apalanca otros sectores como el de la construcción. Además, los episodios de auge y caída del mercado inmobiliario pueden poner en peligro la estabilidad financiera y el crecimiento económico de un país.

Aun cuando la cantidad de estudios que hacen uso de modelos econométricos, para determinar la existencia y posibles causas de las burbujas inmobiliarias, ha aumentado con los años y han surgido nuevos modelos, la gran mayoría de investigaciones se centran en el mercado de Estados Unidos, China y Reino Unido, es por esto que esta investigación busca realizar un estudio para la detección de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina, que además de ser poco estudiadas, en las últimas décadas han presentado incrementos importantes en los precios de la vivienda, despertando una sensación generalizada en gremios y especialistas sobre la existencia de burbujas.

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos trazados, en este documento se realiza en primer lugar un análisis bibliométrico que permite establecer referentes y tener una amplia visión acerca del estudio de la temática en los últimos años, posteriormente se presentan los antecedentes de la

investigación y un marco teórico que facilita la comprensión de algunos conceptos básicos. Una vez revisada la literatura se presenta el desarrollo metodológico, que describe las diferentes pruebas y análisis llevados a cabo en la investigación, además de una descripción de los países estudiados, las variables y los datos empleados. Por último, se muestran los resultados obtenidos y su respectivo análisis, finalizando el documento con las conclusiones y recomendaciones.

Tabla 1*Cumplimiento de objetivos*

Objetivo	Cumplimiento
Revisar la literatura científica publicada sobre la detección de burbujas en el sector inmobiliario, para la identificación de países y/o regiones, ventanas de tiempo, metodologías y variables más utilizadas, con el fin de establecer puntos de referencia para la ejecución de la presente investigación.	Capítulo 3 y 4
Determinar la metodología, variables, países, ventanas de tiempo y series de datos necesarias para la detección de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina.	Capítulo 5 y 6
Verificar la existencia de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina, haciendo uso de la metodología seleccionada.	Capítulo 7, apéndice A
Elaborar un artículo de carácter publicable con los resultados encontrados en el presente proyecto.	Apéndice B

1. Planteamiento del problema

El estudio de las burbujas económicas y financieras es un tema relevante para la comprensión de una nación, ya que su ocurrencia ha generado varias de las más grandes crisis económicas del mundo, como la 'tulipomanía' holandesa, la Gran Depresión de los años 1930, la crisis de las puntocom y la crisis de las hipotecas subprime, entre otras. El término burbuja, en economía, es definido por la RAE como el “proceso de fuerte subida en el precio de un activo, que genera expectativas de subidas futuras no exentas de riesgo”, esto significa que el valor del activo aumenta sin fundamento alejándose de manera anormal, prolongada y desenfrenada de su precio de equilibrio en el mercado o, quizá, de su valor real.

Normalmente las burbujas son identificadas después de la gran caída de los precios de los activos, por esto mismo la mayoría de los estudios sobre burbujas analizan los mercados de manera retrospectiva, ya que no se puede afirmar que ningún cambio específico en una economía pueda provocar el surgimiento de una burbuja. No es posible determinar con exactitud qué tipo de política afecta más a las burbujas, pero sí es verdad que el estallido de las burbujas es más peligroso si su financiación nació del sistema financiero. Las consecuencias de la explosión parecen ser más severas cuando la burbuja va acompañada de un auge crediticio, un alto apalancamiento, un desajuste de liquidez de los actores del mercado e instituciones financieras que participan en el frenesí de compra (Brunnermeier y Schnabe, 2016). Como sucedió en la Gran Depresión de los años 1930, la crisis de las hipotecas subprime y la burbuja inmobiliaria de España, los grandes ciclos en el sector inmobiliario pueden ser perjudiciales tanto para la estabilidad financiera como para la economía real; los estudios revelan que de las casi 50 crisis bancarias sistémicas registradas

en las últimas décadas, más de dos tercios estuvieron precedidas por patrones de auge y caída en los precios de la vivienda (Fondo Monetario Internacional, 2014).

Con el fin de conocer un panorama general sobre las investigaciones existentes para la comprobación de la existencia de burbujas en el sector inmobiliario se realizó una revisión a 100 publicaciones científicas en las bases de datos ScienceDirect, Springer, ProQuest, Taylor & Francis, Scopus, SAGE journals, Scielo, EBSCOhost, Emerald Insight, Regional Studies Association y SSRN (Social Science Research Network), todas disponibles en la Universidad Industrial de Santander, en esta revisión se encontraron investigaciones de sólo tres países latinoamericanos: Colombia (1 artículo), Chile (1 artículo) y Brasil (3 artículos), lo que evidencia la falta de estudio en esta región, esto cobra especial importancia si se tiene en cuenta la sensación generalizada de gremios y especialistas sobre la existencia de burbujas inmobiliarias en las economías latinoamericanas. En Brasil, se vive un boom inmobiliario sin precedentes y, a pesar de que, el sistema financiero aparentemente opera en condiciones normales, la preocupación de los analistas internacionales crece debido a las similitudes del escenario económico del país con el que desencadenó la crisis subprime en Estados Unidos en 2008 (Universia Knowledge@Wharton, 2011). En Colombia, la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF) advierte sobre la amenaza de una burbuja inmobiliaria, teniendo en cuenta las tendencias alcistas en los precios de la vivienda, que se pueden evidenciar en indicadores como el de vivienda nueva proporcionado por el DANE, que se ubica alrededor de un 30 por ciento real por encima de su media histórica (Portafolio.co, 2011). En Santiago, Chile se han encendido las alarmas de una potencial burbuja inmobiliaria debido a un aumento entre el 90% y 150% en los valores nominales de los precios de

la vivienda en los últimos 10 años, mientras que los ingresos sólo han aumentado un 25% (Ruiz-Tagle, 2019).

El presente proyecto propone llevar a cabo un análisis para la detección de burbujas en los mercados inmobiliarios de las principales economías de América Latina utilizando un modelo econométrico, que representa un aporte significativo al estudio de burbujas inmobiliarias en la región, y que, así mismo, implica la aplicación de muchos de los conocimientos y habilidades adquiridas en la formación profesional como ingeniero industrial.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Comprobar la existencia de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina.

2.2 Objetivos Específicos

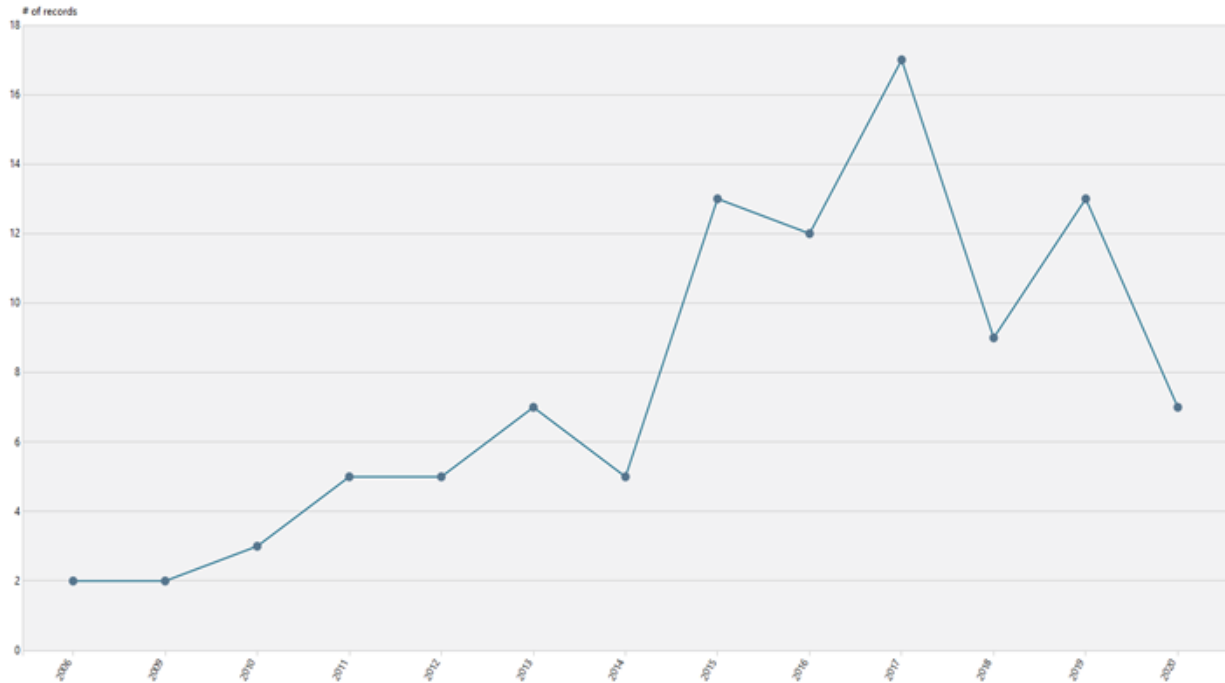
1. Revisar la literatura científica publicada sobre la detección de burbujas en el sector inmobiliario, para la identificación de países y/o regiones, ventanas de tiempo, metodologías y variables más utilizadas, con el fin de establecer puntos de referencia para la ejecución de la presente investigación.
2. Determinar la metodología, variables, países, ventanas de tiempo y series de datos necesarias para la detección de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina.
3. Verificar la existencia de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina, haciendo uso de la metodología seleccionada.
4. Elaborar un artículo de carácter publicable con los resultados encontrados en el presente proyecto.

3. Revisión de la literatura

3.1 Análisis Bibliométrico

Con la finalidad de tener una amplia visión acerca de la temática estudiada en los últimos años se realiza el presente análisis bibliométrico, para el cual fueron consultados 100 artículos, la mayoría de ellos publicados en los últimos 10 años. Las bases de datos de las cuales fueron obtenidos dichos artículos son: ScienceDirect, Springer, ProQuest, Taylor & Francis, Scopus, SAGE journals, Scielo, EBSCOhost, Emerald Insight, Regional Studies Association y SSRN (Social Science Research Network), todas disponibles en la Universidad Industrial de Santander. A partir de los artículos consultados se crea una base de datos en Excel para la tabulación de las diferentes características, tales como: autores, revista, año de publicación, países estudiados, metodologías usadas, variables utilizadas y periodo de tiempo estudiado. Posteriormente se procesa la base de datos en el software bibliométrico VantagePoint, con el propósito de hacer una revisión estadística y de, esta manera, relacionar y evaluar el comportamiento del tema de estudio según cantidad de artículos publicados por país, por año, palabras clave, autor, categoría, etc.

La figura 1 muestra el número de artículos publicados por año, como se puede observar, aunque no existe un crecimiento sostenido, se evidencia un aumento en el número de publicaciones a partir del 2014, esto indica que existe un creciente interés en desarrollar e implementar metodologías que permitan la detección de burbujas inmobiliarias, adicionalmente se resalta que los años con mayor número de publicaciones sobre el tema son el 2015, 2017 y 2019, lo cual evidencia el carácter actual de la temática.

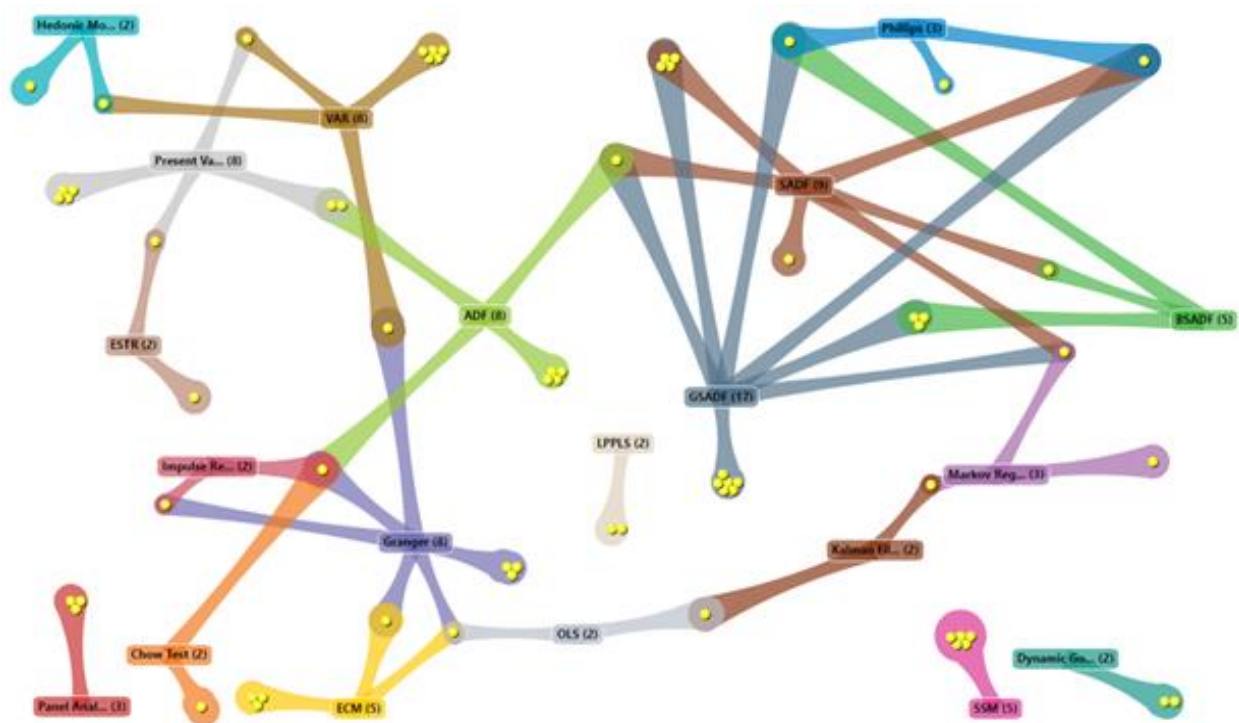
Figura 1*Publicaciones por año*

Así mismo, es importante conocer los países que se han estudiado en los diferentes artículos publicados, por esta razón se presenta la figura 2, un mapa de calor que muestra la concentración de países investigados. Se puede observar que los países más estudiados son Estados Unidos (28 artículos) y China (25 artículos). Además, el mapa indica que los estudios realizados se concentran en ciertas áreas, como Norteamérica, Europa y el este asiático. En Latinoamérica solo se encontraron estudios en tres países: Colombia (1 artículo), Chile (1 artículo) y Brasil (3 artículos), evidenciando la falta de estudio de burbujas inmobiliarias en los países latinoamericanos.

aumentada de Dickey-Fuller (ADF) y sus derivadas: la prueba suprema aumentada de Dickey-Fuller (SADF) y la prueba generalizada suprema aumentada de Dickey-Fuller (GSADF), junto con la prueba de causalidad de Granger. Al observar las intersecciones entre nodos es evidente que no existe una relación clara entre las pruebas estadísticas y cierto tipo de modelo, lo cual se debe a la diversidad de pruebas estadísticas que existen y a las características propias de los datos utilizados en los diferentes estudios, que determinan el tipo de prueba que se debe aplicar.

Figura 3

Metodologías y pruebas estadísticas utilizadas en las publicaciones

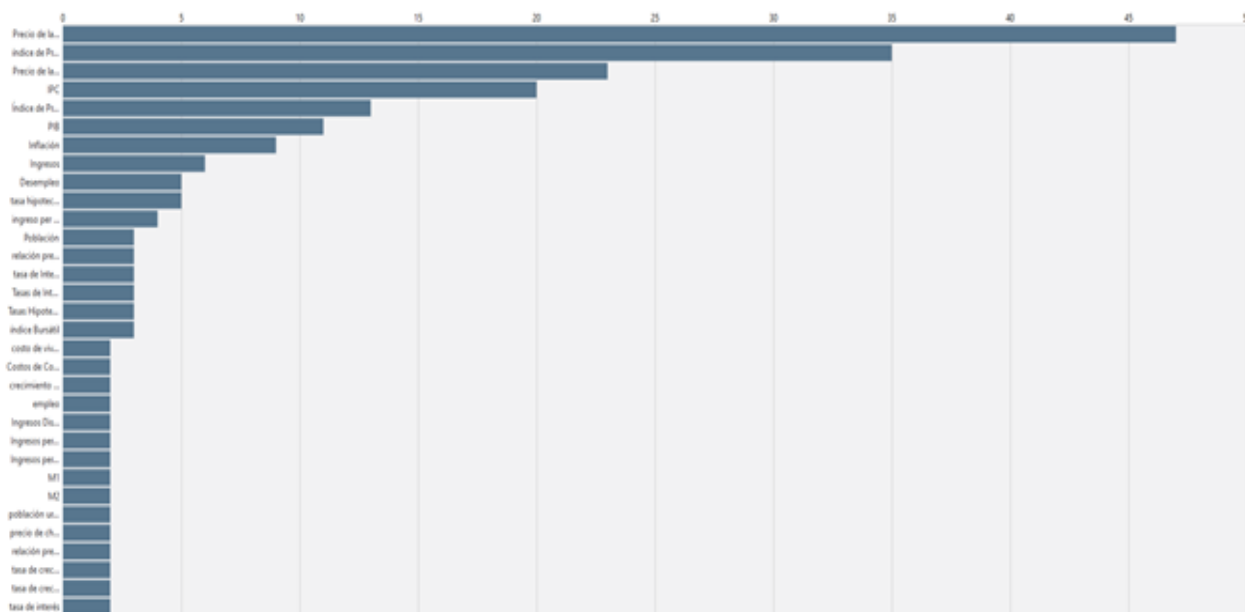


También es de gran relevancia analizar las variables que fueron utilizadas en las investigaciones consultadas (ver figura 4), es importante señalar que en la gráfica presentada sólo se incluyeron aquellas variables utilizadas en más de 1 artículo. Se puede observar que las variables más frecuentes son el precio de la vivienda, índices del precio de la vivienda, precio de la renta, índices

de precio de la renta, IPC, PIB, inflación, ingresos per cápita y tasa de desempleo, estas variables se utilizan frecuentemente por su universalidad, ya que en la mayoría de los artículos se estudian varios países.

Figura 4

VARIABLES UTILIZADAS EN LAS PUBLICACIONES



Finalmente es importante mencionar aquellos autores con mayor número de publicaciones, para esto se presenta la figura 5, una nube de palabras (solo incluye autores con más de un artículo publicado) donde se puede observar que I-Chun Tsai, profesor de finanzas de la universidad nacional de Kaohsiung es el autor con más artículos publicados (5 artículos), seguido por Jan R. Kim, MeiChi Huang y Eddie Chi-man Hui, cada uno con 3 publicaciones.

Figura 5*Autores de las publicaciones***3.2 Análisis de la literatura**

Una burbuja es un fenómeno de contagio en el que los precios de un activo están subiendo y las personas se sienten cada vez más atraídas a participar (Shiller, 2021). Para Kindleberger (2011), las crisis financieras son el resultado de estallidos de burbujas en los precios de los activos, definiendo el desarrollo de una burbuja en cinco fases: en primer lugar se encuentra la fase descrita como desplazamiento, que puede ser provocada por un cambio tecnológico o una innovación financiera que genera expectativas respecto a las ganancias y el crecimiento económico; la segunda fase es el boom, que generalmente se caracteriza por ser un periodo de bajo crecimiento, de expansión del crédito y de incremento lento y constante en la inversión, con lo cual los precios de los activos aumentan hasta un punto en el que exceden el valor adicional que provee la innovación; la tercera fase es la euforia, en la que los inversionistas transan activamente y en grandes cantidades el bien sobrevalorado, lo que provoca que los precios aumenten exponencialmente; la cuarta fase

es la toma de ganancias, en la cual los inversionistas experimentados empiezan a reducir su actividad y reclamar sus ganancias, mientras existen otros inversionistas con menos conocimiento que compran los activos sobrevaluados; y finalmente, la fase de pánico, en la que los precios empiezan a caer y los inversionistas no logran deshacerse del activo devaluado. Por su parte, Robert Shiller (2000) describe los mecanismos de amplificación de la burbuja como procesos Ponzi, en los 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. La burbuja de activos tiene una larga historia, la Tulipomania holandesa (1634-1637) es el primer caso de burbuja registrado, que junto con la burbuja del Mississippi en Francia (1719-1720) y la burbuja del mar del sur en el Reino Unido (1720) son las llamadas "tres burbujas clásicas" (Lei y Lu-Kui, 2011). Aunque existe una amplia literatura que analiza la existencia de burbujas en diferentes mercados, esta investigación se centra en el estudio de las burbujas inmobiliarias.

Estudiar los impulsores del mercado de la vivienda es importante porque esta juega un papel clave en la economía. Primero, es el principal activo de los hogares y los cambios en su precio tienen un efecto de riqueza mucho más fuerte que otros activos (Case et al., 2005, 2012; Berger et al., 2017). En segundo lugar, la inversión residencial privada representa un porcentaje del PIB, que para el caso de Estados Unidos es del 4,6% (los gastos de consumo en servicios de vivienda representan el 12-13% del PIB, y el parque de viviendas donde se encuentran hogares y organizaciones sin fines de lucro se valoró en \$21,6 billones en 2013, mientras que la capitalización del mercado de valores fue de \$20,3 billones); en Colombia, según Fedelonjas (Federación Colombiana de Lonjas de Propiedad Raíz) el sector inmobiliario participa con el 15%

del PIB nacional y del empleo (Portafolio, 2019) y en Brasil, una de las economías más destacadas de Latinoamérica, el mercado inmobiliario equivale al 2.3% del PIB nacional, siendo uno de los que más contribuye al crecimiento del país (Cambra Comerç Brasil Catalunya, 2021). Y, en tercer lugar, los episodios de auge y caída en el mercado de la vivienda pueden poner en peligro la estabilidad financiera y el crecimiento macroeconómico (Crowe et al., 2013; Dell’Ariccia et al., 2016). Pero pese a su importancia, el sector inmobiliario no ha recibido la debida atención por parte de los macroeconomistas; como señaló alguna vez Ed Leamer, los principales manuales de Macroeconomía por lo general no hacían mención del sector inmobiliario, pero esto ha cambiado a partir de la recesión generada luego del estallido de la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos, que produjo la desaceleración mundial más profunda desde la Gran Depresión de 1930, motivando a la gente a tomar conciencia de los daños colaterales que pueden desencadenar los colapsos inmobiliarios (FMI, 2014).

Es claro que el estallido de la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos y la posterior crisis económica desatada, que afectó no solo a este país, sino a la economía mundial, dio mayor visibilidad al fenómeno de las burbujas inmobiliarias y marcó un hito en el estudio de esta temática. Actualmente existe una extensa literatura sobre este episodio, diversos autores analizan el contexto del momento y buscan determinar las principales causas de la burbuja y su estallido, y algunos van más allá, señalando responsables de la crisis. La mayoría se sorprendió por la fragilidad del sistema financiero y la profundidad de la recesión iniciada por el colapso de uno de sus sectores (el mercado secundario de hipotecas de viviendas). Entre las causas asociadas a la crisis se destacan 3: la política monetaria expansiva, la política de las tasas del sistema de reserva federal (FED por sus

siglas en inglés) y las valoraciones inexactas entregadas por las agencias de calificación (McDonald y Stokes, 2013)

Shiller (2009), economista que advirtió sobre la inminente crisis, opina que la burbuja inmobiliaria comenzó en 1997 y se mantuvo en un momento en que la tasa de fondos federales cayó ligeramente del 5,5% en 1997 al 4,75% durante gran parte de 1998, y luego aumentó a 6,5% en 2000. El momento en el que Shiller afirma que la burbuja comenzó es consistente con la observación hecha por Thornton (2009), cuando el impuesto federal a las ganancias de capital sobre la vivienda ocupada por el propietario esencialmente fue eliminado, de manera que la gente podía especular sobre casas teóricamente libres de impuestos. Shiller (2008, p. 41) sostiene que la burbuja inmobiliaria fue un boom especulativo que él llama "un contagio". Además de los análisis deductivos, existe un gran número de estudios empíricos que buscan determinar las causas y las fechas de inicio y estallido de la burbuja inmobiliaria que desencadenó la crisis subprime. McDonald y Stokes (2013) utilizan el análisis de causalidad de Granger y métodos de modelado VAR (Vectores Autorregresivos) para comprobar la hipótesis de que la política de tasas de interés de la reserva federal que redujo y mantuvo baja la tasa de fondos federales en el período 2001-2004 fue al menos una causa importante de la burbuja inmobiliaria, haciendo uso de dos series de tiempo, la tasa de fondos federales en el mercado y el índice de precio de la vivienda S&P/Case-Shiller, los autores concluyen que los hallazgos de su investigación son consistentes con la opinión de que la política de tasas de interés de la reserva federal impulsó la baja de fondos federales y mantenerla fue una causa de la burbuja inmobiliaria. Karlsen (2013) investiga la existencia de una burbuja inmobiliaria en Estados Unidos antes de la crisis del 2007, para esto analiza la relación precio-alquiler, el precio de la vivienda y las tasas de interés, haciendo uso de un modelo VAR

coexplosivo, a partir de los resultados concluye que, según la evidencia empírica, hubo una burbuja inmobiliaria antes de la crisis del 2007.

El mercado inmobiliario chino es el segundo más estudiado después del mercado estadounidense ya que ha presentado un auge sin precedentes desde el 2008. Si bien algunos analistas están preocupados, dando serias advertencias sobre la importancia del inminente colapso del mercado inmobiliario chino, otros rechazan la hipótesis de la burbuja, justificando el crecimiento del mercado inmobiliario con el rápido ritmo de urbanización y otros factores sociales, como el impulso cultural de poseer propiedades inmobiliarias (Ahuja y col, 2010). La investigación realizada por Zhi et al. (2019) emplea el modelo LPPLS (Log-Periodic-Power-Law-Singularity) para detectar si hay alguna evidencia de comportamientos especulativos insostenibles, que se refuercen a sí mismos, entre las series de precios; también investigan si los precios se desvían significativamente de los fundamentos económicos aplicando la prueba de cointegración E-G. Encontraron que 10 de las 35 ciudades analizadas mostraban señales LPPLS positivas, por lo que proponen realizar pruebas de diagnóstico de burbujas e implementar políticas relevantes para las características específicas de las burbujas. Liu et al. (2016) aplica el modelo dinámico de crecimiento de Gordon que se basa en burbujas racionales para descomponer la relación precio-alquiler logarítmica en tres partes, es decir, burbujas racionales, tasas de crecimiento esperadas de rentas y devoluciones descontadas. Los dos últimos términos representan los fundamentos de la vivienda. El estudio deja en claro que el factor principal que impulsa a los precios de la vivienda a mantenerse altos es la existencia de burbujas y sugiere que los próximos estudios sobre el mercado chino incluyan y aborden adecuadamente el factor burbuja al modelar la dinámica de los

precios de los activos, ya que la literatura existente solo se enfoca en la relevancia de los fundamentos en el precio de los activos.

En las últimas décadas también se ha sospechado la existencia de burbujas inmobiliarias en otros países, como España, donde las bajas tasas de interés favorecían el endeudamiento, y los bancos empezaron a solicitar menos exigencias para conceder préstamos. Todo esto bajo la creencia de que el valor de la vivienda nunca bajaría, y así, se produjo un incesante aumento de precios que, como era de esperarse, llegó a un punto en el que la tendencia se revirtió (Oroy Finanzas, 2013). Según algunos autores como Durán (2014), la formación de una burbuja inmobiliaria en España se debió a una equívoca política monetaria, si las tasas de interés hubiesen sido más elevadas, menor habría sido el grado de especulación e inferior la demanda de vivienda. Por otra parte, la intensa competencia bancaria provocó que las entidades crediticias volcaran un excesivo volumen de créditos a familias y empresas constructoras, financiando con créditos a clientes de dudosa solvencia y a constructores de viviendas en poblaciones donde la demanda era prácticamente inexistente. La investigación desarrollada por Fernández-Kranz y Hon (2006) tiene como objetivo estimar la elasticidad de la demanda de la vivienda en España a partir de la sección transversal de precios e ingresos en cincuenta provincias españolas desde 1996 hasta 2002, para lo cual utiliza un modelo Log lineal, a partir de los resultados obtenidos los autores concluyen que la tasa de crecimiento de los precios de la vivienda en España entre 1998 y 2003 es consistente con la existencia de una burbuja inmobiliaria, ya que los precios están entre un 24% y un 34% por encima de su nivel de equilibrio a largo plazo.

Los mercados inmobiliarios generalmente se consideran locales, ya que existen varios factores como la disponibilidad de tierras, impuestos locales y factores gubernamentales que hacen a cada

mercado único, es por esto por lo que la mayoría de las investigaciones analizan los mercados por separado. Sin embargo, lo ocurrido en la crisis del 2008 hace que surjan interrogantes sobre la transmisión de burbujas inmobiliarias, por lo que hay investigaciones como la realizada por Gómez et al. (2018) donde se estudia la existencia y transmisión internacional de burbujas inmobiliarias en 20 países de la OCDE durante el periodo 1970-2015 siguiendo modelos de periferia central, la investigación concluye que se han presentado burbujas inmobiliarias en todos los países analizados. Adicionalmente, identifica varios episodios de potencial transmisión, todos ellos originados en la burbuja inmobiliaria de Estados Unidos que precedió la crisis del 2008.

Los modelos más utilizados en los análisis empíricos son los modelos VAR, Present Value (PVM) y Error Correction (ECM), esto se debe principalmente a que la literatura sobre ellos es más amplia y sencilla de comprender, pero además de estos factores hay aspectos estructurales y de utilidad que hacen de estos modelos los más populares. Los defensores de VAR resaltan tres principales ventajas del método: primero, es simple, no se requiere determinar cuáles variables son endógenas y cuáles exógenas, ya que todas las variables son endógenas. Segundo, la estimación es sencilla, el método de mínimos cuadrados ordinarios puede aplicarse a cada ecuación por separado y tercero, las predicciones obtenidas con la aplicación de este método son en muchos casos mejores que aquellas obtenidas de modelos de ecuaciones simultáneas complejos (Gujarati, 2004). El ECM tiene dos principales ventajas: en primer lugar, la multicolinealidad tiende a ser menor debido a que la correlación lineal entre las variables es menor, permitiendo una estimación más precisa de los parámetros; en segundo lugar, el modelo puede captar con mayor facilidad la información dinámica contenida en los datos de las series económicas, al incluir diferencias de todas las variables (Rendón, 2003). El PVM es la descripción más básica de la fijación racional de

los precios de los activos, propone que el precio es igual a la suma de los beneficios actuales y futuros descontados de la propiedad del activo, proporcionando una explicación compacta de las variaciones del precio de un producto, que se deben a los cambios en los rendimientos futuros esperados. De ahí que el modelo de valor presente pueda considerarse como una versión muy reducida de un modelo dinámico de oferta y demanda (Pindyck, 1992). Aun así, son cada vez más las investigaciones que proponen el uso de otro tipo de modelos, como el SSM (State Space Model), un modelo de series de tiempo que incluye una o más variables no observables (state variables), cuya dinámica se puede representar por una ecuación de estado. Los parámetros de la ecuación de observación y la ecuación de estado se pueden estimar conjuntamente utilizando métodos de máxima verosimilitud. Este modelo también permite separar la desviación del precio de mercado observado del precio fundamental en el error de medición (x_t) generado por un proceso de ruido blanco y el precio de burbuja (B_t), cuya evolución está impulsada por el precio de la burbuja y la tasa de interés (Teng et al, 2013); un aspecto clave a resaltar sobre este modelo es que puede procesar series de tiempo no estacionarias. Además, en presencia de variables tanto correlacionadas como no observadas, la adopción del SSM representa una mejora en el análisis de regresión estándar, ya que puede permitir endogeneidad, mientras que los modelos de regresión lineal utilizan variables exógenas para distinguir la variación explicable de la inexplicable.

La detección de sobrevaluaciones en los mercados inmobiliarios sigue siendo más arte que ciencia. Los indicadores de carácter general, como las relaciones entre los precios de las viviendas y los alquileres, son un primer paso, pero para determinar si existe sobrevaluación se necesitan análisis y dictámenes más detallados (Fondo Monetario Internacional, 2014). El desarrollo de estudios empíricos es de vital importancia ya que uno de los objetivos principales que ha

estimulado la investigación del tema es desarrollar medidas que puedan ser relevantes para monitorear el mercado y prevenir futuras crisis.

4. Marco de referencia

4.1. Marco de Antecedentes

El trabajo de grado titulado “Burbujas especulativas en los precios de la vivienda en Colombia” presentado por la economista Paulina Villa Bedoya en el año 2015, para obtener el título de magíster en economía de la universidad EAFIT, busca determinar la presencia de burbujas inmobiliarias en Colombia en el periodo 1998-2014, para esto lleva a cabo tres análisis: primero, establece los ciclos de los precios de la vivienda separando la tendencia a través de filtros; luego hace uso de un modelo de vector de corrección del error con series de tiempo multivariadas para encontrar los determinantes del precio de la vivienda a largo plazo; y finalmente evalúa la correlación que existe entre el precio de la vivienda y el índice de calidad de la cartera hipotecaria. La investigación concluye que existe evidencia de dos crisis en el mercado inmobiliario colombiano en el periodo analizado, la primera entre 1998 y 1999, y posteriormente en el año 2008. Además, se encuentra una correlación negativa entre los precios de la vivienda y la calidad en la cartera hipotecaria. Este trabajo aporta información sobre el contexto del mercado inmobiliario colombiano y latinoamericano, y es un referente de los estudios que se han desarrollado con el fin de determinar la existencia de burbujas inmobiliarias en el país.

El trabajo de grado realizado por Yasmin Solansh Guerrero Lindao y Danalis Cassandra Juárez Trelles en el 2013 titulado “Burbuja inmobiliaria en el Perú, periodo 2000 – 2013” busca determinar la existencia de burbujas inmobiliarias en Perú haciendo uso de técnicas estadísticas,

matemáticas y econométricas. Inicialmente se realiza un análisis de gráficos donde se registran los precios de la vivienda con una serie de variables macroeconómicas con el fin de detectar indicios de una burbuja y posteriormente se construyen diversos modelos econométricos. El trabajo concluye que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de que no existe una burbuja inmobiliaria en Perú. Este trabajo resalta la falta de estudio del mercado inmobiliario en Latinoamérica y aporta información valiosa sobre el mercado inmobiliario en otros países latinoamericanos, principalmente Perú.

La investigación llamada “Burbuja inmobiliaria, El caso en Bogotá 2007-2018” desarrollada en el 2019 por Andrés Felipe Parra Sánchez y Carlos Giuseppe Sánchez Polo tiene como finalidad determinar si en Bogotá los incrementos de los precios en la vivienda son producto de la oferta y la demanda o de una burbuja inmobiliaria, para esto los autores aplican un método deductivo, partiendo de los datos provenientes del Ministerio de Hacienda, junto con el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), el gran salón inmobiliario y diferentes papers y ensayos ya realizados. En este trabajo se analizan algunas crisis económicas importantes en la historia, como la crisis de Vietnam en 1997, España 1998-2004, Estados Unidos en el 2008 y China 2000-2009. A partir del análisis de las crisis presentadas en los diferentes países y los datos obtenidos de las instituciones colombianas los autores señalan que el resultado de un crecimiento desproporcionado de los precios en la vivienda en Bogotá va ligado también a los costes que implican de forma directa la creación de dichos predios y resaltan la importancia de que el estado en cada país trabaje fuertemente para contrarrestar y mitigar los riesgos y con esto controlar de alguna manera que estas crisis no se repitan.

El trabajo de grado titulado “Aspectos sobre el sector inmobiliario que pueden determinar la existencia o no de una burbuja inmobiliaria: análisis del caso de los estratos altos en las localidades de Chapinero y Usaquén en la ciudad de Bogotá” presentado por Juan Camilo Durán Téllez y Mónica Huertas Tamayo en el año 2014, para optar por el título de magíster en derecho económico, presenta un análisis fundamentado en cifras suministradas por el DANE, el Banco de la República, el Ministerio de Vivienda, la Federación Nacional de Lonja de Propiedad Raíz (FEDELONJAS) y CAMACOL, además de diversas investigaciones consultadas. Los autores concluyen que el crecimiento acelerado de los precios de los inmuebles durante los últimos años no corresponde al aumento del poder adquisitivo de la población, lo que, en términos absolutos, representa una menor capacidad de adquisición de los bienes inmuebles por parte de la población. Dicho aumento se encuentra en parte justificado por los diferentes factores estudiados en el trabajo. Sin embargo, se reconoce que dado el panorama de incertidumbre que se ha creado y propagado alrededor del tema del precio de los inmuebles, se ha creado un escenario propicio para la inversión especulativa en dicho mercado, lo que ha llevado a un alza adicional en los precios y a un escenario que encaja dentro de la definición propuesta de burbuja. El trabajo también realiza un aporte importante presentando los resultados de una encuesta realizada a los habitantes de Bogotá, con la que se pretende verificar los elementos fundamentales que las personas tienen en cuenta a la hora de adquirir una vivienda, así como la disposición que tiene la población para mudarse fuera del perímetro urbano de la ciudad.

4.2. Marco teórico

4.2.1. Burbujas

Una burbuja especulativa es un fenómeno económico consistente en el incremento desproporcionado del precio corriente de algún activo o producto, de forma que dicho precio se aleja sustancialmente del valor teórico del mismo. Esta situación surge principalmente como consecuencia de la especulación, de ahí el nombre de burbuja especulativa, y se mantiene hasta que finaliza la euforia y se produce un cambio en las expectativas de los inversores, que pierden la confianza en el mercado (Gutiérrez, 2015). En otras palabras, una burbuja es un fenómeno de contagio en el que los precios de un activo están subiendo y las personas se sienten cada vez más atraídas a participar (Shiller, 2021).

En resumen, una burbuja inmobiliaria se presenta cuando hay un aumento sostenido e injustificado en los precios de la vivienda, que generalmente está ligado a la especulación. El economista estadounidense Hyman Minsky (1974) estableció las siete etapas de una burbuja.

Etapa 1: Planteamiento

Una perturbación sacude el mercado y esto hace que muchas personas se sientan atraídas a invertir en él. Por ejemplo: cuando se inventó el internet fue una perturbación.

Etapa 2: Subida de precios

Los precios comienzan a subir, dicho incremento al inicio pasa desapercibido, ya que es constante y lento, con el tiempo el mercado comienza a notarlo.

Etapa 3: Crédito fácil que genera especulación

Cuando una burbuja empieza, el mercado es invadido por agentes externos incentivados por el crédito barato.

Etapa 4: Recalentamiento del mercado

Aumenta la demanda y aparece la escasez, en esta etapa los precios comienzan a subir más.

Etapa 5: Euforia

Algunos agentes prudentes empiezan a preocuparse por la existencia de una burbuja, sin embargo, con los precios aún en aumento, el mercado sigue demandando bienes.

Etapa 6: Los expertos abandonan el mercado

Ante lo que se avecina los expertos empiezan a vender, obteniendo altas rentabilidades, la euforia se mantiene y se siguen uniendo agentes al mercado.

Etapa 7: Boom

Los agentes menos expertos quieren vender, pero no existen compradores y la euforia es reemplazada por el pánico. Los precios se desploman, el gobierno suspende el crédito fácil y las pérdidas se acumulan.

Existen diversas teorías que buscan explicar la existencia de burbujas especulativas, entre las que se encuentran el comportamiento de la manada (Lux, 1995), el exceso de confianza (Hong et al, 2006) y los límites del arbitraje (Abreu y Brunnermeier, 2003; De Long et al., 1990). Lux (1995), a través del comportamiento de la manada (herd behaviour), señala que las expectativas de los inversores no informados están basadas en el comportamiento de aquellos que sí lo están,

la imitación y el contagio de opinión es lo que puede llevar a la existencia de burbujas especulativas. El comportamiento de manada se basa en que puede ser irracional alejarse del comportamiento colectivo. Hong et al. (2006) señalan la existencia de un efecto de optimismo, originado por las creencias heterogéneas iniciales, y de un efecto de la opción de reventa, ya que el exceso pagado sobre el valor fundamental se justifica por la creencia de poder encontrar un comprador dispuesto a pagar más en el futuro.

Las burbujas no son un fenómeno nuevo, según el estudio del analista de crisis financiera Charles P. Kindle Berger (2000), más de 20 burbujas de mercado a gran escala se habían producido en todo el mundo en los 200 años desde la primera burbuja de mercado registrada hasta la "Gran Depresión" de 1929, tan frecuentemente como una vez cada década. A lo largo de la historia se han presentado estallidos de grandes burbujas que han generado crisis económicas, entre las que se pueden mencionar:

- La crisis de los Tulipanes (Países Bajos, siglo XVII)
- La Burbuja de los mares del Sur (Gran Bretaña, siglo XVIII)
- El Crac de 1929, dio origen a La Gran Depresión (Estados Unidos, 1929)
- Burbuja financiera e inmobiliaria de Japón (Japón, 1980-1990)
- Burbuja puntocom (Caída del Índice Nasdaq Nueva York, 1997-2001)
- Crisis financiera 2008 (crisis mundial iniciada en Estados Unidos, 2008)
- Burbuja inmobiliaria española (España, 2008-2014)

4.2.2. Mercado inmobiliario

Alimentos, vestimenta, vivienda: estas son las necesidades que tradicionalmente se han considerado básicas para la humanidad; es decir, el sector de la vivienda satisface una necesidad

básica. La vivienda es, desde luego, un componente importante de la inversión. Y en muchos países la vivienda es el mayor componente de la riqueza. Por ejemplo, en Estados Unidos, las propiedades inmuebles representan aproximadamente la mitad de los activos totales en poder del sector privado no financiero. La mayoría de los hogares tiende a mantener su riqueza en su vivienda más que en activos financieros; en Francia, por ejemplo, menos de una cuarta parte de los hogares es propietaria de acciones, pero casi un 60% es propietaria de su vivienda (FMI, 2014).

El mercado inmobiliario es el conjunto de acciones de oferta y demanda de bienes inmuebles. La naturaleza de estos bienes puede ser muy distinta, diferenciándose entre bienes de naturaleza residencial, comercial, industrial, urbano, etc. Todas las operaciones que se produzcan relacionadas con la compra y venta de este tipo de inmuebles forman el sector inmobiliario. El mercado inmobiliario, sin embargo, no solamente incluye esta oferta y demanda de bienes inmuebles, sino que comprende otros muchos ámbitos importantes para el sector, como la promoción inmobiliaria, la inversión que puede ser realizada por empresas o particulares y la financiación, es decir, la acción que permite la adquisición o desarrollo de proyectos inmobiliarios (Realia, s.f.).

Leamer (2007, 2015) proporciona evidencia de que la inversión residencial tiene un mayor impacto en la producción que cualquier otro sector y es, por mucho, el mejor indicador adelantado de actividad económica. En virtud de su prominencia como la mejor señal de alerta temprana de una inminente recesión, el mercado de la vivienda asume un papel destacado en la conducción de la política monetaria. Un colapso repentino en los mercados inmobiliarios puede tener efectos indirectos negativos sobre la estabilidad financiera de un país y sus condiciones macroeconómicas generales (Hilbers et al., 2008), por esta razón se ha estudiado y documentado la acumulación de

sobrevaluaciones de los precios de las propiedades, por ejemplo, como un factor dramático detrás del inicio de la crisis financiera asiática a fines de la década de 1990 (Collyns y Senhadji, 2002).

4.2.3. Crisis económica

El término crisis es definido por la RAE como un “cambio profundo y de consecuencias importantes en un proceso o una situación, o en la manera en que estos son apreciados”, además, define a la crisis en economía, como la “reducción en la tasa de crecimiento de la producción de una economía, o fase más baja de la actividad de un ciclo económico”. Con esto se sabe que la crisis económica hace parte del ciclo económico, comprendiendo las fases de recesión y depresión, además, se caracteriza por los efectos negativos que trae a una economía. Existen diferentes tipos de crisis económicas como las energéticas, agrarias, bursátiles, industriales, cambiarias, bancarias, y financieras, esta última tiene estrecha relación con nuestra investigación. “Una crisis financiera es una perturbación más o menos repentina que produce una pérdida considerable de valor en instituciones o activos financieros que tienen influencia decisiva en la marcha de los negocios y de la actividad financiera y económica general y que provoca un desequilibrio fundamental entre la demanda de medios de financiación que realizan los sujetos económicos y la oferta que hacen las entidades o intermediarios financieros” (Torres, 2012).

4.2.4. Variables fundamentales

Los fundamentales son aquellas variables independientes que deberían determinar el valor de la variable dependiente, en este caso, el precio de la vivienda. Según Stiglitz (1990) se puede detectar una burbuja de precios de la vivienda probando la importancia de los fundamentos, representados por variables como la renta disponible, la tasa de interés real y el crecimiento de la población.

VARIABLES macroeconómicas como el crecimiento económico, el empleo y la inflación influyen sobre lo que en este sector se denominan las condiciones del mercado. En este mismo nivel se incluyen los subsidios que están fundamentados en decisiones de políticas públicas, las cuales determinan las condiciones del mercado de la vivienda nueva no VIS. El empleo y el crecimiento económico tienen una relación positiva con las condiciones de mercado, mientras que la inflación tiene una relación inversa con esta variable. Los subsidios se ven influenciados de manera positiva por las políticas públicas para incentivar el sector constructor (García et al., 2016). Además de las variables macroeconómicas influyen aspectos más subjetivos como los servicios próximos al inmueble, que juegan un papel importante para fijar su valor. "Escuelas, supermercados, zonas de ocio, zonas verdes, transporte o servicios sanitarios situados cerca de la vivienda suponen una mejora en la calidad de vida que el comprador valora cada vez más" afirma Ricardo Sousa, CEO de Century 21 para España y Portugal (Finanzas.com, 2017).

Las variables fundamentales incluidas en cada investigación dependen del criterio del investigador, la disponibilidad de los datos, el modelo a aplicar, las características propias del mercado, etc.

5. Metodología

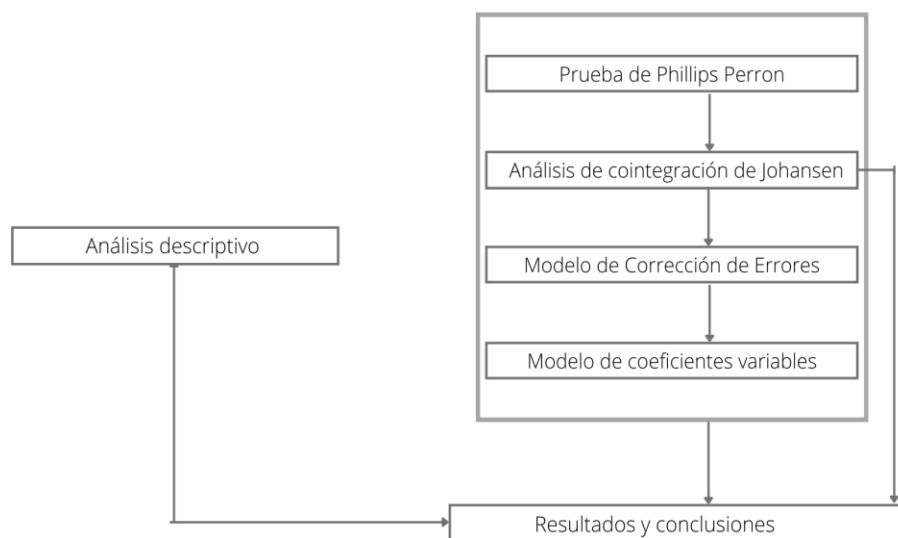
Para determinar la metodología a emplear en la investigación se tiene en cuenta el análisis bibliométrico; de acuerdo con los 100 artículos consultados las metodologías más utilizadas son: Modelos de Vectores Autorregresivos (8 artículos), Modelo de Valor Presente (8 artículos), Modelo de Corrección de Errores (5 artículos) y Modelo de Espacio Tiempo (5 artículos). En primera instancia se opta por las metodologías más populares, con el fin de tener un marco de

referencia más amplio, al revisar aquellos artículos que emplean las metodologías VAR y PVM se encontraron dificultades en cuanto a la disponibilidad de los datos para realizar la validación propuesta en las actividades del proyecto, que tiene como fin comprobar el uso de la metodología seleccionada.

Por lo anterior, en el presente estudio se hace uso del Modelo de Corrección de Errores (MCE), cuya validación se realiza comprobando los resultados obtenidos por Tsai (2015) en la investigación titulada “Monetary liquidity and the bubbles in the U.S housing market”, al realizar la validación se obtienen las mismas conclusiones para la estacionariedad y cointegración de las variables estudiadas, los coeficientes del MCE planteado tienen la misma significancia y en cuanto al modelo de coeficientes variables, se llega a la misma conclusión de burbujas en dos períodos: 1997 y 2007.

Figura 6

Desarrollo metodológico



La figura 6 representa la metodología a emplear en este estudio, se inicia con un análisis descriptivo, en el cual haciendo uso de las series de tiempo graficadas y algunas medidas como la media y la desviación se obtiene una primera impresión sobre el comportamiento de los precios de la vivienda y sus fundamentales en cada uno de los países estudiados. Una vez terminado el análisis descriptivo se realizan las diferentes pruebas y modelos estadísticos propuestos. En primer lugar, se realiza la prueba de Phillips Perron, que haciendo uso de las series de datos sirve para probar la estacionariedad y determinar el grado de integración de las variables, aquellas variables que estén integradas en el mismo orden serán analizadas por medio del análisis de cointegración de Johansen con el fin de evaluar el equilibrio a largo plazo, en caso de no estar integradas en el mismo orden se transformarán de forma que sea posible analizarlas.

Aquellos países en los que todas las variables sean $I(1)$ y estén cointegradas serán analizados aplicando el MCE y el modelo de coeficientes variables descritos en este capítulo, obteniendo como resultado el valor de los coeficientes del modelo planteado en cada uno de los periodos analizados. En caso de que alguno de los países no cuente con todas sus variables $I(1)$ cointegradas, es analizado sólo con base en el análisis descriptivo y el análisis de cointegración.

5.1. Prueba de Phillips Perron

Se dice que un proceso estocástico es estacionario si su media y su varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la covarianza entre dos periodos depende solamente de la distancia o rezago entre estos dos periodos de tiempo y no del tiempo en el cual se ha calculado la covarianza (Gujarati, 2003). Las series de tiempo estacionarias son de vital importancia en los estudios econométricos, ya que al ser su media, varianza y auto covarianza constantes respecto al tiempo en que se midan, facilitan el estudio de su comportamiento más allá del período bajo consideración.

Para saber si una serie de tiempo es estacionaria o no, existen diversos tipos de pruebas, algunas de ellas son: prueba gráfica, correlogramas y pruebas de raíz unitaria. Las pruebas de raíz unitaria son bastante populares en investigaciones econométricas para determinar la estacionariedad de las variables empleadas y su fundamento se explica a continuación:

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

Se considera el proceso AR (1) de la ecuación (1) donde ρ es el parámetro autorregresivo y las ε_t están distribuidas de manera idéntica e independiente, con media igual a cero y varianzas iguales. El proceso AR (1) es estacionario si $-1 < \rho < 1$. Si $\rho = 1$, la ecuación define un proceso de caminata aleatoria donde y_t es no estacionaria (Martínez, 2019). Un proceso de caminata aleatoria (MCA) es un caso específico de una clase más general de procesos estocásticos conocidos como procesos integrados, el MCA sin variaciones es no estacionario, pero en su primera diferencia es estacionario, por tanto, es un proceso integrado de orden 1 y se denota como I (1). De igual forma, si una serie de tiempo tiene que diferenciarse dos veces (en la primera diferencia de la primera diferencia) será I (2). En general, si una serie de tiempo debe diferenciarse d veces para hacerse estacionaria, se dice que la serie es integrada de orden d . Adicionalmente, es relevante mencionar que la mayoría de las series económicas son I (1) (Gujarati, 2003).

La hipótesis nula para concluir el carácter no estacionario consiste en que el valor absoluto de ρ es 1. Pero como esto llevaría al caso de convergencia, se debe reformular el proceso AR (1), restando a ambos lados la variable rezagada de un periodo.

$$y_t - y_{t-1} = \rho y_{t-1} - y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Que se puede expresar como una serie en primeras diferencias y con coeficiente igual a $\delta = (\rho - 1)$. Por lo que la prueba se realiza usando la ecuación (3). Quedando $H_0: \{\delta = 0\}$. La prueba para esta hipótesis es una raíz unitaria (Martínez, 2019).

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

En el análisis bibliométrico se puede evidenciar que entre las pruebas de raíz unitaria más populares se encuentran la prueba aumentada de Dickey-Fuller (ADF) y sus derivadas: la prueba suprema aumentada de Dickey-Fuller (SADF) y la prueba generalizada suprema aumentada de Dickey-Fuller (GSADF). En este estudio se hace uso de la prueba de Phillips Perron, una prueba de raíz unitaria que se utiliza para determinar la estacionariedad de las variables empleadas, que se basa en el uso de métodos estadísticos no paramétricos para evitar la correlación serial en los términos de error, sin que añadan términos de diferencia rezagados, la distribución asintótica del test es la misma que la de la prueba DFA (Phillips y Perron, 1988).

5.2. Análisis de Cointegración de Johansen

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de las series de tiempo económicas son I (1), esto implica que sin realizarles ningún cambio (aplicarles una o más diferencias) no son estacionarias. La regresión de una serie de tiempo no estacionaria sobre otra no estacionaria puede causar una regresión espuria; este tipo de regresión ocurre cuando la variable independiente contribuye a explicar la variabilidad de la variable dependiente, a pesar de que evidentemente las variables no tienen relación de acuerdo con la prueba de hipótesis sobre el parámetro de la variable independiente (Ramírez et al, 2010).

Ahora supóngase que se hace la regresión de una variable Y sobre una variable X , como indica la ecuación (4) y que tanto Y_t como X_t son individualmente I (1). Si se expresa u_t como la ecuación (5) y al someterse a un análisis de raíz unitaria se descubre que es estacionaria, esto quiere decir que, aunque Y_t y X_t son I (1), su combinación lineal es I (0). Como resultado, una regresión de Y sobre X sería cointegrada. Hablando en términos económicos, dos variables serán cointegradas si existe una relación a largo plazo, o de equilibrio, entre ambas (Gujarati, 2003).

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t \quad (4)$$

$$u_t = Y_t - \beta_1 - \beta_2 X_t \quad (5)$$

S. Johansen (1988 y 1991), profesor de estadística matemática de la Universidad de Copenhague, desarrolló un procedimiento multivariado que se ha convertido en un método muy usado para probar la existencia de cointegración en variables I (1) y I (0). En dicho procedimiento, es necesario analizar las series de tiempo previamente para determinar si presentan o no raíces unitarias. Las series que presenten raíces unitarias se colocan en un vector autorregresivo a partir del cual se puede probar la existencia de una o más combinaciones lineales $J(U)$ o vectores de cointegración, como también se les denomina. En términos generales la metodología de Johansen se puede describir en los siguientes pasos:

1. Determinar el orden de integración a cada una de las series incluidas en el modelo.
2. Especificar un Vector Autorregresivo (VAR) con las series que resulten I (1).
 - Seleccionar las Variables del Modelo.
 - Seleccionar las transformaciones de las variables, si las hubiere.
 - Determinar el retardo óptimo del VAR para asegurar que los residuos sean ruido blanco.

- Especificar las variables determinísticas.
 - Diagnóstico del VAR estimado.
3. Aplicar el procedimiento de Máxima Verosimilitud al vector autorregresivo con el fin de determinar el rango (r) de cointegración del sistema:
 - Prueba de la Traza.
 - Prueba del Eigenvalue Máximo (valor propio).
 4. Estimar el modelo Vector de Corrección de Errores.
 5. Determinar la relación causal entre las variables del modelo.

5.3. Modelo de Corrección de Errores

Una característica importante de los sistemas formados por variables cointegradas es que admiten la formulación en términos de un Modelo de Mecanismo de Corrección del Error, cuya expresión general es la siguiente:

$$\Delta Y_t = \alpha^*(L)\Delta Y_{t-1} + \beta(L)\Delta X_t - \alpha[Y_{t-1} - gX_{t-1}] + a_t \quad (6)$$

Este modelo es una formulación estacionaria de variables no estacionarias que hace uso de la restricción a largo plazo que liga a esas variables por el hecho de estar cointegradas, poniendo de manifiesto que cuando hay más de una variable y existe cointegración, la transformación estacionaria no se logra diferenciando, sino que requiere la inclusión del término de corrección del error junto con términos en diferencias (Espasa y Cancelo, 1993, p. 232). Los modelos de corrección de error permiten modelar tanto las relaciones a largo plazo como las relaciones a corto plazo de las variables, se denomina de corrección de errores debido a que funciona como un mecanismo que impulsa a los cambios de las variables a acercarse a su nivel de equilibrio cuando

se han alejado de éste, es decir, corrige los errores de desequilibrio de periodos anteriores de forma gradual (Grande et al, 2001).

Para el desarrollo de esta investigación se hace uso del modelo de corrección de errores propuesto por Scherbina y Schlusche (2013), quienes emplearon tasas de interés para verificar el efecto de las políticas monetarias en las burbujas de activos, en dicho modelo el precio observado (P_t) se divide en dos partes: el valor intrínseco (P_t^*) determinado por las variables fundamentales y el factor burbuja (B_t):

$$P_t = P_t^* + B_t \quad (7)$$

El valor intrínseco del activo es el valor presente de los flujos futuros de efectivo esperados, y está determinado por el modelo de crecimiento de Gordon, que se presenta en la ecuación (8); CF representa el flujo de efectivo, r la tasa de rendimiento del activo requerida y g el rendimiento esperado del activo.

$$P^* = \frac{CF}{r-g} \quad (8)$$

Por tanto, el precio registrado corresponde a la suma de los flujos futuros de efectivo esperados y el valor presente del componente de la burbuja. De acuerdo con la ecuación (7) se puede obtener el cambio en el precio total de la vivienda y dividir el resultado en tres partes, como se señala en la ecuación (9):

$$\Delta P_t = \Delta P_t^* + \Delta B_t$$

$$\Delta P_t = \Delta P_t^* + B_t - B_{t-1}$$

$$\Delta P_t = \Delta P_t^* - (P_{t-1} - P_{t-1}^*) + B_t \quad (9)$$

El crecimiento de una burbuja puede ser descrito como un aumento fuerte y persistente en el precio del activo, que genera correlación serial de las series de precios:

$$B_t = b\Delta P_{t-1} \quad (10)$$

El componente burbuja es reemplazado por el grado de correlación serial:

$$\Delta P_t = \Delta P_t^* - (P_{t-1} - P_{t-1}^*) + b\Delta P_{t-1} \quad (11)$$

La ecuación (11) puede ser extendida para ser un modelo simple de corrección de errores:

$$\Delta P_t = \alpha\Delta P_{t-1} + \beta(P_{t-1} - P_{t-1}^*) + \gamma\Delta P_t^* + \varepsilon_t \quad (12)$$

5.4. Modelo de coeficientes variables

El modelo de corrección de errores descrito por la ecuación (12) y las pruebas estadísticas mencionadas anteriormente permiten analizar la relación de equilibrio a corto y a largo plazo de las variables estudiadas, aun así, los coeficientes constantes no son suficientes para representar y analizar las variaciones en el precio de la vivienda en cada uno de los periodos estudiados, lo que imposibilita la detección del periodo en el cual se presenta la burbuja en caso de que exista. Es por esto por lo que se propone, además de un cálculo inicial del modelo de corrección de errores que permite estudiar el equilibrio a corto plazo entre el precio de la vivienda y sus fundamentales, modificarlo como se muestra en la ecuación (13), para lo que se usa como referencia el enfoque de coeficientes variables en el tiempo (Engle y Watson, 1987).

$$\Delta P_t = \alpha_t\Delta P_{t-1} + \beta_t(P_{t-1} - P_{t-1}^*) + \gamma_t\Delta P_t^* + \varepsilon_t \quad (13)$$

Este modelo propone una variación de los coeficientes en el tiempo, de manera que se puedan evidenciar las variaciones abruptas que se omiten al usar un coeficiente constante, esto es importante debido a que una burbuja se presenta cuando existe una variación brusca, inesperada y sostenida. Eagle y Watson (1987) proponen el uso del filtro de Kalman para la formulación del modelo con coeficientes variables.

El filtro de Kalman es un algoritmo que estima una variable a partir de datos medidos. Lo hace siguiendo dos pasos: la predicción del estado del sistema y la incorporación de las observaciones recogidas una vez corregidas. El objetivo es obtener un estimador óptimo en base a la dinámica del sistema y a las observaciones ruidosas. Una de sus mayores ventajas es que se trata de un proceso recursivo, esto permite ir incorporando las nuevas observaciones sin tener que reformular todo el algoritmo (Munuera, 2018).

Este algoritmo es ampliamente utilizado en econometría, entre sus principales usos se encuentran: la evaluación de riesgos, previsión del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de un país, el estudio de los efectos de la inflación, la variación de los precios del petróleo y el análisis de la evolución del precio de la vivienda.

El punto de inicio para aplicar el algoritmo es una ecuación de estado, que describa la evolución de la variable a lo largo del tiempo (ecuación 14, 15 y 16), además de una ecuación de observaciones que describa la relación entre las observaciones medidas y la variable de estado (ecuación 13). El filtro de Kalman busca minimizar el error cuadrático medio, para lo que encuentra un valor de ganancia que garantiza dicha propiedad, dando así un estimador lineal en el

instante t que será la combinación lineal de los estimadores hasta el instante $t - 1$ y de la nueva observación en el instante t (Munuera, 2018).

$$\alpha_t = \alpha_{t-1} + \eta_t \quad (14)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \eta_t \quad (15) \quad \eta_t \sim IN(0, \lambda^{-1} \sigma^2)$$

$$\gamma_t = \gamma_{t-1} + \eta_t \quad (16)$$

6. Datos

La selección adecuada de las variables fundamentales para medir empíricamente los precios de la vivienda es de gran importancia en la detección de burbujas, ya que es a partir del valor establecido como base por dichas variables que se determina su existencia. Por otra parte, autores como Flood y Hodrick (1990) evidencian las dificultades para estimar el valor intrínseco, debido a la falta de datos, tanto en periodicidad como en tiempo. Para resolver estas complicaciones, Hui y Yue (2006) introducen el concepto de variables macroeconómicas, fundamentales para establecer burbujas inmobiliarias, tales como: la renta disponible de los hogares, el PIB local, el índice de precios de las acciones, el stock de viviendas nuevas desocupadas, entre otras.

El análisis bibliométrico realizado señala que las variables macroeconómicas más utilizadas son: el IPC, el PIB, la inflación, los ingresos per cápita, la tasa de desempleo, la disponibilidad líquida (M1) y la disponibilidad líquida y disponibilidades cuasi-monetarias (M2). Para el desarrollo de esta investigación se emplean tres de estas variables: M2, tasa de desempleo e IPC, junto con el precio de la vivienda; dichas variables son seleccionadas ya que además de permitir implementar el modelo de crecimiento de Gordon tienen el mismo cálculo para todos los países,

lo que facilita la comparación y posterior análisis de los resultados obtenidos. Para la selección de los países se tiene en cuenta las principales economías de América Latina; según la última edición del informe del Fondo Monetario Internacional “perspectivas de la economía mundial” las seis mayores economías en la región son: Brasil, México, Argentina, Colombia, Chile y Perú, en orden de magnitud según su Producto Interno Bruto (PIB). Brasil ocupa el primer lugar si se habla del mayor PIB de la región, mientras que Chile es el mercado con mayor ritmo de crecimiento esperado para el 2021 (11%), casi cinco puntos porcentuales más que lo esperado en abril del 2021, Perú se ubica en segundo lugar con un alza en el crecimiento del 10% y Colombia en tercer lugar con un 7.6% (FMI, 2021). Se decide estudiar al país con mayor PIB y aquellos países emergentes que cuentan con mayor crecimiento anual del PIB, por esta razón los países analizados serán: Brasil, Chile y Colombia, Perú no ha sido incluido por disponibilidad de datos. Adicionalmente se determina que el periodo de tiempo a analizar dependerá de cada país, ya que para cada uno de ellos las fechas de los datos disponibles es diferente. A continuación, se resumen las características de los datos empleados en esta investigación.

6.1. Precio de la vivienda

No existe una única y/o mejor fuente para la compilación de precios de la vivienda, y a pesar de su relevancia, los indicadores son escasos y no comparables; esto ocurre debido a la gran variedad de factores cuantitativos y cualitativos que entran en juego al momento de hablar del precio de la vivienda; como resultado, este indicador se publica en unos pocos lugares y en muchas ocasiones de manera inoportuna.

Aun así, se han logrado avances importantes gracias a las iniciativas nacionales e internacionales, como la del Bank of International Settlements (BIS), que recopila y publica los

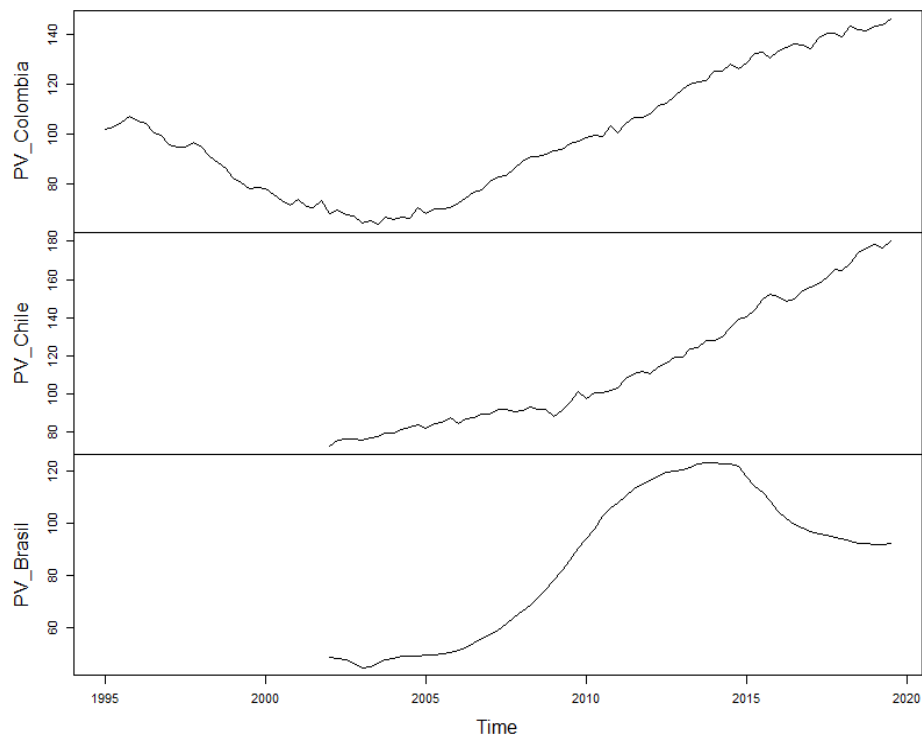
precios trimestrales de la vivienda gracias a la información de sus bancos centrales miembros. (BSI, 2019). Los datos empleados en esta investigación corresponden al índice de los precios reales de la vivienda residencial, la periodicidad, fuente y periodo analizado se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

Descripción variable precio de la vivienda

	Brasil	Chile	Colombia
Fuente	BIS (Bank of International Settlements)	BIS (Bank of International Settlements)	BIS (Bank of International Settlements)
Periodicidad	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Periodo analizado	T1 2002- T3 2019	T1 2002- T3 2019	T1 1995- T3 2019

Con el fin de presentar de manera gráfica los datos empleados, a continuación, se muestran las series de tiempo correspondientes al precio de la vivienda para cada país analizado:

Figura 7*Precio de la vivienda*

En la figura 7 se puede observar para Colombia una caída importante en los precios, que inicia en 1995 y se mantiene hasta mediados del 2005, periodo en el que nuevamente empiezan a crecer, dicho aumento parece ser sostenido y acelerado, especialmente después del 2012. La media de los datos observados es de 98.86, con una desviación de 25.01. De manera gráfica no se evidencian tendencias cuadráticas como en el caso de Brasil, pero la desviación alta y la curtosis de 1.88 indican baja concentración en torno a la media.

En el caso de Chile se observa una caída de precio importante entre el 2008 y el 2010, pero en general los precios parecen estar en aumento la mayoría del tiempo, de manera más acelerada a

partir del 2012. La media de los datos observados es de 114.06, con una desviación de 32.64 y una curtosis de 2.01, lo que indica baja concentración de los valores en torno a su media.

De las series de tiempo graficadas, Brasil es la economía cuyos precios presentan un comportamiento que a simple vista podría relacionarse con una burbuja inmobiliaria, a partir del 2005 se presenta un incremento grande y sostenido, que se mantiene hasta mediados del 2015, periodo en el que los precios bajan de forma brusca. La media de los datos observados es de 84.95, con una desviación de 27.54. Teniendo en cuenta la alta desviación, la curtosis de 1.49, que indica que existe baja concentración de los valores en torno a su media, y la tendencia cuadrática que se puede evidenciar en la gráfica, se sospecha que la serie corresponde a un proceso integrado de orden 2.

6.2. Tasa de Desempleo

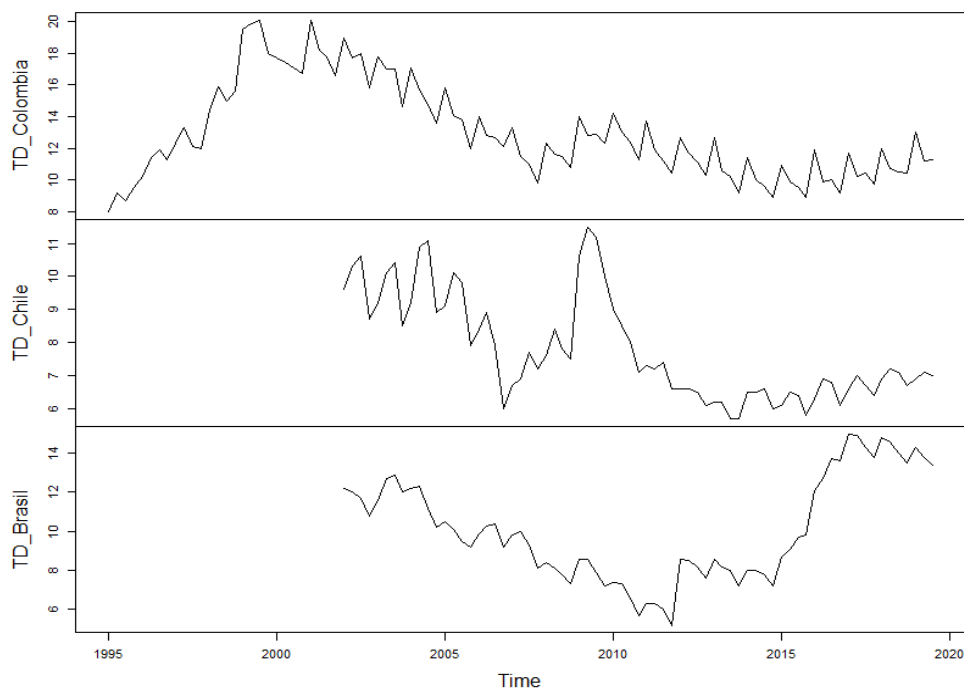
En general, se considera a la población desocupada, tanto a las personas cesantes que han tenido un trabajo previamente como a las que buscan trabajo por primera vez. Se refiere al desempleo abierto y de cobertura urbana, a menos que se indique que es desempleo oculto y/o de cobertura nacional. En el caso de la cobertura urbana esta puede referirse al total de las zonas urbanas, según la definición del país correspondiente, o a un conjunto de ciudades o zonas metropolitanas (CEPAL, 2021).

La tasa corresponde al porcentaje de población desocupada con respecto a la población económicamente activa, la información para cada país proviene de fuentes nacionales y los datos regionales son estimados como promedio, usando como ponderador las cifras de población económicamente activa según las proyecciones que elabora CELADE.

Tabla 3*Descripción variable tasa de desempleo*

	Brasil	Chile	Colombia
Fuente	CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)	CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)	CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)
Periodicidad	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Periodo analizado	T1 2002- T3 2019	T1 2002- T3 2019	T1 1995- T3 2019

Con el fin de presentar de manera gráfica los datos empleados, en la figura 8 se muestran las series de tiempo correspondientes a la tasa de desempleo para cada país analizado.

Figura 8*Tasa de desempleo*

Colombia tiene la tasa de desempleo promedio más alta (12.99%). El incremento más importante en la tasa se presenta en el lapso entre 1995 y 1999, periodo que coincide con la caída observada en los precios de la vivienda. A partir del 2000 y hasta 2007 se observa una disminución sostenida, que puede indicar una recuperación de la economía; después del 2007, la tasa a pesar de ser la más alta entre los países de la región, no presenta cambios bruscos. La desviación de los datos observados (3.03) y la curtosis (2.51), indican baja concentración de los datos respecto a su media, lo que es signo de no estacionariedad.

Chile tiene la tasa de desempleo promedio más baja entre los países analizados (7.76%). La tasa presenta sus valores más altos antes del 2006 y en el periodo comprendido entre el 2008 y el 2010, que coincide con la caída observada en los precios de la vivienda. A partir del 2012, la tasa de desempleo se ha mantenido alrededor del 7%, siendo la menor entre los países analizados, lo que evidencia un crecimiento de la economía chilena. La desviación (1.57) y la curtosis (2.49), se pueden interpretar como un signo de no estacionariedad.

Los datos para Brasil muestran que la tasa de desempleo en general decreció desde el 2002, teniendo su valor más bajo en el 2012, esto puede indicar que en dicho periodo de tiempo hubo un crecimiento en la economía. A partir del 2012 la tasa empezó a crecer, el período de tiempo con crecimiento más acelerado fue el comprendido entre los años 2015 y 2017, que coincide con la caída observada en los precios de la vivienda. De los países analizados Brasil tiene la segunda tasa de desempleo promedio más alta (10.06%), con una desviación de 2.6 y curtosis de 1.97, que representan una alta dispersión respecto a la media y son señales de no estacionariedad.

6.3. IPC

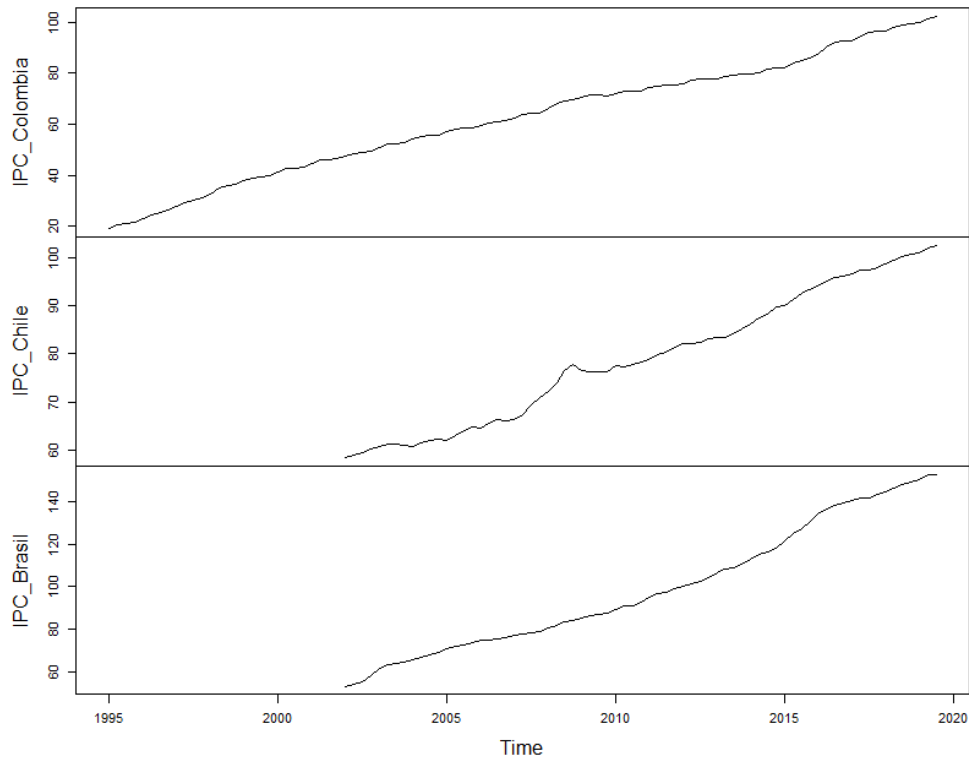
El índice de precios al consumidor (IPC) mide la evolución del costo promedio de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo final de los hogares, expresado en relación con un periodo base. La inflación se define como la variación porcentual del IPC entre dos periodos. En particular la inflación anual se mide tomando el IPC de un mes y calculando su variación frente a los datos del mismo mes del año anterior. (Banco de la República, 2021).

Tabla 4

Descripción variable IPC

	Brasil	Chile	Colombia
Fuente	IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)	INE (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile)	DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística)
Periodicidad	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Periodo analizado	T1 2002- T3 2019	T1 2002- T3 2019	T1 1995- T3 2019

Con el fin de presentar de manera gráfica los datos empleados, en la figura 9 se muestran las series de tiempo correspondientes al IPC para cada país analizado:

Figura 9*IPC*

El IPC para los tres países se mantiene en aumento a lo largo del periodo de tiempo analizado, para Colombia en el periodo comprendido entre el primer trimestre de 1995 (19.2) y el cuarto trimestre del 2019 (102.4) aumenta 2.42 veces, mientras que en el mismo periodo de análisis que Brasil y Chile aumenta 2.15 veces, con 47.5 para el primer trimestre de 2002 y 102.4 para el tercer trimestre de 2019; es importante observar que entre 1995 y 2001 (6 años) la inflación en Colombia tuvo un mayor aumento que en los 17 años comprendidos entre el 2002 y el 2019. En el caso de Chile, analizado en la misma ventana de tiempo de Brasil, se evidencia que el IPC aumentó 1.75 veces, siendo la primera cifra observada de 47.5 y la última de 102.6, en la gráfica se observa un pico pronunciado en el periodo del 2008 al 2010. Por último, el IPC para Brasil aumentó 2.85

veces desde el primer periodo observado (primer trimestre del 2002) en el que tuvo un valor de 53.5, hasta el último periodo (tercer trimestre del 2019) en el que alcanzó un valor de 152.7. Además, en la gráfica se observa un aumento más pronunciado en el lapso entre el año 2015 y 2017, que coincide con las observaciones tanto del precio de la vivienda como de la tasa de desempleo.

6.4. M2

Un agregado monetario corresponde al conjunto de pasivos, emitidos por un agente del sistema financiero, y demandado por alguno de los sectores de la economía que cumple alguna de las funciones de la demanda de dinero (Banco de la República, 2021). Como se expresa en el Manual de Estadísticas Monetarias y Financieras (MEMF), “existen 3 dimensiones básicas de los agregados monetarios: 1-los activos financieros que son componentes de los agregados monetarios, 2-los sectores que son tenedores de dinero y 3-los sectores que son emisores de dinero”.

La CEPAL (2021) define el M2 como dinero, depósitos de ahorro en moneda nacional y depósitos a plazo en moneda nacional. Los datos empleados corresponden a la suma de los componentes en base a cifras publicadas por los bancos centrales, la variable corresponde al logaritmo natural de M2.

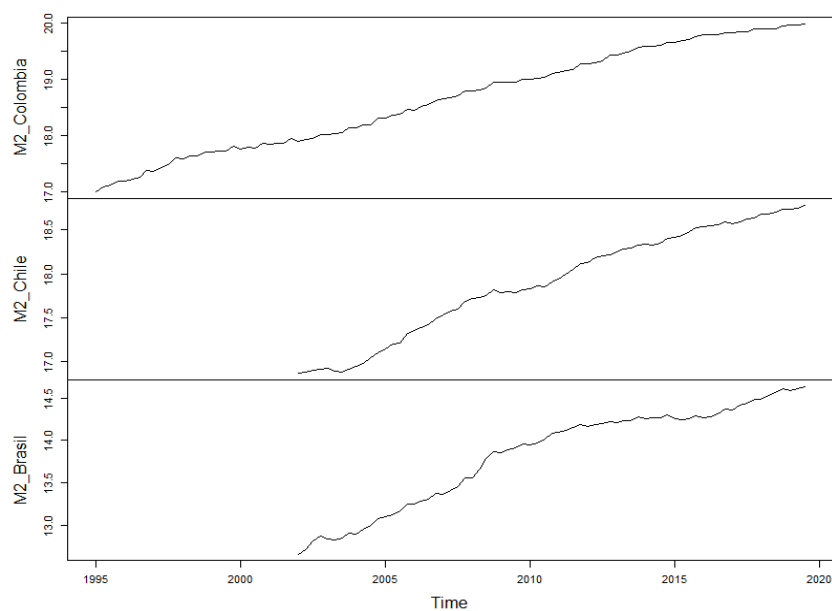
$$M2 = M1 + \text{depósitos de ahorro en moneda nacional} + \text{depósitos a plazo en moneda nacional}$$

$$M1 = \text{circulante} + \text{depósitos a la vista}$$

Tabla 5*Descripción variable M2*

	Brasil	Chile	Colombia
Fuente	CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)	CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)	CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe)
Periodicidad	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Periodo analizado	T1 2002- T3 2019	T1 2002- T3 2019	T1 1995- T3 2019

Con el fin de presentar de manera gráfica los datos empleados, en la figura 10 se muestran las series de tiempo correspondientes al M2 para cada país analizado:

Figura 10*M2*

El M2 para los tres países se mantiene en aumento a lo largo del periodo de tiempo analizado, esta variable puede interpretarse como el flujo de dinero en cada una de las economías, su aumento o disminución está muy relacionado con la productividad y el crecimiento de éstas. Por lo tanto, es importante revisar aquellos periodos de tiempo en los cuales el cambio de esta variable es más notorio; para el caso de Colombia se observa un comportamiento más estable con cambios poco bruscos. Por otro lado, Chile presenta un crecimiento más notorio que Brasil, pero aun así en los periodos del 2003 al 2005 y del 2008 al 2010 se observan disminuciones. En cuanto a Brasil se observa que del 2008 a inicios del 2015 hubo un aumento, seguido por una caída que va desde el 2015 hasta mediados del 2017.

7. Resultados

Todos los cálculos y pruebas presentados en esta sección se llevan a cabo con el lenguaje de programación R y las herramientas que brindan sus diferentes bibliotecas. El código empleado es de autoría propia y se presenta en el apéndice A. A continuación, se señalan los argumentos empleados en las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

7.1. Prueba de Phillips Perron

Para la aplicación de la prueba de Phillips Perron se emplea el estadístico Tau, ya que es el más popular por su equivalencia con las pruebas Dickey Fuller y funciona bien en muestras finitas. La hipótesis nula testada por medio de esta prueba es que la serie de tiempo es un proceso con raíz unitaria y constante (ecuación 17), esto significa que es un PED (Proceso Estacionario en Diferencia); para cada serie de tiempo se probarán tanto los datos originales como su primera diferencia.

$$H_0: Y_t = \delta + Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (17)$$

La tabla 6 presenta los resultados de este test para cada una de las variables analizadas y sus primeras diferencias, se considera que la serie es estacionaria cuando el valor absoluto del estadístico Z-tau es mayor al valor absoluto del valor crítico.

Tabla 6

Resultados de la prueba de Phillips Perron

Variable	Brasil		Chile		Colombia	
	Z-tau	Z-tau para la primera diferencia	Z-tau	Z-tau para la primera diferencia	Z-tau	Z-tau para la primera diferencia
Precio de la vivienda	-1,29(-2,90)	-1,51(-2,90)	2,85(-2,90)	-8,09(-2,90)	1,21(-2,89)	-9,16(-2,89)
Tasa de desempleo	-1,02(-2,90)	-8,48(-2,90)	-2,13(-2,90)	-8,35(-2,90)	-2,21(-2,89)	-17,41(-2,89)
IPC	1,30(-2,90)	-4,19(-2,90)	0,54(-2,90)	-5,69(-2,90)	-1,13(-2,89)	-7,32(-2,89)
M2	-2,43(-2,90)	-7,33(-2,90)	-1,12(-2,90)	-7,38(-2,90)	-2,39(-2,89)	-14,61(-2,89)

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden a los valores críticos al 5%

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que para Colombia y Chile todas las variables originales analizadas son I (1), es decir, son estacionarias en su primera diferencia. En el caso de Brasil tres de las cuatro variables originales son I (1), la variable precio de la vivienda no es estacionaria en ninguna de las dos formas analizadas, por lo que se aplica nuevamente el test, esta vez para la segunda diferencia. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 11 y reflejan que es un proceso integrado de orden 2 (I (2)).

Figura 11

Prueba PP segunda diferencia precio de la vivienda Brasil

```

value of test-statistic, type: Z-tau is: -7.0658
      aux. z statistics
Z-tau-mu      0.2227
critical values for z statistics:
      1pct      5pct      10pct
critical values -3.528046 -2.904173 -2.589216

```

7.2. Análisis de Cointegración de Johansen

El análisis de cointegración de Johansen se realiza haciendo uso de dos estadísticos: el de traza y el máximo valor propio, se probarán diferentes hipótesis nulas con el fin de definir el rango de cointegración (r) para cada uno de los países analizados, de esta forma se determina el número de ecuaciones de cointegración que existe para las variables evaluadas. Las hipótesis formuladas siguen la forma que se presenta en las ecuaciones 18 y 19. La longitud de retardo empleada se determina tomando en consideración diferentes criterios de información: AIC (Criterio de Información de Akaike), SC (Criterio de Información de Schwarz), HQ (Criterio de Información de Hannan Quinn) y FPE (Predicción Final del Error).

$$H_0: r = 0 \quad (18)$$

$$H_1: r \geq 1 \quad (19)$$

Para realizar el análisis es necesario que todas las variables tengan el mismo orden de integración; por lo tanto, el análisis se lleva a cabo para las variables originales de Chile y Colombia, y para el caso de Brasil (cuyas variables son I (1) a excepción del precio de la vivienda que es I (2)) se probará la cointegración entre la primera diferencia del precio de la vivienda

(rendimiento de los precios) y las demás variables originales. Los resultados de la prueba se presentan en la tabla 7.

Tabla 7

Resultados análisis de Johansen

	Brasil		Chile		Colombia	
	Traza	Valor Propio	Traza	Valor Propio	Traza	Valor Propio
$r \leq 3$	3,81 (9,24)	3,81 (9,24)	6,15 (9,24)	6,15 (9,24)	6,75 (9,24)	6,75 (9,24)
$r \leq 2$	18,98 (19,96)	15,17 (15,67)	13,59 (19,96)	7,44 (15,67)	21,31 (19,96)	14,56 (15,67)
$r \leq 1$	43,51 (34,91)	24,53 (22,00)	33,64 (34,91)	20,05 (22)	53,45 (34,91)	32,13 (22)
$r \leq 0$	75,03 (53,12)	31,51 (28,14)	71,76 (53,12)	38,12 (28,14)	89,81 (53,12)	36,36 (28,14)

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden a los valores críticos al 5%

La primera columna de la tabla indica la hipótesis nula (H_0), que es rechazada cuando el estadístico obtenido es mayor al valor crítico de referencia. De los resultados obtenidos se evidencia que para Chile existe una ecuación de cointegración, mientras que para Colombia existen dos, esto quiere decir que en los dos casos existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables originales.

Para Brasil se observa que existen dos ecuaciones de cointegración, es decir, una relación de equilibrio a largo plazo entre el rendimiento de los precios de la vivienda (primera diferencia de los precios de la vivienda) y las variables fundamentales originales. Como se presentó una variable $I(2)$, no es posible analizar la economía brasileña haciendo uso del modelo de corrección de errores y el modelo de coeficientes variables (como se mencionó en el capítulo 5), por esta razón, dicho análisis se basará en los datos obtenidos hasta este punto. El análisis de cointegración de Johansen

probó que sí existe una relación a largo plazo entre el rendimiento de los precios de la vivienda y la tasa de desempleo, el IPC y el M2, esto quiere decir que las variables fundamentales propuestas deberían servir para explicar el comportamiento de los precios. El análisis descriptivo junto con la prueba de Phillips Perron permiten identificar la existencia de una tendencia cuadrática en los precios, señalando un aumento sostenido y relevante desde mediados del 2008 hasta el 2015, seguido de una brusca caída, lo que coincide con un aumento en la tasa de desempleo y el IPC y una caída en el M2. Las pruebas y observaciones realizadas sugieren la existencia de una burbuja inmobiliaria en Brasil que tuvo su estallido en el 2015.

Entre los factores que se cree influyeron en la aparición y desarrollo de la burbuja se encuentran: la reforma al sistema financiero en el 2003, la apertura de capital a diversos constructores y/o promotores del mercado financiero entre el 2003 y el 2007 (D'agostini, 2013), la creación en el 2009 de “Minha Casa, Minha Vida”, un programa federal de crédito que aumentó la compra de viviendas, ya que otorgaba financiamiento hasta por 35 años (IBRESP, 2021), a lo anterior se sumó la crisis subprime, que afectó a Estados Unidos, Japón y gran parte de Europa.

7.3. Modelo de Corrección de Errores

La tabla 8 presenta los resultados del Modelo de Corrección de Errores para Chile y Colombia:

Tabla 8*Resultados MCE*

Variable	Chile				Colombia			
	Coefficiente	Error estándar	Estadístico t	p valor	Coefficiente	Error estándar	Estadístico t	p valor
α	-0,11012	0,126804	-0,868	0,3883	0,0382	0,107264	0,356	0,723
β	0,020217	0,008519	2,373	0,0206	0,013503	0,009199	1,468	0,145
γ	50,367315	53,018635	0,95	0,3456	-2,745966	6,740407	-0,407	0,685
R ² ajustado	0,04147				0,001376			

Para Chile se observa que solo hay un coeficiente significativo (β) que representa la relación entre el precio de la vivienda en un periodo t y el periodo t-1; el modelo de Colombia no tiene coeficientes significativos. Lo anterior quiere decir que en los dos casos el MCE no apoya la idea de una relación de equilibrio a corto plazo entre el precio de la vivienda y las variables fundamentales, esto puede deberse a la alta variabilidad estadística de los datos y puede estar relacionada con la existencia de burbujas.

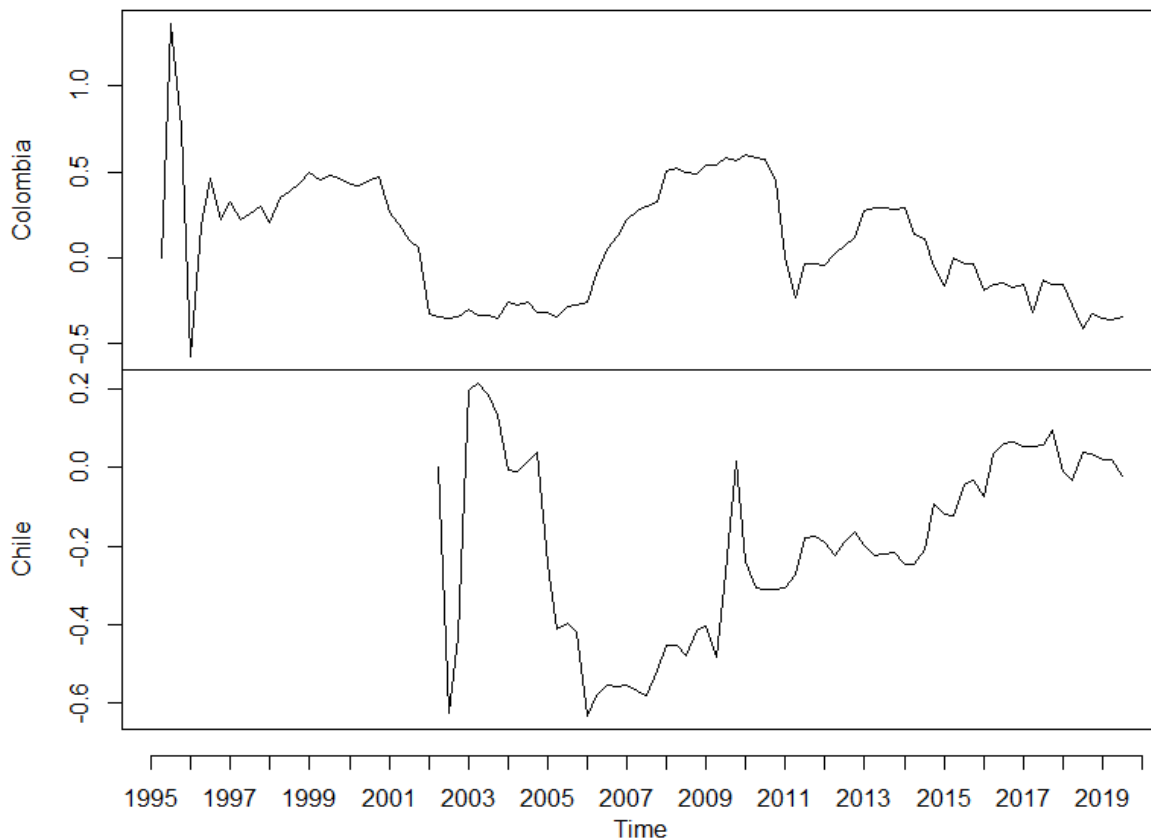
7.4. Modelo de coeficientes variables

Se emplea la librería KFAS que permite desarrollar el modelo planteado; por medio de la función fitSSM se encuentran las estimaciones de máxima verosimilitud para los parámetros desconocidos, dado el modelo definido (ver ecuación 13). El método de máxima verosimilitud utilizado es el algoritmo Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno.

Una vez especificado el modelo se aplica el filtro de Kalman, los resultados obtenidos para cada uno de los coeficientes (α , β y γ) en el tiempo se muestran en las figuras 12, 13 y 14 respectivamente.

Figura 12

α en el tiempo

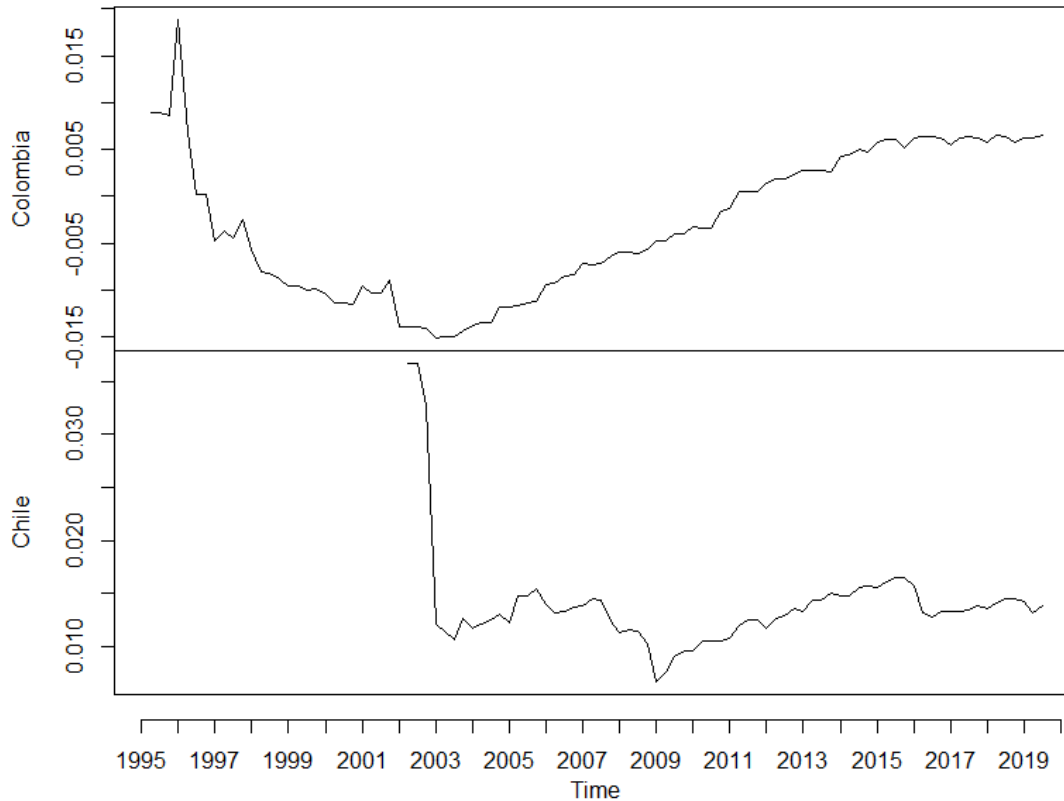


La figura 12 muestra que α (variación del precio de la vivienda observado explicado por las variaciones de las observaciones de periodos anteriores) en el caso de Colombia se encuentra por encima de la unidad en un periodo: 1996, esto indica que en este periodo se presentó una burbuja en el mercado inmobiliario, esta burbuja se asocia principalmente a la crisis UPAC. Entre las décadas de los setenta y noventa, el sector inmobiliario fue impulsado con la creación del sistema de financiamiento de Unidad de Poder Adquisitivo Constante (UPAC) que estaba diseñado de

manera que aumentara con el IPC, sin embargo, a principios de los noventa se establece que la variación de la UPAC estaría ligada a la tasa de depósitos a término fijo a 30 días (DTF), la cual cambiaba según el comportamiento del sistema financiero (Villa, 2015). A partir de 1993, la falta de regulación en la financiación de la vivienda llevó a un aumento de los precios que se puede observar en la gráfica presentada en el año 1995, donde la DTF alcanzó valores históricamente altos que estaban muy por encima del IPC (que determinaba los ingresos de los colombianos). Sumado a lo anterior, Colombia había aumentado su deuda pública y privada durante la última década, hechos que ponían al país en una situación muy vulnerable.

Después de 2004, se presenta una recuperación de los precios asociada a factores como el crecimiento del ingreso de los hogares, el desempeño de inversionistas y la lenta reacción de la política fiscal para establecer mayores gravámenes y mayor provisión de bienes públicos para aumentar la oferta de suelo urbano (Hernández y Piraquive, 2014), la posterior caída de precios en el 2010 está asociada a la crisis subprime.

Para el caso de Chile α no supera el 0.2 en ninguno de los periodos analizados, lo que quiere decir que no existe un gran aumento del precio de la vivienda observado con respecto a periodos anteriores y no soporta la idea de una burbuja inmobiliaria, a pesar esto se observan cambios importantes, especialmente en la ventana de tiempo entre el 2005 y el 2010, dichos cambios son descritos por Bastias (2017) como quiebres estructurales en el sector inmobiliario y se encuentran asociados a la crisis subprime y al terremoto del año 2010. Además, coinciden con las observaciones realizadas en el análisis descriptivo (capítulo 6).

Figura 13 *β en el tiempo*

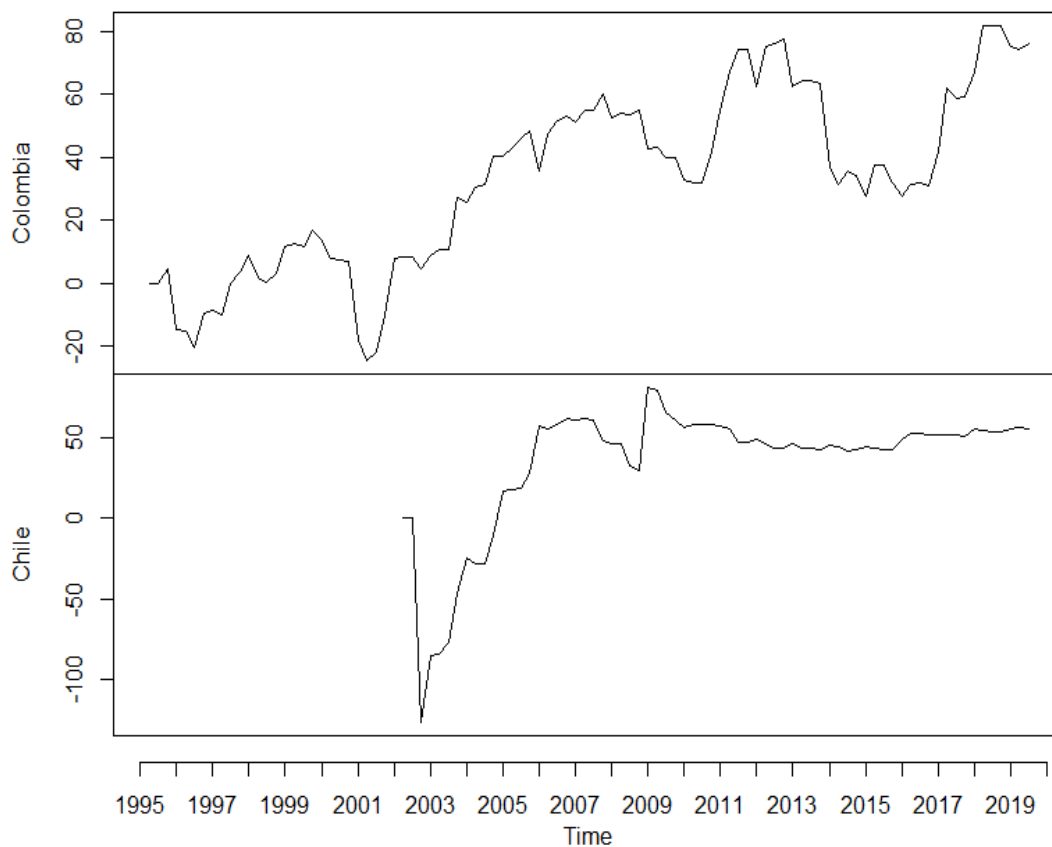
La figura 13 muestra que el coeficiente β (variación de la diferencia entre el precio de la vivienda observado y sus fundamentales) en el caso de Colombia presenta su mayor valor en el año 1996, diferencia histórica que soporta la existencia de una burbuja inmobiliaria. Además, se observa que desde el 2004 hasta el 2019 β va en aumento, lo que quiere decir que el precio de la vivienda observado se va alejando cada vez más del precio explicado por los fundamentales. Esto puede indicar que se está gestando una burbuja inmobiliaria.

Para el caso de Chile β no tiene grandes variaciones, lo que soporta la falta de evidencia de una burbuja inmobiliaria. Solo se observa una importante caída de este coeficiente a mediados del 2009, que se atribuye a los efectos de la crisis económica mundial. La estabilidad de los precios

en el mercado inmobiliario chileno puede atribuirse a la constante preocupación de expertos y gremios sobre la existencia de burbujas en el sector inmobiliario y las futuras crisis económicas que esto puede provocar, lo que se evidencia en el constante monitoreo al sector inmobiliario realizado por el Banco Central de Chile, a través de su Informe de Estabilidad Financiera (IEF). Además, la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF), en diciembre de 2014, introdujo las “Modificaciones a la normativa de provisiones por riesgo de crédito para bancos”, el objetivo central de esta modificación fue establecer un método estándar para la determinación de provisiones mínimas sobre colocaciones hipotecarias para la vivienda, que considere explícitamente la morosidad y la relación LTV de los créditos (Henríquez, 2018).

Figura 14

γ en el tiempo



La figura 14 muestra que los valores de γ (variación del precio de la vivienda explicado por los fundamentales de períodos anteriores) para Colombia antes del 2002 son en su mayoría negativos, esto se atribuye a la desaceleración del crecimiento económico durante la segunda mitad de la década de los 90. En 1999 se presentó la mayor caída registrada en cerca de 100 años, con una contracción de 4.2% (Banco de la República, 2006), dicha desaceleración se puede evidenciar también en lo observado en el análisis descriptivo para la tasa de desempleo y el IPC entre 1995 y el 2001. A partir del 2003 el coeficiente no presenta valores negativos, aun así, se evidencia falta de estabilidad con notables subidas y bajadas. Es importante señalar que la periodicidad de dichos cambios coincide con las diferentes transiciones en la administración del país, la primera va del 2003 al 2010 (aumentando del 2003 al 2007 y disminuyendo del 2008 al 2010), la segunda del 2011 a mediados del 2017 (aumentando del 2011 al 2014 y disminuyendo del 2015 al 2017) e iniciando una nueva transición con incremento en el 2018. El notable impacto de la administración del país en el comportamiento de las variables fundamentales hace que exista poca estabilidad en los precios, esto sumado a las constantes reformas y cambios en las políticas crea un ambiente propicio para la gestación de una burbuja en el mercado inmobiliario que puede desatar una crisis económica.

El coeficiente para Chile se mantiene en aumento pronunciado desde el 2003 hasta el 2006, este aumento en el precio de la vivienda asociado a los fundamentales se debe al notable crecimiento de la economía chilena durante el periodo; el PIB per cápita de Chile creció a una tasa promedio anual de 4.1% en el periodo 1991-2005, rompiendo con el bajo crecimiento de apenas 1.5% registrado desde la independencia nacional (1810) hasta 1990 (Banco Central de Chile, 2006). Además, se observa un decremento en el periodo comprendido entre el 2008 y el 2010, que

coincide con lo observado en el análisis descriptivo del capítulo 6. En 2009 Chile debió hacer frente a los efectos adversos de la crisis financiera internacional que se inició en Estados Unidos, gracias a las capacidades creadas en años anteriores que permitieron la aplicación de políticas contra cíclicas, fue posible contrarrestar las turbulencias externas y crear paulatinamente las condiciones para recuperar el crecimiento en el 2010 (CEPAL, 2010). Después del 2010 el coeficiente se mantiene estable, sin aumentos o disminuciones bruscas.

En resumen, los datos obtenidos y los análisis realizados señalan la existencia de una burbuja inmobiliaria para Brasil en el año 2015 y para Colombia en 1995, además de un escenario en la economía colombiana que puede indicar la gestación de una nueva burbuja. En cuanto a Chile, no se observa evidencia para señalar la existencia de una burbuja en el periodo estudiado.

8. Conclusiones

La literatura revisada indica que el estudio de burbujas en el mercado inmobiliario es un tema vigente que cada vez es más estudiado, e insiste en el aumento de investigaciones empíricas que permitan realizar análisis más detallados, con el fin de monitorear el mercado y prevenir futuras crisis. Además, se observa que las economías más estudiadas son aquellas consideradas potencias, como Estados Unidos y China, reflejando la falta de estudio de regiones como América Latina.

El estudio realizado señala la existencia de una burbuja para Brasil en el año 2015 y para Colombia en 1995, en cuanto a la economía chilena no se encuentra evidencia suficiente para señalar la existencia de una burbuja inmobiliaria en el periodo estudiado.

Según los resultados obtenidos los precios de la vivienda en Brasil presentaron un aumento relevante y sostenido desde mediados del 2008 hasta el 2015, año en el que se presentó el estallido, lo cual se puede observar no solo en la disminución de los precios de la vivienda, si no en una variación importante de las variables fundamentales. Entre los factores que se cree influyeron en la aparición y desarrollo de la burbuja se encuentran la reforma al sistema financiero (2003), la apertura del mercado financiero (2003 - 2007), la crisis subprime (2008) y la creación del programa federal de crédito “Minha Casa, Minha Vida” (2009).

Para el caso de Colombia, la evidencia de una burbuja en 1995 se asocia principalmente a la crisis del sistema de financiamiento de Unidad de Poder Adquisitivo Constante (UPAC), cuya variación pasó de aumentar con el IPC a estar ligada a la tasa de depósitos a término fijo a 30 días (DTF), lo que provocó que el UPAC aumentara según el comportamiento del sistema financiero, alcanzando valores históricos en 1995, que estaban muy por encima del IPC. Adicionalmente, se observa que desde el 2004 hasta el 2019 la diferencia entre el precio determinado por los fundamentales y el precio observado va en aumento, además de una falta de estabilidad en el precio determinado por los fundamentales con notables subidas y bajadas; la periodicidad de estos cambios coincide con las diferentes transiciones en la administración del país. Este comportamiento señala una importante relación entre la administración del país y las variables fundamentales, generando poca estabilidad en los precios y creando un ambiente propicio para la gestación de una burbuja en el mercado inmobiliario.

La economía chilena no presenta grandes variaciones, lo que soporta la ausencia de una burbuja inmobiliaria. Solo se evidencia una importante caída en las variables fundamentales en el periodo comprendido entre el 2008 y el 2010, asociada a la crisis subprime y al terremoto del 2010. Además

de la estabilidad de las variables fundamentales, es importante resaltar la labor de instituciones como Banco Central de Chile y organismos como la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF), que realizan constante monitoreo al sector inmobiliario con el objetivo de evitar futuras crisis.

Finalmente, es importante resaltar la estabilidad y la evolución de Chile como economía, siendo actualmente el país con mayor ritmo de crecimiento en la región; Colombia, por otra parte, a pesar de mostrar crecimiento presenta indicios de inestabilidad, por lo que se hace indispensable un mayor seguimiento con el fin de prevenir futuras crisis; y Brasil, la economía con mayor PIB de la región parece estar en un periodo de recesión, con aumentos preocupantes en la tasa de desempleo.

9. Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se sugiere incluir más variables fundamentales que permitan seguir entendiendo la dinámica de los precios de las viviendas. También, cuando los datos lo permitan, se sugiere utilizar una ventana de tiempo mayor.

Con el fin de comprender mejor el comportamiento de los precios de la vivienda se recomienda realizar análisis de causalidad detallados y explicativos que permitan identificar y caracterizar las variables fundamentales que impactan en mayor medida y están más relacionadas con el precio de la vivienda en cada economía.

Para una mayor comprensión del comportamiento del mercado inmobiliario en la región se sugiere el estudio de otros países como México y Perú, economías que, según el Fondo Monetario Internacional, se encuentran entre las más relevantes de la región.

Por último, teniendo en cuenta las variaciones observadas en los países analizados durante el periodo de la crisis subprime, se sugiere estudiar el contagio de burbujas desde economías potencia como la de Estados Unidos hacia las economías latinoamericanas.

Referencias Bibliográficas

- Ahuja, A. Cheung, L. Han, G. Porter, N. Zhang, W. (2010). *Are House Prices Rising Too Fast in China?*. Hong Kong Monetary Authority.
- Banco Central de Chile. (2006). *El crecimiento económico de Chile*. Cuadernos de economía.
- Banco de la República. (2006). *La economía colombiana: situación actual frente a los noventa y sus perspectivas*. Grupo macroeconomía 2006.
- Banco de la República. (2021). *Índice de precios al consumidor (IPC)*.
<https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/indice-precios-consumidor-ipc>
- Banco de la República. (2021). *Sectorización Monetaria y Económica, Manual*.
<https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/sectormon.pdf>
- Barría, Cecilia. (18 de diciembre del 2017). *Cuáles fueron las 5 peores burbujas de la historia que estremecieron la economía mundial (y por qué nos siguen dando terror)*. BBCnews / Mundo.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-42374461>
- Bastias, J. (2017). *Indicios de burbujas inmobiliarias en economías emergentes: el caso Chileno*. Working paper, Draft doctorado en Negocios, Universidad de Chile.
- Berger, D. Guerrieri, V. Lorenzoni, G. Vavra, J. (2017). House prices and consumer spending. *The Review of Economic Studies*. 85, 1502–1542.
- BIS. (2019). IFC Report No 8. *Irving Fisher Committee on Central Bank Statistics*. ISBN 978-92-9259-247-9
- Brunnermeier, Markus K, and Isabel Schnabel. “Bubbles and Central Banks: Historical Perspectives”. *Central Banks at a Crossroads: What Can We Learn from History?*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2016. Web.

- Cambra Comerç Brasil Catalunya. (21 de enero de 2021). *El sector inmobiliario en Brasil: presente y futuro*. <http://www.cambra-brasilcatalunya.com/es/2021/01/21/sector-inmobiliario-brasil-presente-futuro/>
- CEPAL. (2010). *Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/973/23/Chile_es.pdf
- CEPAL. (2021). *Ficha técnica: Liquidez monetaria (M2), fin del período*. https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=868
- CEPAL. (2021). *Ficha técnica: Tasa de desempleo trimestral*. https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=2182
- Chen, N. (2001). Bank net worth, asset prices and economic activity. *Journal of Monetary Economics*. 48, 415-436.
- Collins, C. and Senhadji, A. (2002). *Lending booms, real estate bubbles and the Asian crisis*. IMF Working Paper 02/20. Washington DC.
- Cruz, R. (2014). *Burbuja inmobiliaria en Santiago*. Seminario para optar al título Profesional de Ingeniero Comercial, Mención Economía.
- D'Agostini, L. (2013). *Acumulação de Capital, Progresso Técnico e Mudança Estrutural: Teoria e Evidência para o Caso Brasileiro (1980-2012)*. Economic Development, Federal University of Paraná (UFPR).
- Dell'Ariccia, G. Igan, D. Rabanal, P. (2013). How to deal with real estate booms: lessons from country experiences. *Journal of Financial Stability* .3, 300–319.
- Durán, Juan. Huertas, Mónica. (2014). *Aspectos sobre el sector inmobiliario que pueden determinar la existencia o no de una burbuja inmobiliaria: análisis del caso de los estratos altos en las localidades de Chapinero y Usaquén en la ciudad de Bogotá* (tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

- Egert, B. Mihaljek, D. (2007). Determinants of house prices in Central and Eastern Europe. *BIS Working Paper 236, Basel*.
- elEconomista.es. (s.f.). *Burbuja especulativa*. <https://www.eleconomista.es/diccionario-de-economia/burbuja-especulativa>
- Engle, R. Watson, M. (1987). The Kalman Filter: applications to forecasting and rational-expectations models. *Advances in Econometrics, Fifth World Congress*. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CCOL0521344301.007>
- Espasa, A. Gómez-Churrua, R. Jareño, J. (1990). Un análisis econométrico de los ingresos por turismo en la economía española. *Servicio de Estudios del Banco de España*. Documento de trabajo 9002.
- Fernández-Kranz, D. Hon, M. (2006). A Cross-Section Analysis of the Income Elasticity of Housing Demand in Spain: Is There a Real Estate Bubble?. *The Journal of Real State Finance and Economics*. 32, 449–470.
- Fernández Yunquera, Rebeca. Rodríguez Sebastián, Alejandro. (30 de diciembre del 2011). *Noticias: burbuja inmobiliaria en América Latina*. Ciudades para un futuro más sostenible. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n50/nnews.html>
- Finanzas.com. (8 de abril del 2017). *¿De qué depende el valor de una vivienda?* https://www.finanzas.com/inmobiliario/de-que-depende-el-valor-de-una-vivienda_13597111_102.html
- Flood, R.P. Hodrick, R. (1990). On testing for speculative bubbles. *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 4 No. 2, pp. 85-101.
- Fondo Monetario Internacional. (12 de junio del 2014). *Los mercados inmobiliarios, la estabilidad financiera y la economía*. <https://www.imf.org/es/News/Articles/2015/09/28/04/53/sp060514>
- Fondo Monetario Internacional. (octubre del 2021). *Perspectivas de la economía mundial*. <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2021/10/12/world-economic-outlook-october-2021>

- García, J. Díaz, S. Upegui, J. Velásquez, H. (2016). *Determinantes del precio de la vivienda nuevo no VIS en Medellín: un modelo estructural*. (documento de trabajo). Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.
- Gerencie.com. (19 de febrero del 2021). *¿Qué es una burbuja inmobiliaria?*. <https://www.gerencie.com/que-es-una-burbuja-inmobiliaria.html#:~:text=En%20una%20burbuja%20se%20los,ese%20incremento%20de%20los%20precios>.
- Gerlach, S. Peng, W. (2005). Bank lending and property prices in Hong Kong. *Journal of Banking and Finance*. 29, 461-481.
- Gestion.Org. (s.f.). *¿Qué es la burbuja económica? Descubre el fenómeno que ha derivado en crisis económicas globales*. <https://www.gestion.org/que-es-la-burbuja-economica/>
- Glindro, E.T. Subhanij, T. Szeto, J. Zhu, H. (2008). Determinants of house prices in nine Asia-Pacific economies. *BIS Working Papers 263, Basel*.
- Glindro, E.T. Subhanij, T. Szeto, J. Zhu, H. (2011). Determinants of house prices in nine Asia-Pacific economies. *International Journal of Central Banking*. 7, 163-204.
- Gomez, J. Gamboa, J. Hirs, J. Pinchao, A. (2018). When Bubble Meets Bubble: Contagion in OECD Countries. *The Journal of Real State Finance and Economics*. 56,546-566.
- Grande, F. Hernández, M. Muñoz, A. (2001). Aplicación de la teoría de cointegración al análisis de la demanda turística. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. Vol. 7. N°3, pp 29-48.
- Guerrero, Yasmin. Juárez, Danalis. (2013). *Burbuja inmobiliaria en el Perú, periodo 2000 – 2013* (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Gujarati, D. (2003). *ECONOMETRÍA*. McGraw Hill.
- Gutiérrez, Milagros. (2015). *Definición Burbuja Especulativa*. <http://www.expansion.com/diccionario-economico/burbujaespeculativa.html>

- Henríquez, C. (2018). *¿Están los precios de las viviendas en Chile desalineados de sus fundamentales?*. Universidad de Chile. Para optar al título de magister. Santiago, Chile.
- Hilbers, P. Lei, Q. Zacho, L. (2001). Real estate booms and banking busts: an international perspective. *IMF Working Paper 01/129*, Washington DC.
- Hilbers, P. Hoffmaister, A.W. Banerjee, A. Shi, H. (2008). *House price developments in Europe: a comparison. IMF Working Paper 08/211*. Washington DC.
- Hofmann, B. (2003). Bank lending and property prices: some international evidence. *Working Papers 222003, Hong Kong Institute for Monetary Research*.
- Hui, E. Yue, S. (2006). Housing price bubbles in Hong Kong, Beijing and Shanghai: a comparative study. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. Vol. 33 No. 4, pp. 299-327.
- IBRESP (Instituto Brasileiro de Educação de Sao Paulo. (2021). <https://www.ibresp.com.br/blogs/2021/o-que-e-e-como-funciona-o-programa-minha-casa-minha-vida/>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 12,231-254.
- Karlsen, B. (2013). Testing for rational bubbles in the US housing market. *Journal of Macroeconomics*. 38, 369-381.
- Kindleberger, Charles P. Robert Z, Aliber. (2011). *Manias, panics and crashes: a history of financial crises. Palgrave Macmillan*.
- Klyuev, V. (2008). What goes up must come down? House price dynamics in the United States. *IMF Working Paper 08/187*, Washington DC.
- Lei, F. Lu-kui, J. (2011). Real Estate Bubble in China: An Empirical Study Based on VaR Model. *2011 International Conference on Management Science & Engineering (18th)*.
- Liu, R. Chi-man, E. Lv, J. Chen, Y. (2016). What drives housing markets: fundamentals or bubbles?. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. 55,395-415.

- Martínez, G. (2019). Raíz unitaria y cambio estructural en las series de tiempo de México. *Denarius: revista de economía y administración*. Artículo 472.1.10.
- McDonald, J. Stokes, H. (2013). Monetary Policy and the Housing Bubble. *The Journal of Real State Finance and Economics*. 46, 437–451.
- Minsky, Hyman. (1974). *The Modeling of Financial Instability: An Introduction*. Universidad de Pittsburgh, Pennsylvania, Estados Unidos
- Munuera, N. (2018). *Filtro de Kalman y sus aplicaciones*. Universitat de Barcelona, Barcelona, España.
- Oroy Finanzas. (s.f.). *La burbuja inmobiliaria española*. <http://www.oroynfinanzas.com/2013/04/burbuja-inmobiliaria-espanola/>
- Paes, N. Alves, M. (2018). Testing for bubbles in housing markets: some evidence for Brazil. *International Journal of Housing Markets and Analysis*. Vol 11. No. 5, pp 754-770.
- Parra, Felipe. Sánchez, Carlos. (2019). *Burbuja inmobiliaria, El caso en Bogotá 2007-2018* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Phillips, Peter. Perron, Pierre. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*. Vol 75, No 2, pp 335-346.
- Pindyck, R. (1992). The present value model of rational commodity pricing. *NEER's research program in Asset Pricing*. Paper No 4083.
- Portafolio. (19 de September de 2019). *Sector inmobiliario y edificaciones produce 2,4 millones de empleos*. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/sector-inmobiliario-y-de-edificaciones-produce-2-4-millones-de-empleos-533743>
- Ramírez, G. Islas, C. Ramírez, B. (2010). Asociación espuria en el modelo de regresión logística con series de tiempo. *Agrociencia [online]*. Vol. 45. n 5, pp.583-591. ISSN 2521-9766.
- Real academia española. (s.f.). *Burbuja*. Recuperado en abril del 2021 de <https://dle.rae.es/burbuja>

- Real academia española. (s.f.). *Crisis*. Recuperado en julio del 2021 de <https://dle.rae.es/crisis>
- Realia. (s.f.). *¿Qué es el mercado inmobiliario?* <https://www.realia.es/que-es-mercado-inmobiliario>
- Rendón Obando, H. (2003). Modelos de corrección de errores y cointegración: A propósito del premio Nobel de economía. *Ensayos de Economía*. 13(23), 141-148
- Ruiz-Tagle, Javier. (2019). ¿Estamos ante una burbuja inmobiliaria en Santiago? ¿Una burbuja en Santiago? Indicadores y prácticas. *ARQ (Santiago)*, (102), 146-148. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962019000200146>
- Sánchez Galán, Javier. (07 de abril, 2016). *Burbuja económica*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/burbuja-economica.html>
- Scherbina, A. Schlusche, B. (2013). Asset price bubbles: a survey. *Quantitative Finance*. 14(4): 589–604. <http://dx.doi.org/10.1080/14697688.2012.755266>
- Shiller, R. [EfectoNaim]. (2021, junio 21). Efecto Naím conversa con el Nobel de Economía: Robert Shiller [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=haIHBi2_TAI
- Shiller, R. (2009). *Irrational Exuberance*. New York: Broadway Books, 2nd ed.
- Silva, C. Vio, C. (2015). Los precios de vivienda y factores macroeconómicos: El caso de Chile. *Economía chilena*. Volumen 18. No 1, pp 4-21.
- Software DELSOL. (s.f.). *Burbuja económica*. <https://www.sdelsol.com/glosario/burbuja-economica/>
- Stiglitz, J. (1990). Symposium on bubbles. *Journal of Economic Perspectives*. 4, 13-18.
- Teng, H. Chang, C. Chau, K. (2013). Housing bubbles: A tale of two cities. *Habitat International*. 39, 8-15.
- Thornton, M. (2009). The economics of housing bubbles. In R. Holcombe & B. Powell (Eds.), *Housing America: Building out of a crisis* (pp. 237–262). New Brunswick: Transactions.

- Torres López, Juan. (2012). Conceptos y fenómenos fundamentales de nuestro tiempo. *Crisis financiera*. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de investigaciones sociales.
- Tsai, I-Chun. (2015). Monetary liquidity and the bubbles in the U.S housing market. *International Journal of Strategic Property Management*. Vol 19(1): 1-12.
- Tsatsaronis, K. Zhu, H. (2004). What drives housing price dynamics: cross-country evidence. *BIS Quarterly Review, March*, pp. 65-78.
- Villa, Paulina. (2015). *Burbujas especulativas en los precios de la vivienda en Colombia* (tesis de maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
- V., Julian. (29 agosto, 2019). *Cómo Reconocer Y Aprovechar Las Burbujas Financieras*. BURSITIA. <https://www.bursitia.com/2019/08/29/como-reconocer-y-aprovechar-las-burbujas-financieras/>
- Worthington, A. Higgs, H. (2013). Macro drivers of Australian housing affordability, 1985-2010. *Studies in Economics and Finance*. 30, 347-369.
- Zhi, T. Li, Z. Jiang, Z. Wei, L. Sornette, L. (2019). Is there a housing bubble in China?. *Emerging Markets Review*. 39, 120-132.