

## ANÁLISIS Y PRONÓSTICO DEL PRECIO DE LA VIVIENDA EN ESPAÑA: MODELO ECONOMETRICO DESDE UNA PERSPECTIVA CONDUCTUAL

## ANALYSIS AND FORECAST OF RESIDENTIAL REAL ESTATE PRICES IN SPAIN: AN ECONOMETRIC MODEL FROM A BEHAVIOURAL ECONOMICS PERSPECTIVE

**Roig Hernando, Jaume** (Universitat Politècnica de Catalunya) \*

**Gras Alomà, Ramón** (Engineering Systems Division) \*\*

**Soriano Llobera, Juan Manuel** (Universitat Politècnica de Catalunya) \*\*\*

### RESUMEN

El presente documento desarrolla un modelo econométrico del ciclo inmobiliario, concretamente del mercado residencial, con la finalidad de prever la evolución futura de los precios del sector. A diferencia de otros modelos, nuestra propuesta incorpora, no sólo un acercamiento que combina el enfoque extrínseco e intrínseco, si no también hipótesis y criterios de la Escuela Conductual.

En contraste con la escuela financiera moderna, las finanzas conductuales asumen la presencia de inversores irracionales en el mercado, que influyen en los precios infravalorándolos o sobrevalorándolos de forma persistente y duradera, factor que constituye la base de las fases expansivas y depresivas que desarrollan el ciclo inmobiliario.

**Palabras claves:** Precios de la Vivienda, Finanzas Conductuales, Modelo Econométrico, Ciclo Inmobiliario, Pronóstico, Inversión Inmobiliaria. **JEL:** R13, R15, R20, G02, G17, E03, E32, E37.

### ABSTRACT

The present paper develops an econometric model of the real estate cycle, focused on the analysis of the residential market in Spain, and aims to predict the future evolution of the average and fundamental prices of the housing industry. Unlike traditional models, the Econometric Model developed incorporates not only an extrinsic and intrinsic approach, but also analytical assumptions and criteria inherited from the Behavioral School.

Contrasting the Modern Financial School theory, the Behavioral Finance School assumes the presence of irrational investors in the market. Thereby irrational decisions substantially influence, in a persistent way, whether underestimating or overestimating, the evolution of asset prices. This irrational influence is the fundamental basis of both expansive and depressive phases that shape the real estate cycle.

**Key Words:** Residential Real Estate Prices, Behavioural Finance, Econometric Model, Real Estate Cycle, Forecast, Real Estate Investment. **JEL:** R13, R15, R20, G02, G17, E03, E32, E37.

\* Departamento de Organización de Empresas, Edificio P (EPSEB), Av. Doctor Marañón, 44-50, 08028, Barcelona. jaumerh@hotmail.com

\*\* Engineering Systems Division, Massachusetts Institute of Technology. ramongras@ciccp.es

\*\*\* Departamento de Organización de Empresas, Edificio P (EPSEB), Av. Doctor Marañón, 44-50, 08028, Barcelona. juan.manuel.soriano@upc.edu

Recibido: Noviembre de 2014. Aceptado: Junio de 2015.

## 1. INTRODUCCIÓN

El mercado inmobiliario constituye uno de los pilares de las economías, tanto de los países desarrollados como de las emergentes, lo que determina que el Producto Interior Bruto, el crédito o la tasa de paro se hallen significativamente correlacionados con la evolución del sector inmobiliario. La investigación sobre la evolución de este sector supone una temática de especial relevancia, debido al aumento de la complejidad tanto en la inversión inmobiliaria como en la financiación, así como en el volumen de activos inmobiliarios de que disponen el sector privado y el público.

En el presente documento se desarrolla un modelo econométrico que analiza el ciclo inmobiliario, esto es, los aumentos y descensos recurrentes de los precios medios de las propiedades inmobiliarias en un periodo determinado, que afectan a la riqueza y la capacidad de endeudamiento de las personas físicas y jurídicas (Aspachs-Bracons, 2009).

El contar con modelos rigurosos de análisis y prognosis del ciclo inmobiliario permite realizar previsiones objetivas del sector y prever los cambios de tendencia para poder avanzar y trazar estrategias de inversión óptimas; por ejemplo, en periodos de crisis, desarrollando actividades de gestión y patrimonialistas que garantizan Cash Flows estables a las compañías (Hewlett y Kaufmann, 2008). Disponer de un modelo econométrico del ciclo inmobiliario será de especial interés para las compañías inmobiliarias así como para los potenciales inversores, el puesto que podrán tomar decisiones relativas a su modelo de negocio, criterios de gestión, promoción, tenencia en propiedad y las actividades de ganancias de capital.

Para el diseño del modelo econométrico se ha tenido en cuenta, no sólo los valores fundamentales de los precios inmobiliarios, sino también las expectativas del mercado, siguiendo las hipótesis de las teorías conductuales las cuales investigan las tendencias cognitivas y emocionales de la sociedad para una mejor comprensión de la toma de decisiones económicas, pues tal y como afirma Keynes (1936): *No hay nada más peligroso que la aplicación de una política de inversión racional en un mundo irracional*<sup>1</sup>.

En este sentido, se ha prestado especial atención a la obra de autores como Kahneman (2003) o Shiller (2003), que recientemente han realizado aportaciones significativas en el ámbito del análisis de variables conductuales.

Por otro lado, cabe tener presente que según Case y Shiller (1998) la evolución del sector inmobiliario está influenciada más por las expectativas generadas por los movimientos de precios pasados, es decir, el *momentum*, que por el conocimiento de los inversores sobre los valores fundamentales.

El presente estudio tiene por objetivo el diseñar un modelo que permita prever los importes y movimientos del precio de los inmuebles residenciales en España. El estudio examina variables indicativas que permitan predecir las fases de expansión o depresión a fin de proveer evidencias empíricas que sean útiles para inversores para la toma de decisiones en el sector inmobiliario.

La organización del trabajo es la siguiente. Tras esta introducción, en la siguiente sección se presenta la metodología aplicada así como las fuentes utilizadas. Asimismo, en el tercer apartado se plantean las hipótesis de trabajo donde se detallan las teorías utilizadas y los trabajos de investigación de referencia. Posteriormente, el cuarto apartado recoge los cálculos realizados y la función econométrica desarrollada y, en el quinto, se lleva a cabo una

---

<sup>1</sup> Traducción del texto: There is nothing so dangerous as the pursuit of a rational investment policy in an irrational World.

previsión de la evolución del ciclo inmobiliario en base dicho modelo. Finalmente, se presentan las principales conclusiones del estudio realizado.

## 2. METODOLOGÍA

Los documentos de investigación sobre el ciclo inmobiliario han aplicado, en general, uno o varios de los siguientes tres modelos: (i) el modelo extrínseco que utiliza variables independientes para la estimación de los precios de los inmuebles, (ii) el modelo hedónico que considera las características principalmente físicas de los activos y (iii) el modelo intrínseco, que a partir de las series históricas estima las evoluciones futuras.

En el presente documento, con el objetivo de desarrollar un Modelo Econométrico según una Perspectiva Conductual (en adelante, *Econometric Model from a Behavioral Perspective* o *EMBP*) que permita definir la evolución del precio de la vivienda, se ha aplicado una combinación del modelo extrínseco y del enfoque intrínseco. Se ha procedido de esta forma debido a que el objetivo del presente estudio es proveer de una herramienta que permita racionalizar las tomas de decisiones en el campo de la inversión inmobiliaria mediante el análisis del ciclo inmobiliario. No se ha aplicado el modelo hedónico por ser adecuado para estimar la valoración de un activo en particular, excediendo dicha tarea el objetivo del presente estudio.

En el planteamiento intrínseco se ha adoptado, como variable de referencia, el *Precio promedio del metro cuadrado de la Vivienda Nueva* (en adelante, *PVN*). Para el enfoque extrínseco se han analizado numerosas variables independientes, susceptibles de ser integradas en la expresión matemática del modelo econométrico a diseñar. En el desarrollo del modelo *EMBP* se ha aplicado tanto la metodología de la regresión lineal (simple y múltiple) como de la regresión no lineal.

La Base de Datos del Modelo Econométrico (en adelante, *Data Base of the EMBP* o *DBEMBP*) se ha constituido teniendo en cuenta que no sólo las variables globales macroeconómicas explican los retornos inmobiliarios, sino que también influyen en la variable de referencia otras variables locales como los ciclos de la economía local, causas demográficas, condiciones financieras, políticas bancarias, razones geográficas, medidas regulatorias o, por ejemplo, el nivel de oferta inmobiliaria existente en el mercado (Goetzmann, Rouwenhorst, 1999 y Malpezzi, Wachert, 2005). De esta forma, la base de datos creada integra 379 variables, entre macroeconómicas, regionales, demográficas, conductuales-psicológicas y específicas del sector inmobiliario.

La utilización de variables psicológicas para el desarrollo de un modelo que explique el ciclo inmobiliario es necesario, como sugiere Robert Shiller (2003), debido a que las burbujas y *crashes* son causadas por la toma de decisiones irracionales y particularmente, según él define, por la denominada *Exuberancia Irracional*.

El modelo *EMBP* resultante del presente estudio está basado en datos históricos cuyas fuentes corresponden al Banco de España, al Instituto Nacional de Estadística y al Ministerio de la Vivienda, tanto trimestrales como anuales, entre 1987 y 2013. Asimismo, se han utilizado datos del Centro de Estudios Psicológicos, del cual se ha empleado la variable *Índice de Confianza del Consumidor*, así como el *Índice de Felicidad* del Centro de Datos de la Felicidad de la *Erasmus University Rotterdam* (Veenhoven, 2014). Se ha utilizado el programa estadístico SPSS para la gestión de los datos utilizados.

### 3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

En primer lugar, se establece la hipótesis que el Precio Promedio del Metro Cuadrado de la Vivienda Nueva<sup>2</sup> (en adelante, *PVN*) en España es la variable clave que determina el ciclo inmobiliario. En el análisis del ciclo macroeconómico, la variable usualmente empleada por parte de los investigadores corresponde al Producto Interior Bruto. En el sector inmobiliario, podrían utilizarse otros factores como, por ejemplo, el volumen de transacciones inmobiliarias o la rentabilidad de los activos. No obstante, la variable seleccionada es una variable altamente correlacionada con las variables fundamentales del sector y ha sido utilizada en otros documentos de investigación. Malpezzi y Wachter (2005), sin embargo, establecieron la variable precio de la vivienda como determinante del ciclo inmobiliario en “*The Role of Speculation in Real Estate Cycles*” y Tsatsaronis y Zhu (2004) en el documento “*What drives housing price dynamics: cross-country evidence*”.

En segundo lugar, se establece la hipótesis de la existencia de un ciclo inmobiliario que, a pesar de tener ciertas variaciones en el tiempo, es sistemático (Grenadier, 1995). Para Harrod (1936), los ciclos económicos cuentan con un modelo senoide superpuesto a una tendencia lineal creciente.

Como consecuencia de la hipótesis anterior y, en tercer lugar, se ha establecido una duración constante del ciclo inmobiliario correspondiente a 16 años. Dicha duración se ha obtenido experimentalmente con base en las series históricas analizadas, calculando la distancia entre intersecciones en fase ascendente de la variable *PVN* con la regresión lineal múltiple que define la tendencia general creciente. Siendo el resultado obtenido (16 años) coherente con el establecido por Borio (2013), quien concluye que los precios de los activos inmobiliarios están significativamente correlacionados con el ciclo financiero, estableciendo un período medio, para siete países industrializados, de 16 años.

La cuarta hipótesis establece que el efecto estacionalidad intra-anual no influye significativamente en el ciclo inmobiliario. En este sentido, pudiendo el precio de un inmueble residencial presentar variaciones dentro de un ciclo anual por el efecto de la estacionalidad, varios artículos de investigación evidencian que dicho efecto es escasamente apreciable (a diferencia del efecto que ejerce sobre el número de transacciones), cuantificando un diferencial en los precios de un 1 por 100 menor en invierno respecto el resto del año (Rossini, 2000).

De acuerdo con los datos analizados, el efecto estacional queda embebido en la función de regresión lineal múltiple, al no influir decisivamente las variaciones propias de la etapa del año en el ciclo más amplio que define la evolución del precio de la vivienda nueva.

La quinta y última hipótesis aplicada en el presente documento corresponde a la utilización de las teorías de las finanzas conductuales para la definición del modelo analítico basándose en la irracionalidad de los agentes del mercado. A diferencia de la teoría financiera clásica que asume que los inversores son totalmente racionales, la teoría conductual considera a los inversores como irracionales debido al fenómeno del sentimiento inversor y, debido a ello, toman decisiones en los mercados, de forma persistente y no aleatoria, diferentes a las esperadas según la teoría racional (Schiller, 1989; De Long, 1990, Shleifer y Summers, 1990). De este modo, la función definida permite ajustar el efecto que genera la irracionalidad de los agentes en el ciclo, esto es, exagerar la fase expansiva (definido como burbuja) y depresiva en los picos del mismo (definido como *crash*).

---

<sup>2</sup> Se ha considerado como vivienda nueva aquella que dispone de una antigüedad inferior a dos años.

La aplicación de la teoría conductual cobra aún más sentido en el presente documento debido a que, tal como evidenciaron Farragher y Kleiman (1996), el sector inmobiliario se rige más por criterios emprendedores y por el instinto y la experiencia de sus directivos, esto es, anteponiendo el sentimiento inversor a los modelos cuantitativos. En la misma línea, Gallimore y Gray (2002) establecieron que la irracionalidad de los agentes se encuentra más acentuada en el mercado inmobiliario debido a que el mismo poco eficiente tanto informacionalmente (la información sobre las transacciones llevadas a cabo por el mercado es de difícil acceso y se obtiene, principalmente, de las redes de intermediarios, las cuales, en general, son reacias a compartir información), operacionalmente (altos costes de transacción restringen el arbitraje en la formación de los precios) e irracionalmente (la toma de decisiones de inversión en un producto tangible, como es el inmobiliario, basado en gran parte en la localización, disminuye la racionalidad del tomador de decisiones, el cual en muchos casos acaba actuando irracionalmente).

En la línea de la quinta hipótesis, se ha establecido como variable que anticipa las fases del ciclo la psicológica. Ello se debe a un análisis sobre la correlación y evolución entre la serie histórica de datos disponible del precio de la vivienda y el índice de confianza del consumidor llegando a dicha conclusión.

#### 4. MODELO ECONOMÉTRICO EMBP

La función econométrica que explica la evolución del precio de la vivienda nueva *PVN* en el tiempo se ha estructurado como la suma de tres funciones: ( $F_1$ ) la tendencia del sector, ( $F_2$ ) el ciclo inmobiliario y ( $F_3$ ) la exuberancia irracional; a continuación se describe el modelo diseñado así como la justificación del mismo. La Función Global ( $F_G(t)$ ) desarrollada es la siguiente:

$$F_G(t) = F_1(t) + F_2(t) + F_3(t) \quad (1)$$

$F_1(t)$  es la función que establece la tendencia del ciclo, resultado de una regresión lineal que integra un conjunto de variables descriptivas seleccionadas.  $F_2(t)$  es la función que describe el ciclo inmobiliario y, por último,  $F_3(t)$  modeliza los períodos de burbuja o depresión definida como episodio de Exuberancia Irracional.

##### 4.1 Definición del modelo econométrico EMBP

Resumida en el apartado anterior la expresión econométrica que define el precio de la vivienda nueva a lo largo del tiempo, a continuación se describe exhaustivamente la misma dividiéndose la exposición en las tres principales partes que integran el modelo.

##### 4.1.1 Modelización de la Tendencia del PVN: $F_1(t)$ .

La tendencia general del *PVN* se ha calculado a partir de una regresión lineal ejecutada en dos fases: en la primera fase una regresión lineal múltiple en función de las variables descriptivas  $Var_i$ , y en una segunda fase una regresión lineal simple en función del tiempo.

El objeto de la regresión lineal múltiple (en adelante, *RLM*) es el definir la tendencia general de la evolución del precio de la vivienda nueva – menor de 2 años (*PVN*) en función de aquellas variables descriptivas ( $Var_i$ ) que muestran un mayor grado de correlación con la variable de referencia, para así realizar una primera aproximación al modelo econométrico.

El objeto de la regresión lineal simple (en adelante, *RLS*) es el de integrar en una función global una función sencilla que describa sintéticamente mediante una recta de regresión lineal la tendencia general ascendente del *PVN* en función del tiempo. Los parámetros de dicha recta de regresión lineal se calcularán incorporando la función 1 en una regresión no lineal que integra las 3 funciones que componen la función global  $F_G(t)$ .

La función  $F_1(t)$ , resultado de la regresión lineal, muestra 2 formas (ampliada o extensa y sintética o reducida) de describir la función  $F_1$  de tendencia, con diferentes propósitos:

La forma ampliada o extensa permite seleccionar aquellas variables macroeconómicas o sectoriales potencialmente descriptivas de la variable de referencia *PVN*, así como el analizar su influencia en la evolución en el tiempo del *PVN*.

Por otro lado, la forma reducida o sintética permite el integrar en la función global  $F_G(t)$  una expresión matemática que describe con sencillez y rigor la tendencia general ascendente como función del tiempo:

$$F_1 = \begin{bmatrix} F_1(t, Var_i) \\ F_1(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Expresión Ampliada} \\ \text{Expresión Reducida} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_0 + \alpha_1 Var_1 + \alpha_2 Var_2 + \alpha_3 Var_3 + \dots + \alpha_n Var_n \\ \alpha + \beta \end{bmatrix} \quad (12)$$

Donde:

- $F_1(t, Var_i)$ : variable dependiente, explicada o regresando, esto es, *PVN*.
- $\alpha_0$ : corresponde a la intersección o término "constante".
- $\alpha_i$ : los parámetros que miden la influencia de las variables independientes seleccionadas sobre la variable dependiente o el regresando.
- $Var_i$ : el conjunto de las variables independientes, también conocidas como explicativas o regresores, integradas en el modelo.
- $\alpha$ : corresponde a la pendiente de la recta de la expresión Regresión Lineal Simple o Reducida.
- $\beta$  = Intersección en el punto inicial de estudio ( $t=0$ , marzo 1987).

En una primera fase se han seleccionado ocho variables independientes explicativas de la función  $F_1(t, Var_i)$  (cuadro 1). Dichas variables han sido seleccionadas de un total de 379 variables que constituyen la base de datos sobre la que se apoya el presente estudio durante el proceso de modelización de la Regresión Lineal Múltiple,

La función ampliada  $F_1(t, Var_i)$  como expresión de la evolución en el tiempo de las 8 variables seleccionadas corresponde a:

$$F_1(t, Var_i) = RLM(PVN, t) = \alpha_0 + \alpha_1 Var_1 + \alpha_2 Var_2 + \alpha_3 Var_3 + \alpha_4 Var_4 + \dots + \alpha_n Var_n \quad (13)$$

Donde:

- *RLM*: corresponde al modelo estadístico Regresión Lineal Múltiple.
- *PVN*: Precio de la Vivienda Nueva, o variable de referencia.
- $t$ : corresponde a la variable tiempo, en años.
- $\alpha$ : parámetros que miden la influencia de las variables independientes sobre la variable dependiente o el regresando.
- $Var_i$ : corresponde a las variables independientes también conocidas como descriptivas o regresores.

Siendo el resultado numérico obtenido el siguiente:

$$F_1(t, \text{Var}_i) = \text{RLM}(\text{PVN}) = 4795,67 + 0,104 \cdot \text{EPAOcupados} + 0,003 \text{RentAnual} + \\
128,854 \text{PVRBpH} - 0,001 \cdot \text{VIT} - 7,731 \cdot \text{PVF} + 0,0001 \cdot \text{ECV} + \\
5,862 \cdot \text{PvnUSA} + 18,207 \cdot \text{TPLAH} \quad (14)$$

**CUADRO 1: VARIABLES SELECCIONADAS PARA LA DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE LA TENDENCIA DEL CICLO INMOBILIARIO**

EPA Ocupados <sup>3</sup>	Francia Precio de la vivienda Índice deflactado (PVF) <sup>4</sup>
Rentabilidad anual de la vivienda (RentAnual) <sup>5</sup>	Estimación de la cantidad de viviendas (ECV) <sup>6</sup>
Precio de la vivienda Renta bruta por hogar (PVRBpH) <sup>7</sup>	Estados Unidos Precio de la vivienda Índice deflactado (PvnUSA) <sup>8</sup>
Viviendas Iniciadas Total (VIT) <sup>9</sup>	Tipo de los préstamos libres para adquisición de vivienda (TPLAH) <sup>10</sup>

Fuente: Elaboración propia.

El modelo de regresión lineal múltiple presenta un nivel de ajuste muy satisfactorio, ya que el factor bondad de ajuste (R) cuenta con un valor de 0,998, en tanto que el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson (R<sup>2</sup>) muestra un valor de 0,986 y la R<sup>2</sup> corregida o ajustada tiene un valor de 0,995. Asimismo, el error típico de estimación, también conocida como la desviación típica de los residuos, es decir, la desviación típica de las distancias existentes entre las puntuaciones en la variable dependiente PVN y los pronósticos efectuados de regresión corresponde al valor de 12,52 concluyéndose que el modelo desarrollado es robusto. En esta línea, mediante el análisis de la varianza se contrasta la significación del modelo en base el estadístico F y el nivel crítico (Sig.) (gráfico 1).

<sup>3</sup> EPA Ocupados: corresponde a la Encuesta de Población Activa es una investigación por muestreo, continua y dirigida a las viviendas familiares. Los ocupados se clasifican atendiendo a la situación profesional en no asalariados (empleadores, empresarios sin asalariados y trabajadores independientes, miembros de cooperativas, ayudas familiares) y asalariados (públicos o privados).

<sup>4</sup> Francia Precio de la vivienda Índice deflactado: Corresponde al índice de precios de la vivienda en Francia eliminado el efecto de la inflación.

<sup>5</sup> Rentabilidad anual de la vivienda: variable informada por el Banco de España y que calcula la rentabilidad bruta estimada por alquiler más la plusvalía.

<sup>6</sup> Estimación de la cantidad de viviendas: variable informada por el Banco de España y corresponde a la estimación realizada en base al censo de noviembre de 2001 sobre el cual se extrapola, hacia adelante o hacia atrás, en función del número de viviendas visadas y en base a diferentes hipótesis..

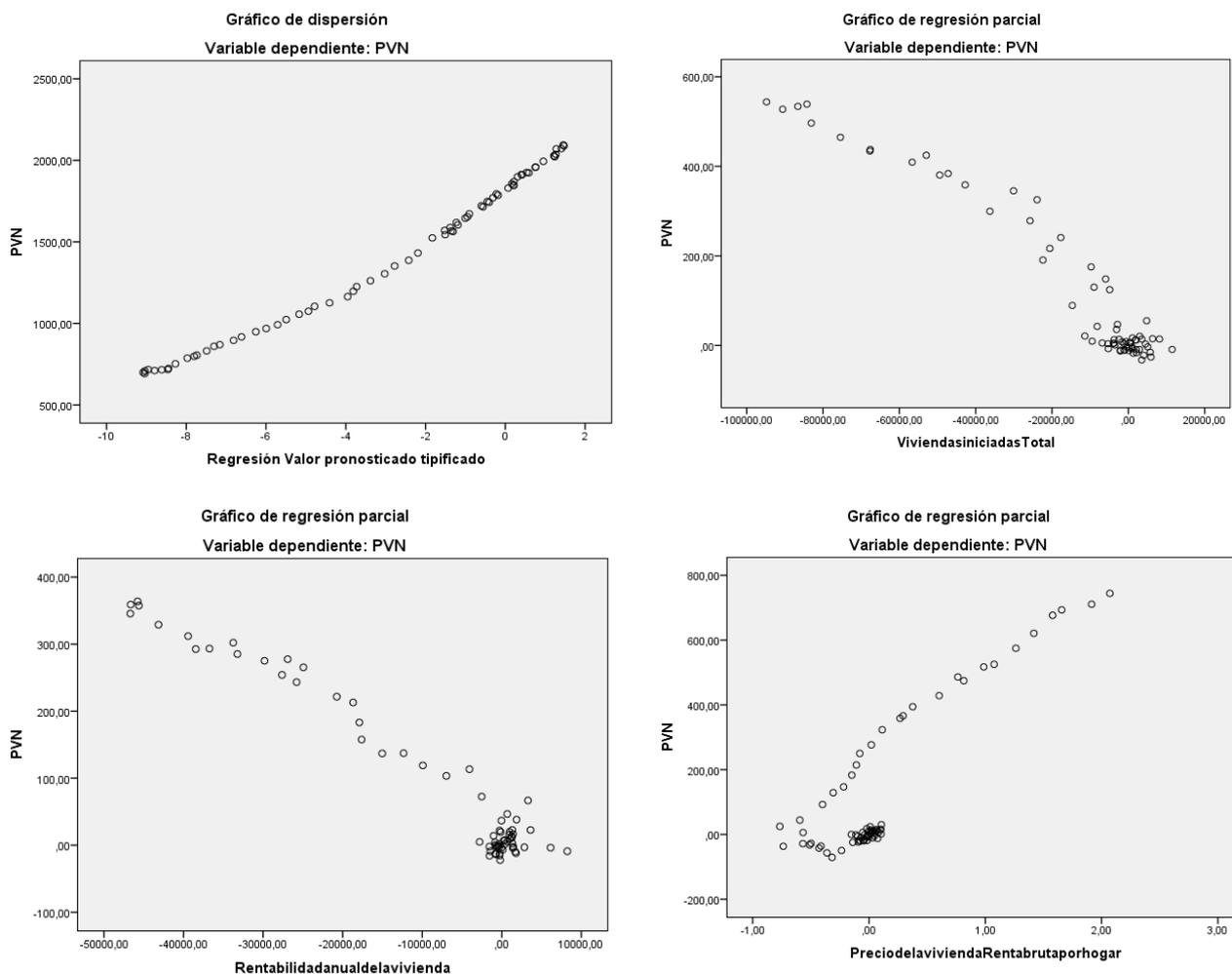
<sup>7</sup> Precio de la vivienda Renta / bruta por hogar: corresponde al precio medio de una vivienda libre de 93,75 m<sup>2</sup> construidos dividido por la renta bruta estimada del hogar mediano. Variable informada por el Banco de España.

<sup>8</sup> Estados Unidos Precio de la vivienda Índice deflactado: Corresponde al índice de precios de la vivienda en Estados Unidos eliminado el efecto de la inflación.

<sup>9</sup> Viviendas Iniciadas Total: corresponde a una variable informada por el Ministerio de Fomento en base los visados de dirección de obra.

<sup>10</sup> Tipo de los préstamos libres para adquisición de vivienda: variable informada por el Banco de España y que corresponde al Tipo Anual Equivalente (TAE) de los préstamos constituidos para la adquisición de una vivienda.

**GRÁFICO 1: REGRESIÓN DEL VALOR PRONOSTICADO TIPIFICADO (VALIDACIÓN) Y REGRESIONES PARCIALES DEL PVN RESPECTO DE VIT, RAV Y PVRBPH**



Fuente: Elaboración propia.

El modelo de regresión lineal múltiple presenta un nivel de ajuste muy satisfactorio concluyéndose que el modelo desarrollado es robusto.

Por otro lado, la regresión lineal simple del precio de la vivienda en el tiempo (t) obtenida de la regresión no lineal es la siguiente:

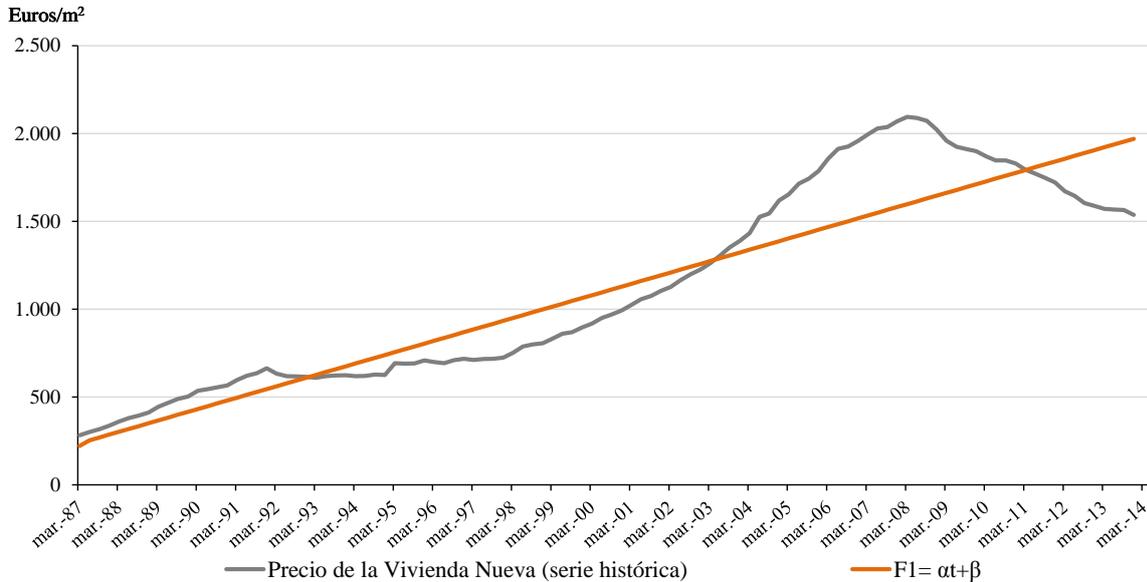
$$F_1(t) = \alpha t + \beta = 64,78t + 220,74 \tag{15}$$

Dicha expresión se ha obtenido en una segunda fase al integrar la función  $F_1(t)$  como recta ascendente en la expresión general del modelo  $F_G(t)$ , mediante la regresión no lineal. En tan sólo dos iteraciones, partiendo de las estimaciones iniciales  $\alpha_{inicial}=70,00$  y  $\beta_{inicial}=250,00$  la regresión lineal ha convergido a los valores finales  $\alpha=64,78$  y  $\beta=220,74$ .

El gráfico 2 muestra la evolución de la variable de estudio a lo largo del tiempo. El modelo de Regresión Lineal Simple (RLS) define la recta de regresión que mejor describe la

tendencia general o global creciente de la función  $PVN$  (Precio de la Vivienda Nueva), definida como  $F_1(t)$ .

**GRÁFICO 2: LA FUNCIÓN TEÓRICA DE TENDENCIA (F1) DEL CICLO INMOBILIARIO ESPAÑOL (1987 – 2013)**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2 Modelización del factor Cíclico: $F_2(t)$

La función  $F_2(t)$  describe el factor cíclico que caracteriza al sector inmobiliario y en particular a la evolución, en función del tiempo, de la variable de referencia PVN.

Tras analizar empíricamente el comportamiento de la variable PVN se ha optado por describir el factor cíclico mediante una función sinusoidal de amplitud variable. La serie de datos de la variable PVN sugiere, coherente con el trabajo desarrollado por Harrod (1936) y Borio (2013), que dicha función cíclica presenta una longitud de onda  $\lambda$  estable de aproximadamente 16 años, siendo susceptible de ser representada por una función senoidal de amplitud variable proporcional al valor de la imagen de la recta de regresión lineal reducida multiplicado por un factor constante, de acuerdo con el análisis empírico de las series de datos, confirmándose a posteriori la robustez del modelo.

La función no lineal definida corresponde a una senoide debido a que la misma se ajusta a la evolución del precio de la vivienda y que cuenta con la siguiente expresión:

$$F_2(t) = A_C \cdot \sin(\omega_C t) \quad (16)$$

Donde:

- $A_C$  corresponde a la Amplitud de oscilación del Ciclo, es decir, la distancia máxima entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio.

De acuerdo con los datos experimentales la Amplitud Cíclica  $A_C$  es igual al producto de la imagen de la recta sintética o reducida de Regresión Lineal Simple (RLS) en función del tiempo por un factor constante igual a 0,2.

- $\omega_C$ : corresponde a la variable temporal, en radianes, de la función sinusoidal cíclica. Puesto que la longitud total  $\lambda$  corresponde a 16 años, dicha longitud de onda corresponderá a un valor de  $\omega_C=2\pi$ .

Definiéndose  $A_c$  y  $\omega_c$  como:

$$F_2(t) = A_C \cdot \sin(\omega_C) = (RLS(t) \cdot 0,2) \cdot \sin(\omega_C) = (RLS(t) \cdot 0,2) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_C} \tau_C\right) \quad (17)$$

Donde:

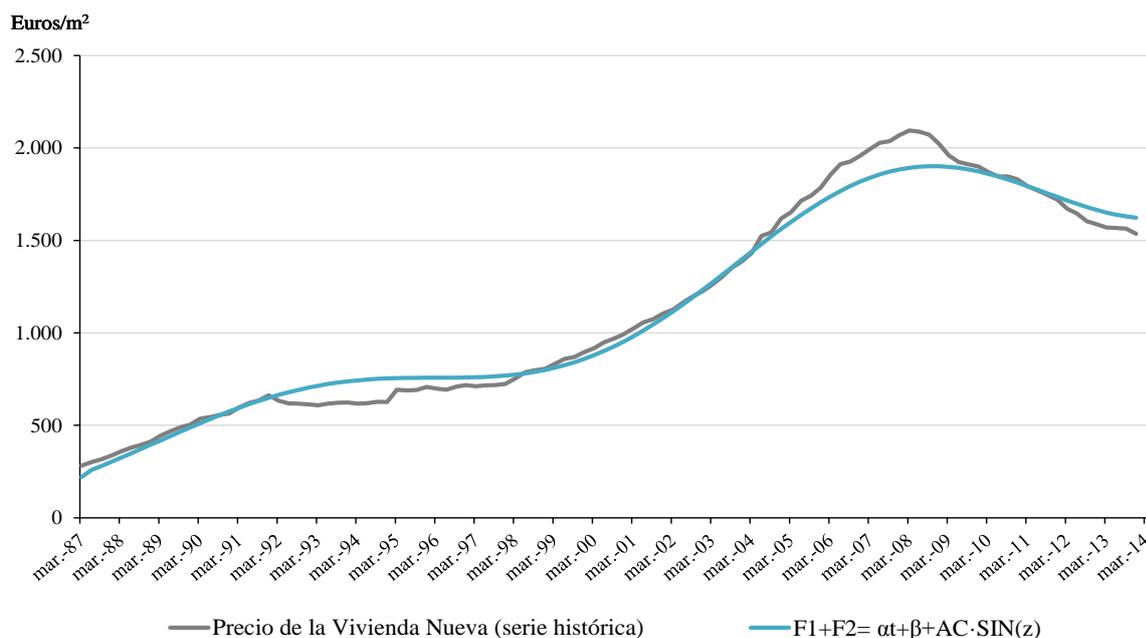
- RLS: Regresión Lineal Simple desarrollada en el apartado anterior

$$F_1(t) = \alpha t + \beta = 64,78t + 220,74 \quad (15)$$

- $T_C$ : corresponde al periodo de oscilación, es decir, el tiempo necesario para completar un ciclo completo. Tal y como se ha consignado previamente,  $T_C$  se ha establecido en 16 años, que corresponde a  $2\pi$  o 6,28 en radianes temporales.
- $\tau_C$ : es la variable temporal en trimestres, que debidamente multiplicada por un factor constante permite obtener la variable temporal en radianes  $\omega_C$ .

En el gráfico 3 se representa el resultado de la expresión  $F_1(t) + F_2(t)$  donde se comprueba un significativo ajuste de la función teórica respecto el ciclo inmobiliario español pero observándose que, en los períodos de burbujas o depresiones, el ajuste es menor.

**GRÁFICO 3: LA FUNCIÓN  $F_1(T)+F_2(T)$  QUE DESCRIBE LA TENDENCIA Y CICLO DEL PVN (1987 – 2014)**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3 Modelización de los efectos por la Exuberancia Irracional en los mercados: $F_3(t)$ .

En el gráfico 3 se identifican dos periodos en los cuales el valor fundamental de la vivienda es diferente al precio. Ambos períodos, definidos como episodios de Exuberancia Irracional, corresponden, en primer lugar, a una fase de depresión o *crash* (diciembre 1991 a diciembre 1995) y, en segundo lugar, a una fase de euforia o burbuja (marzo 2005 a marzo 2009).

Con el objetivo de definir una función que permita identificar las fases de depresión y euforia, se ha procedido a analizar las causas de la irracionalidad de los precios. Para los defensores de la teoría conductual, la primera causa corresponde a la conducta denominada moda irracional (*irrational fashion*), para la que los inversores toman decisiones en base a modas en lugar de fundamentarlas en un análisis racional de los activos. En esta línea, también se identifica que las burbujas especulativas son alimentadas por teorías populares superficiales que justifican la razón de las mismas incluso estando validadas por ciertos gurús de la economía (Shiller, 2003). Otra causa de las depresiones o burbujas corresponde al optimismo excesivo de los inversores (*excessive optimism*), esto es, la tendencia sistemática de las personas a ser optimistas sobreestimando los resultados positivos e infravalorando los resultados negativos (Armor y Taylor, 2002). Ello deriva en la entrada eventual en el mercado de inversores inexpertos o navegantes quienes suelen acentuar aún más las expectativas irreales; en esta línea, se produce el efecto *momentum*, esto es, la esperanza de que los resultados históricos de un activo influyan en sus resultados futuros, así como también el denominado círculo virtuoso (*cycle of feedback*), mediante el cual, en la medida que los precios aumentan, incrementa el entusiasmo inversor, resultando en un aumento de los precios.

Otros factores identificados por la teoría conductual y que corresponde a sesgos que realizan los inversores en las tomas de decisiones son, por un lado, la representatividad (*representativeness*), que considera que las personas juzgan la probabilidad de una hipótesis a partir de la información disponible y no la probabilidad real (conducta que a pesar de ser habitual en los inversores inexpertos también afecta a los expertos) y, por otro lado, la sobreconfianza, esto es, la propia atribución de los éxitos por parte de los inversores aumentando las expectativas relativas a sus juicios. También la disonancia cognitiva, referida al hecho de que los inversores asimilan la burbuja como un estado normal de los precios del mercado; o el arrepentimiento, conducta habitual en el mercado residencial mediante la que las personas creen que si no adquieren la vivienda en un momento concreto no tendrán posteriormente ninguna otra oportunidad.

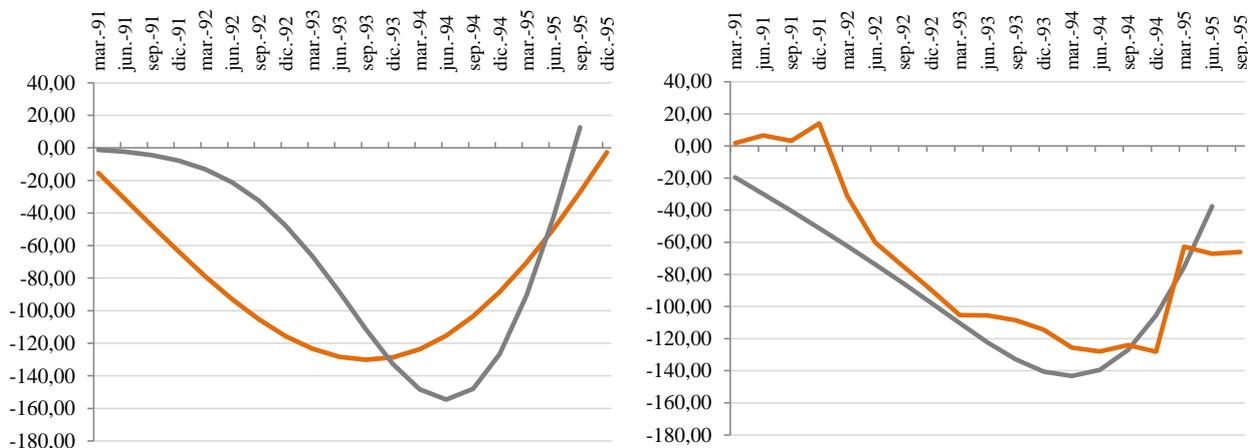
En relación con lo anterior, se identifica que la causa principal de la exuberancia irracional, esto es, la diferencia entre el precio y el valor fundamental, se debe a factores psicológicos de los inversores que se manifiestan como episodios prolongados en el tiempo. Tras llevar a cabo un análisis bi-variable entre la variable Índice de Confianza del Consumidor y el Índice de la Felicidad (Veenhoven, 2014) se concluye, que las dos variables cuentan con un grado de correlación muy elevado y se decide seleccionar la variable Índice de Confianza del Consumidor como indicadora de los períodos de burbuja o *crash*; en consecuencia, será en los períodos donde el Índice de Confianza del Consumidor muestre variaciones bruscas en un breve lapso de tiempo cuando la función  $F_3(t)$  actuará en el modelo econométrico. Así, dicha variable se incorporará a la función que determine el inicio de los periodos de *Exuberancia Irracional*.

Cabe destacar el escaso número de variables registradas en España, que dispongan de una muestra histórica significativa, susceptibles de analizar la influencia de los aspectos psicológicos de las personas en la economía. Por consiguiente, para el diseño de la  $F_3(t)$  o Función Conductual/Behavioral se ha tenido presente la variable Índice de Confianza del Consumidor (en adelante,  $ICC(t)$ ) por su notable correlación con la Medida de la Felicidad (Veenhoven, 2014).

Se ha observado que tanto los periodos de euforia como los de depresión presentan una estructura análoga, de inverso sentido, a saber: un primer periodo de aproximadamente 3 años de creciente influencia del factor psicológico de sugestión, y posteriormente un cuarto año en el que los efectos psicológicos remiten bruscamente.

Por consiguiente, se ha definido la función como combinación de dos funciones conocidas, es decir, una función sinusoidal y una función exponencial negativa, las cuales han sido seleccionadas a partir de la observación empírica resultando un ajuste de significativa precisión. El gráfico 4 muestra la precisión con la que la función teórica Behavioral Descriptive Function – Depression se ajusta a los datos experimentales durante el episodio de Exuberancia Irracional – Depresión de 1991-1995.

**GRÁFICO 4: DISEÑO DE LA FUNCIÓN TEÓRICA *BEHAVIORAL DESCRIPTIVE FUNCTION (BDF)* Y CONTRASTE CON LOS DATOS EXPERIMENTALES EN EL EPISODIO DE EXUBERANCIA IRRACIONAL 1991-1995 (D).**



Representación de las funciones que componen la *BDF*:

- Función Cíclica Behavioral:  $A_B \cdot \sin(\omega_B)$
- Exponencial Negativa Derivada:  $-2\epsilon_B \cdot e^{-(\epsilon_B)^2}$

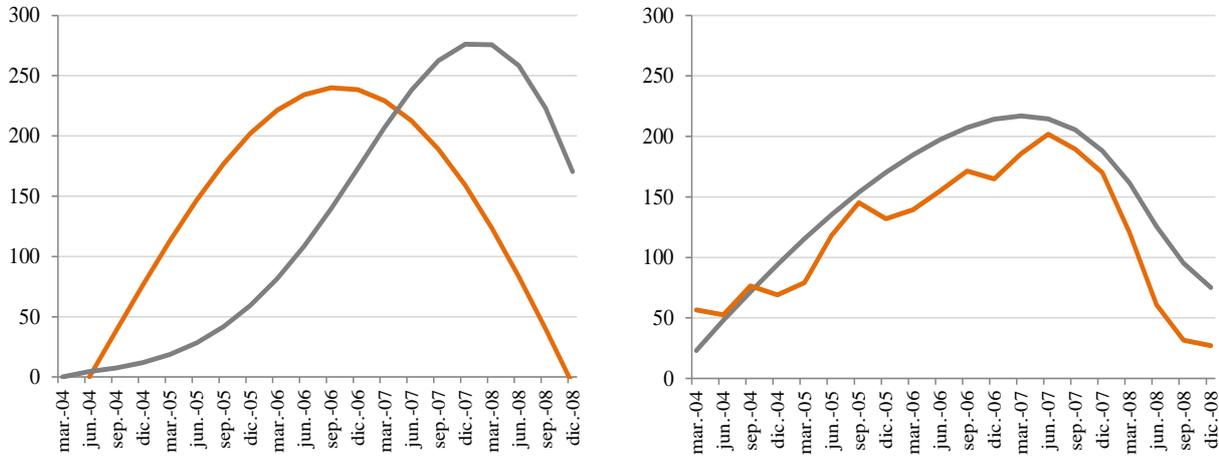
— Efecto Real:  $PVN - (F_1(t) + F_2(t))$

$$BDF = \left( \frac{A_B \cdot \sin(\omega_B) - 2\epsilon_B \cdot e^{-\epsilon_B^2}}{2} \right)$$

Fuente: Elaboración propia.

Análogamente, el gráfico 5 muestra la precisión con la que la función teórica Behavioral Descriptive Function - Euphoria se ajusta a los datos experimentales durante el episodio de Exuberancia Irracional – Euforia de 2004-08.

**GRÁFICO 5: DISEÑO DE LA FUNCIÓN TEÓRICA *BEHAVIORAL DESCRIPTIVE FUNCTION (BDF)* Y CONTRASTE CON LOS DATOS EXPERIMENTALES EN EL EPISODIO DE EXUBERANCIA IRRACIONAL 2004-2008 (E)**



Representación de las funciones que componen la *BDF*:

- Función Cíclica Behavioral:  $A_B \cdot \sin(\omega_B)$
- Exponencial Negativa Derivada:  $-2\epsilon_B \cdot e^{-(\epsilon_B)^2}$

- Efecto Real:  $PVN - (F_1(t) + F_2(t))$
- $BDF = \left( \frac{A_B \cdot \sin(\omega_B) - 2\epsilon_B \cdot e^{-\epsilon_B^2}}{2} \right)$

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, se ha diseñado la función  $F_3(t)$  conductual que describe los efectos de los factores psicológicos o sociales en la variable PVN como producto de dos funciones:

$$F_3(t) = (\text{Behavioral Conditional Function}) \cdot (\text{Behavioral Descriptive Function}) \quad (18)$$

La función condicional  $F_3(t)$  se activa únicamente cuando la función *Behavioral Conditional Function* (en adelante, *BCF*) es 1 tomando dicho valor únicamente en los episodios de exuberancia irracional. Se estructura a partir de sendas funciones escalón de *Heaviside* que definen el inicio y fin del episodio de exuberancia irracional.

$$BCF = H(t - a_{B0}) - H(t - b_{BF}) \quad (19)$$

Donde:

- $a_{B0}$  = Inicio del Periodo de Exuberancia Irracional
- $b_{BF}$  = Final del Periodo de Exuberancia Irracional

Siendo *BCF* la siguiente expresión donde se determinan los parámetros de inicio y fin de dichas fases:  $a_{B0}$ ,  $b_{BF}$ .

$$BCF(t, a_{B0}, b_{BF}) = (H(t - a_{B0}) - H(t - b_{BF})) = \begin{cases} 0, & t < a_{B0} \\ 1, & a_{B0} < t < b_{BF} \\ 0, & t > b_{BF} \end{cases} \quad (20)$$

Y siendo las funciones H de *Heaviside* de activación y final del Episodio de cuatro años de Exhuberancia Irracional (tres años de burbuja y un año de desactivación):

$$H(t - a_{B0}) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left( -\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\tau + i\varepsilon} \cdot e^{-i(t-a_{B0})\tau} d\tau \right) = \begin{cases} 0, t < a_{B0} \\ 1, t > a_{B0} \end{cases} \quad (21)$$

$$H(t - b_{BF}) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left( -\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\tau + i\varepsilon} \cdot e^{-i(t-b_{BF})\tau} d\tau \right) = \begin{cases} 0, t < b_{BF} \\ 1, t > b_{BF} \end{cases} \quad (22)$$

Donde:

- $\tau$  = variable temporal
- $\varepsilon$  = intervalo infinitesimal ( $x_{i+1} - x_i$ )

Con el objeto de establecer un criterio analítico fijo para determinar cuándo se producen los episodios de Exuberancia Irracional, cualquiera que sea su signo (euforia o depresión) se ha diseñado la función *Compound Behavioral Index* (en adelante,  $CBI(t)$ ) que se define como promedio del Índice de Confianza del Consumidor (en adelante,  $ICC(t)$ ) y la función cíclica dividida por un factor constante:

$$CBI(t) = \frac{\left( \frac{A_c \cdot \sin(\omega_c)}{10} + ICC(t) \right)}{2} \quad (23)$$

Donde:

- $A_c$  corresponde a la amplitud de la oscilación, es decir, la distancia máxima entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio.
- $\omega_c$ : corresponde a la variable temporal, en radianes, de la función sinusoidal cíclica.
- $ICC(t)$ : corresponde al Índice de Confianza del Consumidor.

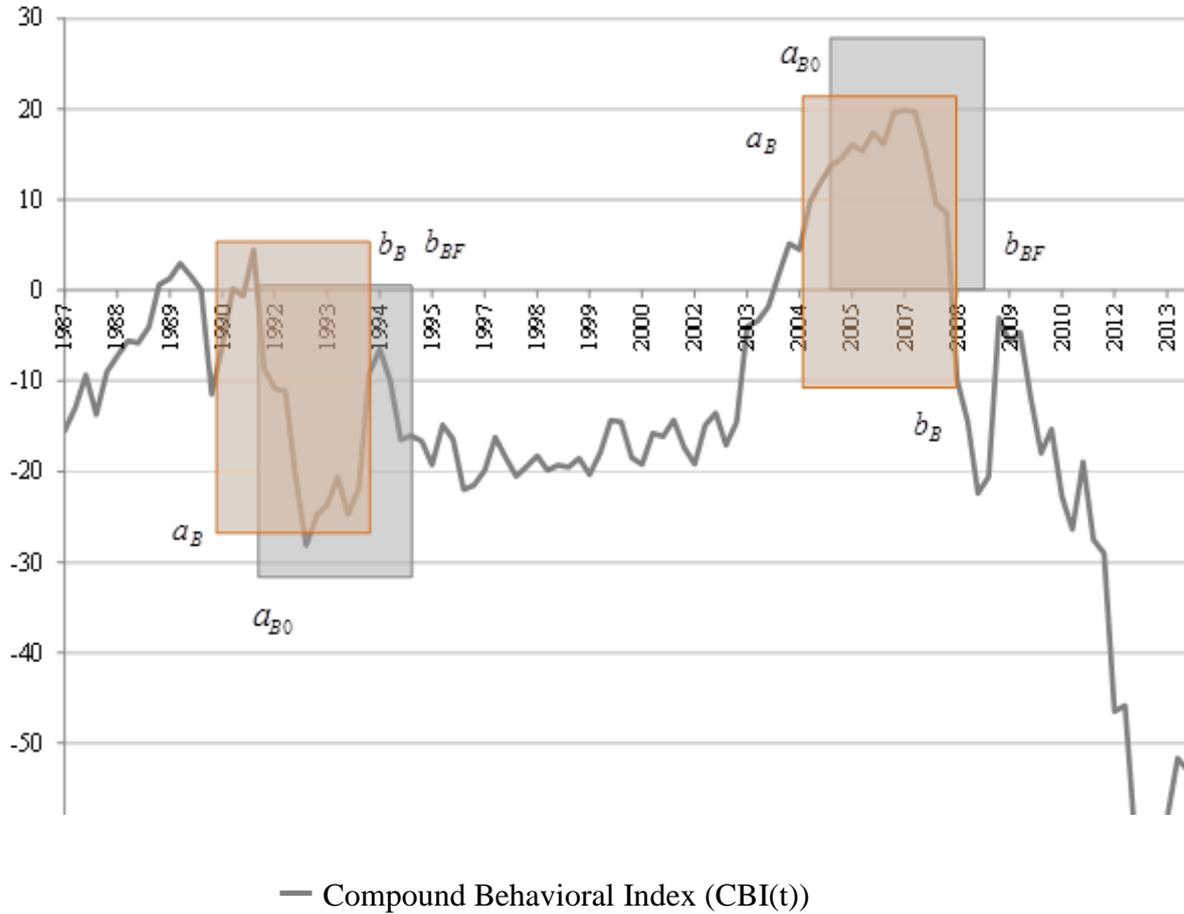
La variable conductual *Compound Behavioral Index* ( $CBI(t)$ ) descrita en el gráfico 6 opera como indicador avanzado del inicio del periodo de Exuberancia Irracional. Dicha función, que integra variables conductuales-psicológicas, presenta para ambos episodios de exuberancia irracional sendas alteraciones excepcionales de sentido opuesto (gráfico 6), susceptibles de determinar cuándo se producirá un episodio de euforia o depresión.

Como condiciones para que efectivamente se produzcan episodios de esta índole se han establecido los siguientes criterios, basados en una función ( $BBP$ , *Behavioral Bias Parameters*) condicionada a detectar en la función  $CBI$  alteraciones bruscas en breves periodos de tiempo.

$BBP$  (Behavioral Bias Parameters):

$$BBP(a_B, b_B) = \left\{ \begin{array}{l} \Delta CBI_{a_B, b_B} > 30, CBI_{b_B} > 10, b_B - a_B \in (1,3) \\ \Delta CBI_{a_B, b_B} < -30, CBI_{b_B} > -20, b_B - a_B \in (1,3) \end{array} \right\} \quad (24)$$

**GRÁFICO 6: FUNCIÓN *COMPOUND BEHAVIORAL INDEX* Y DETERMINACIÓN DE LOS *BEHAVIORAL BIAS PARAMETERS* ( $a_{B0}$ ,  $b_{BF}$ )**



Fuente: Elaboración propia.

Criterios empíricos de definición de los parámetros de inicio y fin del episodio de Exuberancia Irracional, mediante la función BBP, *Behavioral Bias Parameters*:

$$b_{BF} - a_{B0} = 4 \text{ años}$$

$$a_{B0} - a_B = 1 \text{ año}$$

Donde:

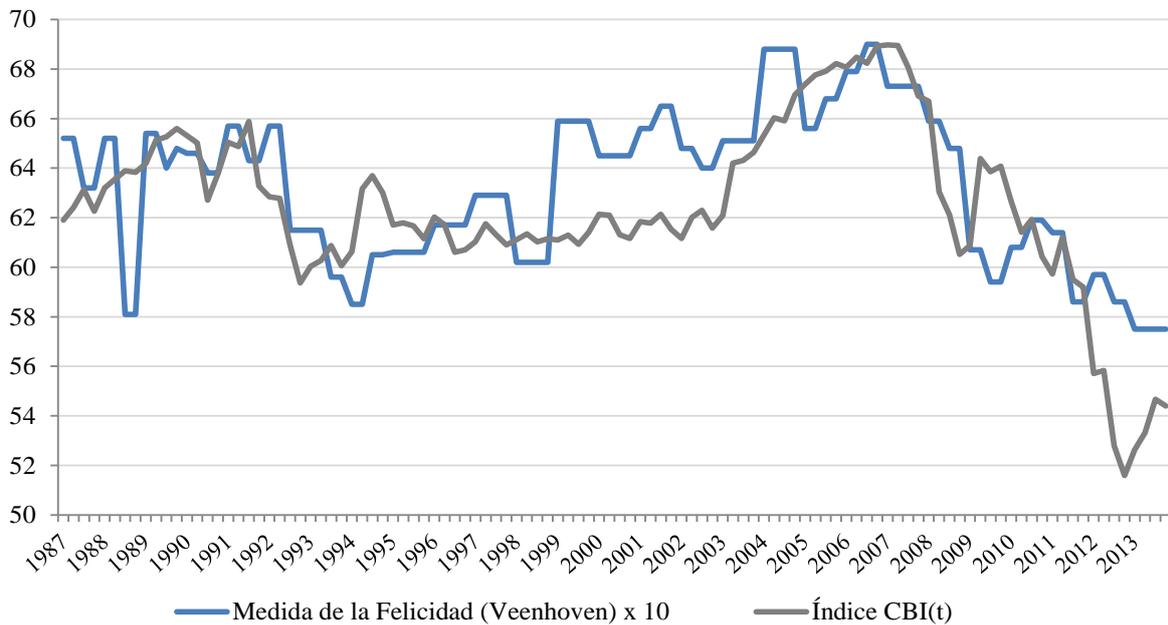
- $a_{B0}$  = Inicio del Periodo de Exuberancia Irracional
- $b_{BF}$  = Final del Periodo de Exuberancia Irracional
- $a_B$  = Inicio del Tramo Crítico del Periodo de Exuberancia Irracional
- $b_B$  = Final del Tramo Crítico del Periodo de Exuberancia Irracional

Así, queda definida la función BCF como escalón de valor 1 que sólo se prolonga a lo largo del episodio de 4 años de exuberancia irracional.

$$H(t - a_{B0}) - H(t - b_{BF}) = \begin{cases} 0, & t < a_{B0} \\ 1, & a_{B0} < t < b_{BF} \\ 0, & t > b_{BF} \end{cases} \quad (25)$$

De esta forma, la función BCF opera exclusivamente entre los parámetros temporales  $a_{B0}$  y  $b_{BF}$  de cada suceso de exuberancia irracional, con un valor de 1, con el objeto de activar la función Behavioral Descriptive Function o *BDF* (gráfico 7).

**GRÁFICO 7: COMPARACIÓN DE LOS ÍNDICES CBI(T) Y MEDIDA DE LA FELICIDAD (VEENHOVEN)**



Fuente: Elaboración propia.

La función *Behavioral Descriptive Function* (*BDF*) describe el valor de la influencia en el tiempo del episodio de exuberancia irracional. De acuerdo con los datos analizados se ha definido como combinación de medio ciclo de una función sinusoidal con un tramo de una función exponencial negativa derivada.

$$BDF = \left( \frac{A_B \cdot \sin(\omega_B) - 2\varepsilon_B \cdot e^{-\varepsilon_B^2}}{2} \right) \quad (26)$$

$$F_3(t) = BCF \cdot \left( \frac{A_B \cdot \sin(\omega_B) - 2\varepsilon_B \cdot e^{-\varepsilon_B^2}}{2} \right) \quad (27)$$

$$F_3(t, a_{B0}, b_{BF}, A_B, \omega_B, \varepsilon_B) = H(t - a_{B0}) - H(t - b_{BF}) \cdot \left( \frac{A_B \cdot \sin(\omega_B) - 2\varepsilon_B \cdot e^{-\varepsilon_B^2}}{2} \right) \quad (28)$$

Donde:

- H = Función escalón de Heaviside
- $a_{B0}$  = Inicio del Periodo de Exuberancia Irracional
- $b_{BF}$  = Final del Periodo de Exuberancia Irracional
- $A_B$  = Amplitud Behavioral =  $K_B \times RLM(t)$ ;  $K_B = 1 \div 2$ .
- $\omega_B$  = Omega Behavioral = tiempo en radianes de la función senoide conductual
- $\varepsilon_B$  = Variable temporal de la Función Exponencial Negativa Derivada y trasladada

#### 4.2 Expresión Global del Modelo Econométrico EMBP

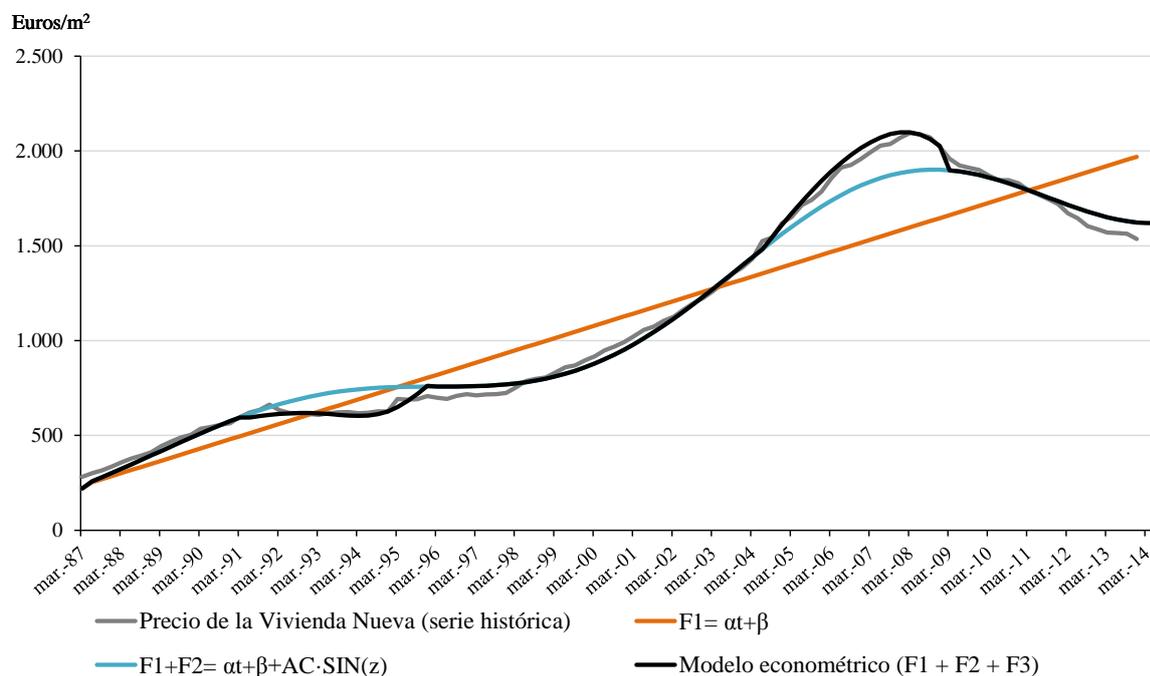
La función diseñada es la siguiente (gráfico 8):

$$F_G(t) = F_1(t) + F_2(t) + F_3(t) \quad (29)$$

$$\begin{aligned} F_G(t) &= PVN(t) = PVN(t, \omega_C, \omega_B, \varepsilon_B) = F_1 + F_2 + F_3 = \\ &= \alpha t + \beta + A_C \cdot \sin(\omega_C) + BCF \cdot \left( \frac{A_B \cdot \sin(\omega_B) - 2\varepsilon_B \cdot e^{-\varepsilon_B^2}}{2} \right) \end{aligned} \quad (30)$$

Donde:

- $\alpha$  = Pendiente de la recta de regresión lineal sintética o reducida
- $\beta$  = Intersección en el punto inicial de estudio ( $t=0$ , marzo 1987)
- $A_C$  : corresponde a la Amplitud de Ciclo de la función sinusoidal ( $0,2 \times RLS(t)$ )
- $\omega_C$  : variable temporal en radianes de la función sinusoidal.
- $BCF = H(t - a_{B0}) - H(t - b_{BF})$
- H = Función escalón de Heaviside
- $a_{B0}$  = Inicio del Periodo de Exuberancia Irracional
- $b_{BF}$  = Final del Periodo de Exuberancia Irracional
- $A_B$  = Amplitud Behavioral =  $K_B \times RLS(t)$ ;  $K_B = 1 \div 2$ .
- $\omega_B$  = Omega Behavioral = tiempo en radianes de la función senoide-conductual
- $\varepsilon_B$  = Variable temporal de la Función Exponencial Negativa Derivada y trasladada

**GRÁFICO 8: EXPRESIÓN GLOBAL DEL MODELO ECONOMÉTRICO EMBP**

Fuente: Elaboración propia.

## 5. PROGNOSIS

En primer lugar, de acuerdo con el modelo econométrico diseñado, el presente ciclo iniciado en marzo de 2003 llegará a su fin en marzo de 2019, dando inicio al ciclo 2019-35, de acuerdo con la longitud de onda o periodo cíclico de 16 años.

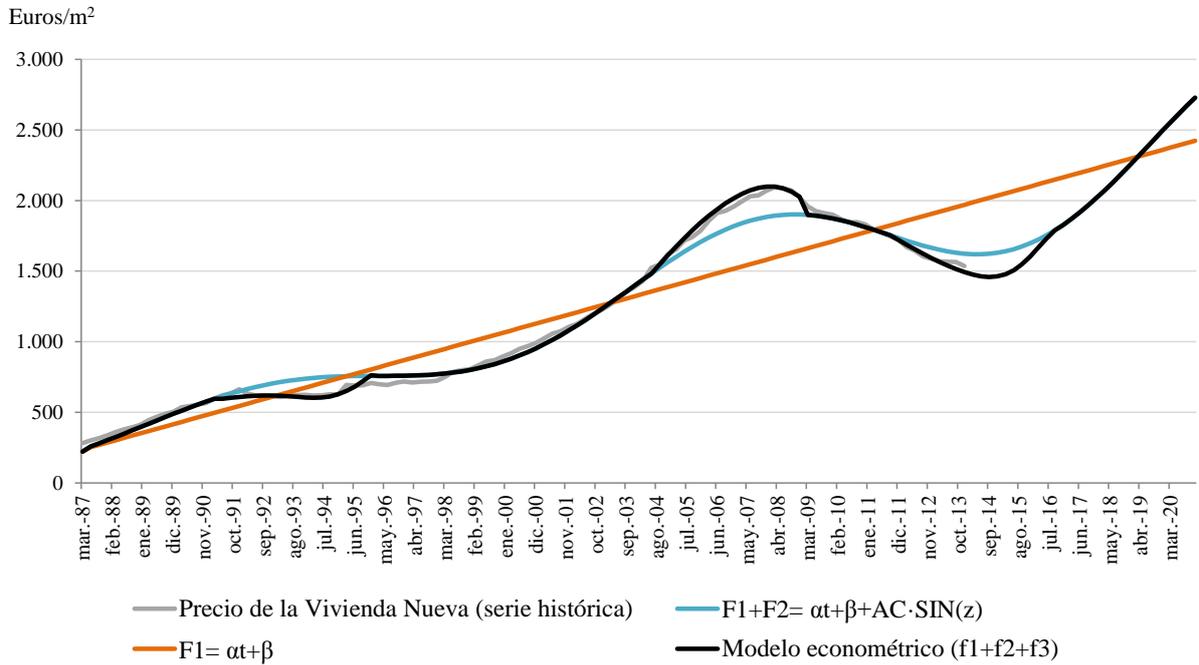
Se ha detectado, mediante el análisis de la función  $CBI(t)$ , y a la luz de la función condicional BBP, el inicio de un nuevo episodio de Exuberancia Irracional – Depresión, que se inició en diciembre de 2008 y se prolongará aproximadamente hasta el cuarto trimestre de 2015 (gráfico 9).

Basados en dicha prognosis, se comprueba una coyuntura óptima para la adquisición de inmuebles desde el punto de vista del potencial comprador

A partir de mediados de la segunda mitad de 2016 se observa nuevamente el inicio de una fase prolongada de crecimiento que permitiría, a mediados de 2018, que el valor promedio del precio del metro cuadrado de vivienda nueva – menor de dos años recuperara sus valores máximos previos a la crisis, que se dieron en marzo de 2008.

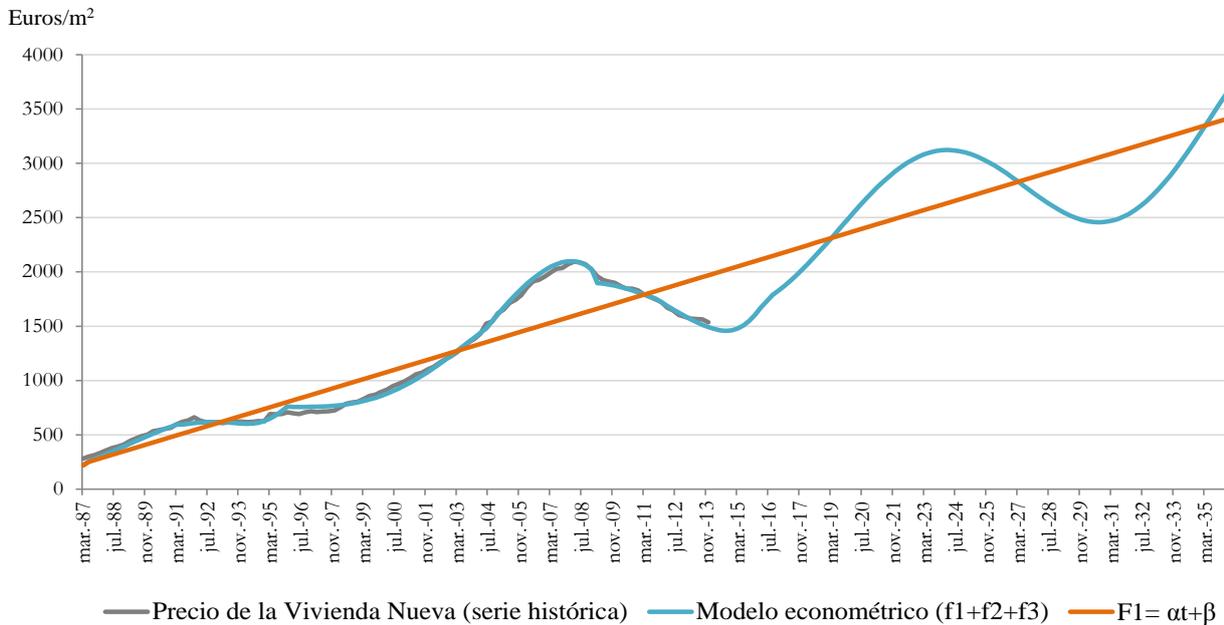
Por otro lado, el ciclo 2019-35 presentaría una nueva fase de cénit hacia los años 2022-25, con un valor del PVN máximo estimado alrededor de los 3100€/m<sup>2</sup> hacia el primer semestre de 2024, que correspondería al máximo relativo del ciclo (gráfico 10). A partir de 2025 se entraría de nuevo en la fase decreciente de la función senoidal, llegándose al mínimo relativo del ciclo en algún momento del periodo 2028-32, pudiéndose hundir los precios hasta valores cercanos a los 2500 €/m<sup>2</sup> alrededor del año 2030.

**GRÁFICO 9: PROGNOSIS DE COMPLECIÓN DEL CICLO 2003-2019**



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 10: PROGNOSIS DE COMPLECIÓN DEL CICLO 2019-2035**



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se experimentaría nuevamente una fase de crecimiento prolongada entre 2032 y 35, que arroja una estimación de cerca de 3500 €/m<sup>2</sup> para el final del ciclo, en marzo de 2035.

Dicha previsión general no contempla, naturalmente, la influencia del factor conductual o  $F_3(t)$ , al carecer de datos experimentales del ciclo sujeto a análisis, que permitan emplear la función  $CBI(t)$ , y la función condicional asociada  $BBP$ .

## 6. RESULTADOS

El modelo econométrico diseñado tiene por objeto estimar el valor del precio promedio de la variable precio de la vivienda nueva de referencia  $PVN$  basado en un conjunto de funciones que se apoyan en los registros de las 379 variables presentes en la base de datos elaborada, que abarca desde marzo de 1987 hasta marzo de 2014; dicho modelo combina el enfoque extrínseco, intrínseco y conductual, éste último aplicado a fin de detectar episodios de Exuberancia Irracional, es decir, las fases del ciclo económico donde el precio dista significativamente del valor fundamental, debido a causas psicológicas de tipo eufórico o depresivo.

El Modelo Econométrico desde una Perspectiva Conductual presenta una expresión analítica que responde a la suma de tres funciones: la Función de Tendencia  $F_1(t)$ , la Función Cíclica  $F_2(t)$ , y la Función Behavioral (Conductual)  $F_3(t)$ .

La Función de Tendencia  $F_1(t)$  presenta la forma de recta ascendente con el tiempo, coherente con el análisis de Harrod (1936) cuyo objeto corresponde a obtener, mediante un proceso iterativo, los valores de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  que configuran la recta de tendencia. Las variables explicativas identificadas del precio de la vivienda nueva son la ocupación en España ( $EPA$  *Ocupados*), el número de Viviendas Iniciadas Total, el ratio Precio de la Vivienda / Renta Bruta por Hogar, la Estimación de la Cantidad de Viviendas, el Tipo de los Préstamos Libres para Adquisición de Viviendas, así como los Precios de la Vivienda Deflactados respectivos de los Estados Unidos y de Francia.

Por otro lado, sobre la tendencia general de crecimiento secular se superpone una Función Cíclica  $F_2(t)$ , de tipo senoidal, con un periodo de 16 años, coherente con el estudio de Borio (2013); la amplitud de dicha función es variable y creciente con el tiempo, obtenida como resultado del producto de la Función de Tendencia por una constante determinada empíricamente.

Finalmente, de acuerdo con los datos experimentales se ha procedido a diseñar una Función Conductual  $F_3(t)$ , cuya expresión es el producto de la función condicional *Behavioral Conditional Function*, que determina el inicio de un eventual periodo de Exuberancia Irracional, así como su signo (euforia o depresión) por la función que describe el impacto del episodio de Exuberancia Irracional: *Behavioral Descriptive Function*. La Función Behavioral o Conductual se activa, en consecuencia, de acuerdo con la detección de alteraciones significativas en los parámetros psicológicos susceptibles de afectar al sector inmobiliario.

El modelo econométrico desde una perspectiva conductual ( $EMBP$ ), diseñado supone una herramienta analítica susceptible de explicar la evolución de la variable de referencia  $PVN$  en el pasado, así como de realizar prognosis o proyecciones de cara al futuro. Asimismo, permite disponer de herramienta analítica que facilite la detección, de antemano, de episodios de Exuberancia Irracional, ya sean de tipo eufórico o depresivo, que redunden en alteraciones significativas del precio de la vivienda, de acuerdo con las funciones complementarias diseñadas y expuestas anteriormente.

El modelo presenta también la posibilidad de actualizar el cálculo de los parámetros que integran la función global, así como de refinar el modelo de regresión lineal múltiple, a medida que disponemos de registros de datos más completos, exhaustivos y sistemáticos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Armor, D.A. and Shelley, E. T. (2002): “When predictions fail: The dilemma of unrealistic optimism”, *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgement*, pp. 334-347.
- Arrese, J.L. (1959): “Cita textual (extracto) del discurso de José Luis Arrese Magra, Ministro de la Vivienda, en el homenaje que le tributaron los agentes de la propiedad inmobiliaria”, *Periódico ABC*, pp. 42.
- Arriaga Navarrete, R. (2012): “Ciclos inmobiliarios y precios de la vivienda: España, EUA y Reino Unido”, *Análisis Económico*, vol. 27, pp. 66.
- Aspachs - Bracons, O. (2009): “Consecuencias Económicas de los Ciclos del Precio de la Vivienda”, *Documentos de Economía de “la Caixa”*.
- Borio, C. (2013): “The Financial Cycle and Macroeconomics: What Have We Learnt?”, *Journal of Banking & Finance*.
- Caridad, J. M. y Ceular Villamandos, N. (2001): “Un análisis del mercado de la vivienda a través de redes neuronales artificiales”, *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 18, pp. 67-81.
- Case, Karl E. and Shiller, R. J. (1989): “The behavior of home buyers in boom and post-boom markets”, *Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University*. Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w2748.pdf>.
- Chatfield, C. (2004): “The Analysis of Time Series”, *Texts in Statistical Science*, Ed. Chapman & Hall/CRC.
- Díaz Fernández, M., Llorente Marrón, M<sup>a</sup> del Mar, Lafuente Robledo, M. y Galguera García, L. (2000): “El precio de la vivienda en Asturias. Una modelización econométrica”, *Universidad de Oviedo*. Disponible en: [http:// http://goo.gl/OoWVRb](http://http://goo.gl/OoWVRb).
- Farragher, Edward J.; Kleinman, R.T. (1996): “A Re-Examination of Real Estate Investment Decision Practices”, *Journal of Real Estate Portfolio Management*, vol. 2(1), pp. 31-39.
- Gallimore, P. and Gray, A. (2002): “The Role of Investor Sentiment in Property Investment Decisions”, *Journal of Property Research*, vol. 19, pp. 111-120.
- Gencay, R. and Xian Y. (1996): “A forecast comparison of residential housing prices by parametric versus semiparametric conditional mean estimators”, *Economics Letters*, vol. 52(2), pp. 129-135.
- Gotzmann, W and Rouwenhorst, K.G. (2000): “Global Real Estate Markets-Cycles and Fundamentals”, *National Bureau of Economic Research*.
- Grenadier, S. R. (1995): “The persistence of real estate cycles”, *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, vol. 10.2, pp. 95-119.
- Harrod, R.F. (1936): *The Trade Cycle: An Essay*, Clarendon Press, Oxford.
- Kahneman, D. (2003): “Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics”, *The American Economic Review*, 93(5), pp. 1449-1475.
- Hewlett, C.A. and Kaufmann, G (2008): “Strategy for Real Estate Companies”, *Urban Land Institute*.
- Kaiser, R.W. (1997): “The long cycle in real estate”, *Journal of Real Estate Research*, vol. 14.3, pp. 233-257.

- Keynes, J. M. (1936): “General Theory of Employment, Interest and Money”, *Palgrave Macmillan*.
- Krystalogianni, A., Matysiak, G. and Tsolacos, S. (2004): “Forecasting UK commercial real estate cycle phases with leading indicators: a probit approach”, *Applied Economics*, vol. 36(20), pp. 2347-2356.
- López, C., Aguayo, E. and Expósito, P. (1998): “El comportamiento de los precios de la vivienda en las regiones españolas: principales determinantes”, *Euro-American Association of Economic Development*, Working Paper 34.
- Malpezzi, S and Wachter, S.M. (2005): “The Role of Speculation in Real Estate Cycles”, *Journal of Real Estate Literature*, vol. 13(2), pp. 141-164.
- Ministerio de Fomento (2012): *El Ajuste del Sector Inmobiliario Español*, Disponible en: <http://goo.gl/pnk5pi>
- Neukirchen, M. and Lange, H. (2005): “A Regression-Based Analysis of Characteristics and Macroeconomic Drivers of House Price Changes in Australia”, *U21 Global Working Paper*, nº. 016.
- Pérez López, C. (2005): “Métodos Estadísticos Avanzados con SPSS”, *Instituto de Estudios Fiscales*, Universidad Complutense, Ed. Thomson.
- Pipió Viñals, M. (2001): “Series Temporales”, Editorial UPC.
- Quigley, J.M. (1999): “Real estate prices and economic cycles”, *International Real Estate Review*, vol. 2 (1), pp. 1-20.
- Rossini, P. (1997): “Application of artificial neural networks to the valuation of residential property”, *Third Annual Pacific-Rim Real Estate Society Conference*, Palmerston North, New Zealand.
- Rossini, P. (2000): “Estimating the Seasonal Effects of Residential Property Markets –A Case Study of Adelaide”, *Sixth Annual Pacific Rim Real Estate Society Conference*, Sidney, Australia.
- Shiller, R. J. (2003): “From efficient markets theory to behavioral finance”, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 17 (1), pp. 83-104.
- Tsatsaronis, K., Zhu, H. (2004): “What drives housing price dynamics: cross-country evidence”, *Bis Quarterly Review*, vol. 3, pp. 65-76.
- Veenhoven, R. (2014): “World Database of Happiness”, *Erasmus University Rotterdam*, The Netherlands. Disponible en: <http://worlddatabaseofhappiness.eur.nl>.
- Wheaton, W.C. (1999): “Real Estate Cycles: Some Fundamentals”, *Real Estate Economics*, vol. 27 (2), pp. 209-230.