Carolina Cosculluela Martínez*

# ¿CREA SUFICIENTE EMPLEO LA VIVIENDA?

*En este trabajo se estudian las respuestas dinámicas que experimentan el empleo y el PIB de la economía española ante un* shock *permanente unitario del capital vivienda. Se cuantifica la importancia de estas variables en el* boom *experimentado por la economía española durante los años previos a la crisis. Los resultados confirman que la industria de la construcción ha sido el motor del crecimiento, tanto económico como del empleo. Se estima que entre 2000 y 2005, años de expansión económica, la inversión en vivienda ha causado más del 34 por 100 del crecimiento económico experimentado y, al menos, el 54 por 100 del incremento de empleo neto. En este contexto, ¿se debe cambiar el modelo productivo?*

***Palabras clave:*** stock *de capital, capital vivienda, empleo, producto interior bruto, crecimiento, inversión.*
***Clasificación JEL:*** *C32, C51, C53, E22, H54.*

## 1. Introducción

El desarrollo a finales del Siglo XX de la industria de la construcción ha posibilitado bajar las tasas de paro hasta niveles que nunca antes se habían alcanzado en España, inferiores al 10 por 100. Este hecho hace que los economistas señalen como motor de crecimiento de la economía española durante la década anterior al inicio de la crisis económica a dicha industria.

Este notable crecimiento de la industria de la construcción se justifica, por parte de muchos autores, por el «falso» incremento de la capacidad adquisitiva de las familias españolas. Además, se le añade que el incremento de la capacidad adquisitiva se ha realizado a bajos tipos de interés, en términos generales, y a muy bajos tipos de interés en el caso del endeudamiento adquirido con aportación de garantía real, normalmente la vivienda. Si se le suma el condicionante humano, una preferencia por la posesión de ladrillo, junto con el empuje de la banca persiguiendo el objetivo de incrementar el número de dichas operaciones, se podría justificar el incremento exponencial de la demanda de viviendas, hecho que ha traído, sin duda alguna, consecuencias.

Así, Jaime Requeijo (2008) señala «como consecuencia de la abundancia de dinero barato se disparó el endeudamiento, entre otras cosas, para la compra de viviendas, permitiendo incluso a través de corredores de hipotecas el acceso al mercado hipotecario a perso-

* Departamento de Economía Aplicada I. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Rey Juan Carlos.
La autora agradece a FUNCAS y a la Fundación Ramón Areces su apoyo.

nas que no tenían la capacidad crediticia necesaria para hacer frente a sus préstamos. Eran los denominados deudores «ninja» *(no income, jobs or assets)* en referencia a aquellos que no tienen ni ingresos, ni trabajo ni patrimonio. Así nacieron las hipotecas de alto riesgo, o *subprime*. Por su parte, los bancos acreedores empaquetaron estas hipotecas y las vendieron por todo el mundo. Este proceso, conocido como titulización, tenía la ventaja para los inversores de ofrecer una rentabilidad muy atractiva, al tiempo que eran consideradas muy fiables por las agencias de calificación crediticia».

Todo esto hace que el *stock* de capital vivienda en España en 2009, último dato publicado por la Fundación BBVA y el IVIE, representara el 44,12 por 100 del total de *stock* de capital total, lo que supone un gran problema. Según Juan Velarde (2008), «también afecta negativamente el peso que la vivienda tiene en el conjunto de la riqueza total de las familias, superior a las tres cuartas partes de la misma, mientras que, por ejemplo, en Estados Unidos apenas alcanza un tercio».

No obstante, a pesar de que los datos parecen confirmar la importancia de la vivienda en el desarrollo de la economía española, no se pueden encontrar estudios econométricos sobre los efectos que tiene una inversión en vivienda sobre el crecimiento económico y sobre el empleo. Sin embargo, existe un amplio volumen de literatura analizando dichos efectos en el ámbito de las infraestructuras desde Aschauer (1989a, 1989b) hasta Pereira y Flores (1999), Pereira (2000), Vargas-Silva (2008) o Pereira y Andráz (2005 y 2010) para la economía española.

La ausencia de trabajos provoca la controversia entre numerosos economistas sobre las medidas a tomar con urgencia para poder salir de la crisis económica. Por ejemplo, Buesa (2010) considera que «una política económica para la crisis española consiste en la transformación del modelo productivo con la reasignación de los recursos de capital inmovilizados en los sectores de la construcción e inmobiliario». Sin embargo, Cuadrado Roura (2010) señala que «queramos o no, la construcción y todas las actividades que derivan y se relacionan con ella, debe seguir siendo uno de los dos grandes pilares de (la)… economía (española), junto con otro sector igualmente no sustituible: el turismo y todo el entorno productivo que gira a su alrededor».

La cuestión es que es necesario cuantificar el efecto que tiene una inversión en vivienda en términos de empleo y de crecimiento económico en España, que, como muchos autores han venido a señalar, ha sido notable.

Es por este motivo por el que se plantea el estudio de los efectos dinámicos que tiene la inversión en vivienda sobre el crecimiento económico y sobre el empleo, partiendo de la consideración de todo el *stock* de capital existente. Con este estudio econométrico se contrasta la veracidad de la hipótesis de los numerosos economistas: la industria de la construcción ha sido un acicate para el crecimiento económico y para el crecimiento del empleo. Resultando cierta esta hipótesis, nos preguntamos ¿Se puede achacar a la falta de inversión en vivienda buena parte del incremento del paro? En otros términos, ¿se debe utilizar la inversión en vivienda (bien inversión en vivienda pública, bien incitando al sistema financiero a incrementar la capacidad adquisitiva) como herramienta macroeconómica de funcionamiento cíclico?

Para responder a estas preguntas se utiliza una adaptación de la metodología usada en Flores *et al.* (1998) para evaluar los efectos del *stock* de capital público sobre el crecimiento económico y sobre el empleo. La metodología que los autores utilizaron permite estudiar los efectos dinámicos de una variable (*PK* «capital público») en el conjunto de otras variables (*L* «empleo», *Y* «PIB» y *K* «capital privado») sin necesidad de estimar un modelo estructural dinámico completo, tan solo es necesario estimar una forma reducida del mismo convenientemente ortogonalizada.

Para que sea factible encontrar esta forma reducida del modelo estructural dinámico que permita cuantificar los efectos de una variable sobre otras, es necesario que las correlaciones contemporáneas residuales entre la variable que causa el efecto (capital público) y el resto (el PIB, el empleo y el capital privado), las variables afectadas, se puedan interpretar como relaciones

de causalidad instantánea que se dirigen en un solo sentido.

La adaptación de la metodología utilizada por Flores *et al.* (1998) consiste en permitir que las correlaciones contemporáneas residuales determinen la causalidad instantánea entre el capital complementario y el resto de variables (PIB, empleo y capital vivienda) a la par que las correlaciones contemporáneas residuales entre capital vivienda y PIB y empleo correspondan a relaciones de causalidad instantánea dirigidas en ese único sentido.

Esta metodología tiene la ventaja de no imponer demasiadas restricciones a la estructura del modelo, evitando el riesgo de imponer restricciones inexistentes. El objetivo final es evitar imponer restricciones a las propiedades estadísticas de los datos para no restringir el modelo teórico. Es decir, son los datos los que determinan el modelo económico al que se ajustan y no al contrario, no se impone un modelo económico al cual se tienen que ajustar los datos. De hecho, el modelo permite series temporales no estacionarias, la presencia de relaciones de cointegración y que las variables determinen las relaciones dinámicas que se producen entre ellas.

Con este modelo se ha estimado que por cada millón de euros no invertidos en vivienda en 2006 (euros de 2006) se ha dejado de incrementar el empleo neto de 2011 en 12,17 personas. Los datos muestran que la inversión en vivienda no solo tiene efecto sobre el empleo en el momento en el que comienza la edificación, sino que sigue generando empleo directo e indirecto a lo largo de varios períodos. Por lo que, para cada período tiene, además, efectos de retroalimentación que posibilitan que cualquier inversión que eleve el nivel del efecto que tiene la inversión en vivienda (33.445.585,54 €)[1] sobre sí misma, incremente aún más el empleo neto. O dicho de otro modo, la contribución al paro de 2011 de cada 100 millones de euros no invertidos en 2006 (euros de 2006) ha sido del 0,02 por 100.

Los resultados ofrecen una estimación de los efectos sobre el PIB y sobre el empleo en cada uno de los períodos posteriores a 2006, por lo que la aportación del estudio radica en cuantificar el montante de inversión que hubiera sido necesario realizar desde 2006 para el mantenimiento del empleo neto.

Para mostrar los resultados obtenidos y realizar el análisis resulta conveniente presentar, más en detalle, el método de estimación y los parámetros estimados, para, posteriormente, dar los resultados obtenidos, analizarlos y por último presentar las conclusiones. Los datos, la estimación y la diagnosis del modelo se muestran como Anexo al final del trabajo.

## 2. Marco de referencia conceptual

El marco de referencia conceptual utilizado constituye una modificación del propuesto por Flores *et al.* (1998) para adaptarlo al problema a estudiar. La adaptación al problema consiste en interpretar la causalidad instantánea residual entre las variables de capital en un solo sentido. En este modelo se establece el vector de variables de la economía española:

$$W_t = (Y_t, L_t, K_{1_t}, \overline{K}_{1_t})'$$

donde siguiendo la notación habitual de la literatura: $Y_t$ corresponde al PIB; $L_t$ al número de ocupados; $K_{1_t}$ el *stock* de capital vivienda; $\overline{K}_{1_t}$ el *stock* de capital complementario, calculado por la diferencia entre el *stock* de capital total y el *stock* de capital vivienda.

La notación del vector de variables en minúsculas $w_t = (y_t, l_t, \overline{k}_{1_t}, k_{1_t})'$ representa las primeras diferencias de los logaritmos de las variables contenidas en $W_t$. Como se muestra a continuación, $w_t$ es un vector de variables integradas de orden 1, I(1). El objetivo es estimar las funciones de respuesta a un impulso (*Impulse Response Functions* «IRF») de $y_t$ y de $l_t$ ante un *shock* permanente unitario en $k_{t_1}$.

[1] El capital existente en 2005 (1.335.206.417 miles de euros de 2000) tiene que verse incrementado en 2011 en 2,85 pp, por lo que sustraída la inversión del punto porcentual, el incremento de *stock* de capital neto en euros de 2000 sería de 24.701.318.714,5 € (33.445.585,54 euros corrientes de 2011).

Dichas funciones de respuesta se pueden obtener del conjunto de ecuaciones estructurales dinámicas representadas en notación compacta como:

$$\Pi^*_w(B)w_t = a^*_t \quad [1]$$

Donde: $\Pi^*_w(B)$ es una matriz polinomial[2] en B, el operador retardo: $\Pi^*_w(B) = \Pi^*_{0,w} - \Pi^*_{1,w}B - \Pi^*_{2,w}B^2 - \cdots$ cuyos elementos son matrices de coeficientes (4 × 4).

$a^*_t$ es un vector de *shocks* estructurales ruido blanco (4 × 1) con matriz de varianzas y covarianzas diagonal $\Sigma^*$.

Asumiendo invertibilidad, [1] se puede expresar de la siguiente forma:

$$w_t = \psi(B)a^*_t \quad [2]$$

Donde:

$$\psi(B) = (\Pi^*_w(B))^{-1} = \psi_0 + \psi_1 B + \psi_2 B^2 + \cdots$$

donde cada matriz $\psi_j$ es una matriz de coeficientes (4 × 4).

La IRF de $y_t$ ante un *shock* en $k_{1t}$ vendrá dada por las posiciones (1,4) de la secuencia de coeficientes de las matrices $\psi_0, \psi_1, \psi_2$, ... Por lo tanto, la IRF de $I_t$ ante un *shock* en $k_{1t}$ estarán representadas por las posiciones (2,4) de la secuencia de matrices $\psi_0, \psi_1, \psi_2$, ...

Para estimar $\psi(B)$ de una forma consistente es preciso identificar perfectamente $\Pi^*_{0,w}$. Es imprescindible poder pasar biunivocamente de [1] a [3]:

$$\Pi_w(B)w_t = a_t \quad [3]$$

donde:

$$\Pi_w(B) = (\Pi^*_{0,w})^{-1}\Pi^*_w(B) \quad [4]$$

$$a_t = (\Pi^*_{0,w})^{-1}a_t \quad [5]$$

con:

$$E(a_t, a_t') = \Sigma = (\Pi^*_{0,w})^{-1}\Sigma^*(\Pi^{*\prime}_{0,w})^{-1} \quad [6]$$

Esto es, $\Pi^*_w(B)$ podrá ser estimada si, y solo si, existe una única matriz que diagonalice $\Sigma$, esta es $\Pi^*_{0,w}$.

La ecuación [3] representa un proceso VARMA no estacionario del vector de variables I(1) contenido en $w_t$, que puede ser aproximado mediante un proceso VAR(p) finito. El proceso [3] puede ser estimado directamente desde el conjunto de datos usando técnicas estándar de estimación.

La matriz $\Pi^*_{0,w}$ puede obtenerse con la previa estimación de $\Sigma$ siempre y cuando esté $\Sigma$ suficientemente restringida. Una vez que se ha estimado $\Pi^*_{0,w}$, $\hat{\Pi}^*_w(B)$ se puede obtener:

$$\hat{\Pi}^*_w(B) = \hat{\Pi}^*_{0,w}\hat{\Pi}_w(B) \quad [7]$$

Finalmente, las estimaciones de las funciones de respuesta a un impulso se obtienen de:

$$\hat{\psi}(B) = [\hat{\Pi}^*_w(B)]^{-1} \quad [8]$$

La clave para encontrar las respuestas de $y_t$ y $I_t$ a los *shocks* producidos en $k_{1t}$ en consiste en introducir suficientes restricciones en $\Pi^*_{0,w}$ para que esta matriz sea la única posible que diagonalice $\Sigma$.

Cada uno de los coeficientes en $\Pi^*_{0,w}$ representa la respuesta instantánea estructural de cada variable ante *shocks* en cualquiera de las variables contenidas en el vector $w_t$. No obstante, para nuestro propósito no resulta necesaria la identificación completa de $\Pi^*_{0,w}$, esto es, no resulta imprescindible identificar cada uno de los elementos de $a^*_t$.

En el vector $w_t$ se pueden distinguir dos tipos de variables, la que forma el vector $z_t = (y_t, I_t)'$ y la que forma el vector $k_t = (k_{1t}, \bar{k}_{1t})'$. El vector $k_t$ se compone de variables más rígidas que las variables contenidas en el vector $z_t$; esto es, las respuestas de las variables contenidas en $z_t$ son más rápidas que las respuestas de las variables contenidas en $k_t$. Parece razonable pensar que un *shock* en $k_t$ en un período determinado tendrá efectos tanto instantáneos como diferidos sobre las variables en $z_t$. No obstante, un *shock* en el período *t* en cualquiera

[2] Las raíces del determinante de $\Pi^*_w(B)$ pueden situarse dentro o fuera del círculo unidad.

de las variables de $z_t$ causará unicamente efectos retardados sobre las variables de $k_t$. Es decir, las variables contenidas en el vector $k_t$ necesitan tiempo de reacción ante los cambios que se produzcan en $y_t$ o $I_t$.

Por tanto, los niveles de $k_t$ se determinan por los valores pasados de $z_t$ mientras que los valores del vector $z_t$ se determinan por los valores presentes y pasados de $k_t$.

Matemáticamente, la notación del comportamiento de los vectores $z_t$ y $k_t$ sería:

$$\begin{aligned} z_t &= v_z(B)k_t + N_{z_t} \\ \pi_z(B)N_{z_t} &= \alpha_{z_t} \end{aligned} \qquad [9]$$

$$\begin{aligned} k_t &= v_k(B)z_t + N_{k_t} \\ \pi_k(B)N_{k_t} &= \alpha_{k_t} \end{aligned} \qquad [10]$$

Donde: $v_z(B)$ y $v_k(B)$ son matrices (2 × 2) que representan funciones de transferencia:

$$v_z(B) = \begin{pmatrix} v_{y_{\bar{k}1_t}}(B) & v_{y_{k1_t}}(B) \\ v_{I_{\bar{k}1_t}}(B) & v_{I_{k1_t}}(B) \end{pmatrix} \text{ y } v_k(B) = \begin{pmatrix} v_{\bar{k}_{1y_t}}(B) & v_{\bar{k}_{1I_t}}(B) \\ v_{k_{1y_t}}(B) & v_{k_{1I_t}}(B) \end{pmatrix}$$

Cada una de las funciones de transferencia en $v_z(B)$ representa la función de respuesta unidireccional de $y_t$ y $I_t$ de ante *shocks* en $k_t$.

Al mismo tiempo, cada una de las variables del vector $k_t$ tiene un período de respuesta diferente. Parece razonable considerar que el capital complementario al capital vivienda $\bar{k}_{1_t}$ precisa de mayor tiempo de reacción que el propio capital vivienda $k_{1_t}$.

El *stock* de capital vivienda $k_{1_t}$ va a reaccionar instantáneamente, esto es en el mismo período ante los cambios que se produzcan en otras infraestructuras $\bar{k}_{1_t}$, y continuará reaccionando a ese cambio que se ha producido durante varios períodos. No obstante, el capital otras infraestructuras $\bar{k}_{1_t}$ reaccionará únicamente de manera retardada ante los cambios que se produzcan en el capital vivienda, es decir, no reaccionarán en el mismo período en el que se produce el cambio en el capital vivienda. Consecuentemente, los *shocks* en el *stock* de capital vivienda producen cambios en otras infraestructuras, como en carreteras, calles, alumbrado, etcétera, pero esos cambios se sucederán a partir del segundo período en adelante, no en el año en el que se produce el *shock* en el *stock* de capital vivienda. Es importante señalar que los análisis empíricos mostrarán que no se presentan correlaciones contemporáneas significativas entre las variables de capital, por lo que en este caso, este supuesto no resulta necesario.

No obstante, la notación matemática de esta causalidad entre los capitales puede representarse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} k_t &= v_k(B)z_t + N_{k_t} \\ \pi_k(B)N_{k_t} &= \alpha_{k_t} \end{aligned} \qquad [11]$$

con:

$$E(\alpha_{k_t}\alpha'_{k_t}) = \Sigma_k = P_k\Sigma^*_kP'_k \qquad [12]$$

Donde: $P_K = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\beta & 1 \end{pmatrix}$ es la matriz de diagonalización de $\Sigma_k$ y $\beta$ es la pendiente en la regresión [13].

$$\alpha_{k_t} = \beta\alpha_{\bar{k}_t} + \alpha^*_{k_t} \qquad [13]$$

Teniendo en cuenta este supuesto [10] quedaría:

$$P_k\Pi_k(B)k_t = P_k\Pi_k(B)v_k(B)z_t + P_k\alpha_{k_t} \qquad [14]$$

o

$$P_k\Pi_k(B)k_t = P_k\Pi_k(B)v_k(B)z_t + \alpha^+_{k_t} \qquad [15]$$

con:

$$E(\alpha^+_{k_t}, \alpha^{+\prime}_{k_t}) = \Sigma^+_k$$

diagonal.

Las ecuaciones [9] y [15] en notación compacta se representarían:

$$\begin{bmatrix} \Pi_z(B) & -\Pi_z(B)v_z(B) \\ -P_k\Pi_k(B)v_k(B) & P_k\Pi_k(B) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} z_t \\ k_t \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_{z_t} \\ \alpha^+_{k_t} \end{pmatrix} \qquad [16]$$

con:

$$E\left[\begin{pmatrix}\alpha_{z_t}\\ \alpha^{+}_{k_t}\end{pmatrix}(\alpha'_{z_t} \quad \alpha^{+\prime}_{k_t})'\right] = \begin{bmatrix}\Sigma_z & 0\\ 0 & \Sigma^{+}_z\end{bmatrix} \qquad [17]$$

Este modelo es similar al modelo [1], con la salvedad de la dependencia de las variables en $\alpha_{z_t}$, esto es la no diagonalidad de $\Sigma_z$. No obstante, es posible estimar las funciones de respuesta de cada una de las variables de $z_t$ ante un *shock* en $k_{1_t}$.

El modelo [16]-[17] en notación compacta quedaría:

$$\Pi^{+}(B)w_t = \alpha^{+}_t \qquad [18]$$

con:

$$E(\alpha^{+}_t\alpha^{+\prime}_t) = \Sigma^{+} \qquad [19]$$

diagonal por bloques.

Como $\Pi^{+}(0)=\begin{bmatrix}I & -v_{z_0}\\ 0 & P_k\end{bmatrix} \neq I$, el modelo estocástico multivariante [16] no está normalizado en sentido Alavi (1981). No obstante, si se premultiplica [18] por $[\Pi^{+}(0)]^{-1}$:

$$[\Pi^{+}(0)]^{-1}\Pi^{+}(B)w_t = [\Pi^{+}(0)]^{-1}\alpha^{+}_t \qquad [20]$$

donde [20] es igual al modelo [3] con

$$\begin{aligned}\Pi(B) &= [\Pi^{+}(0)]^{-1}\Pi^{+}(B)\\ a_t &= [\Pi^{+}(0)]^{-1}\alpha^{+}_t\end{aligned} \qquad [21]$$

Si se estima [3] y su matriz de varianzas y covarianzas correspondiente, permite estimar de manera consistente todos los parámetros del modelo [18] y [19][3], esto es, $[\Pi^{+}(B)]$ y $\Sigma^{+}$ que son similares al modelo [1]; y desde los cuales se obtienen las IRF. Las posiciones (1,4) y (2,4) de los elementos polinomiales de las matrices representadas en [22] nos darán las funciones de respuesta de $y_t$ y $I_t$, respectivamente.

$$w_t = \Psi^{+}(B)\alpha^{+}_t \qquad [22]$$

con:

$$\Psi^{+}(B) = [\Pi^{+}(B)]^{-1} = \Psi^{+}_0 + \Psi^{+}_1 B + \Psi^{+}_2 B^2 + \cdots \qquad [23]$$

A continuación se presentan las estimaciones de las expresiones [20] y [23].

## 3. Resultados

El Cuadro 1 muestra las respuestas, en puntos porcentuales, del PIB, del empleo, del capital complementario y del *stock* de capital vivienda, para cada uno de los 20 períodos posteriores a la inversión ante un *shock* permanente de un punto porcentual en el nivel del *stock* de capital vivienda. Las bandas de confianza de Bootstrap se presentan al 80 por 100 de nivel de confianza.

Atendiendo a estas respuestas se pueden extraer las siguientes conclusiones:

— En cuanto a los efectos sobre el PIB desde las propias funciones de respuesta se puede observar que el PIB responde ante las inversiones en vivienda de manera instantánea, lo que confirma la idea, anteriormente señalada, de que el PIB es de reacción rápida. Además la respuesta es positiva a lo largo de todo el período, un incremento permanente en el *stock* de capital vivienda produce incrementos permanentes en el nivel de PIB, además la estabilidad en el nivel de PIB tras el incremento del *stock* de capital vivienda se alcanza de manera inmediata. No obstante, la elasticidad no es constante a lo largo del tiempo; dos años después del *shock,* la elasticidad del PIB es 0,54 (1,28/2,39) y desciende hasta 0,28 (1,06/3,83) 12 años después del *shock,* desde el que permanece constante. Por lo tanto, la elasticidad a largo plazo que se ha estimado del PIB con respecto a la inversión en vivienda se estima en 0,28.

Con estas elasticidades se puede calcular que por cada punto porcentual que el *stock* de capital vivienda no se incrementó en 2009, el efecto sobre el PIB ascendería al final de 2011 a 4,84, lo que supone un efecto sobre el crecimiento de 1,2 puntos porcentuales anuales.

[3] Se aporta una aclaración matemática en el Anexo.

CUADRO 1

**FUNCIONES DE RESPUESTA DE CADA VARIABLE ANTE UN *SHOCK* PERMANENTE UNITARIO EN *STOCK* DE CAPITAL VIVIENDA (En %)**

| Período | ln Y | | | ln L | | | ln $K_1$ | | | ln $K_1$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | BI | RF* | BS | BI | RF* | BS | BI | RF* | BS | BI | RF* | BS |
| 1 | 0,17 | 1,22 | 2,28 | 0,33 | 2,39 | 4,17 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 1,00 | 1,33 |
| 2 | 0,17 | 1,17 | 2,00 | 0,39 | 2,78 | 4,83 | 0 | 0 | 0 | 1,17 | 1,83 | 2,44 |
| 3 | 0,17 | 1,28 | 2,22 | 0,33 | 2,28 | 4,17 | 0 | 0 | 0 | 1,56 | 2,39 | 3,33 |
| 4 | 0,17 | 1,17 | 2,06 | 0,28 | 2,11 | 3,61 | 0 | 0 | 0 | 1,78 | 2,78 | 4,06 |
| 5 | 0,17 | 1,06 | 1,83 | 0,33 | 2,22 | 3,78 | 0 | 0 | 0 | 1,94 | 3,11 | 4,61 |
| 6 | 0,17 | 1,06 | 1,83 | 0,33 | 2,28 | 4,00 | 0 | 0 | 0 | 2,00 | 3,33 | 5,11 |
| 7 | 0,17 | 1,06 | 1,94 | 0,33 | 2,22 | 4,00 | 0 | 0 | 0 | 2,06 | 3,44 | 5,50 |
| 8 | 0,17 | 1,06 | 1,94 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,11 | 3,56 | 5,78 |
| 9 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,11 | 3,67 | 6,06 |
| 10 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,17 | 3,72 | 6,22 |
| 11 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,17 | 3,78 | 6,39 |
| 12 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,17 | 3,78 | 6,50 |
| 13 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,22 | 3,83 | 6,61 |
| 14 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,22 | 3,83 | 6,72 |
| 15 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,22 | 3,83 | 6,83 |
| 16 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,22 | 3,83 | 6,94 |
| 17 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,22 | 3,83 | 6,94 |
| 18 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,22 | 3,83 | 7,00 |
| 19 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,22 | 3,83 | 7,00 |
| 20 | 0,17 | 1,06 | 1,89 | 0,33 | 2,22 | 3,94 | 0 | 0 | 0 | 2,22 | 3,83 | 7,06 |

NOTAS: * Funciones de respuesta de los logaritmos de las variables. BI y BS representa las bandas inferior y superior de Bootstrap al 80 por 100 de nivel de confianza, respectivamente.
**FUENTE: Elaboración propia.**

— El empleo reacciona también de manera instantánea y positiva. El incremento de nivel por cada punto porcentual de incremento de *stock* de capital vivienda es de 2,22 puntos porcentuales. Este incremento de nivel se alcanza desde el comienzo, no obstante, para mantener este nivel, la inversión en *stock* de capital vivienda debe seguir creciendo hasta alcanzar su nivel de equilibrio estimado (3,83 puntos porcentuales por encima del nivel inicial). La elasticidad a corto plazo también varía a lo largo del tiempo, desciende desde 2,39 en el primer período (período en el que se recibe el *shock*) a 0,58 en el período 13 (12 períodos después del período en el que se produce el *shock*). Posteriormente permanece constante.

— No se encuentran efectos en el *stock* de capital complementario. Consecuentemente, podemos señalar que ambos capitales parece que se mueven de forma independiente. Este hecho podría deberse a la gran cantidad de ayudas recibidas desde la Unión Europea, a la par que a una preferencia animal por el ladrillo que tienen los españoles.

— Los efectos en la producción y en el empleo también tienen efectos *feedback* en el *stock* de capital vivienda. El nivel de equilibrio estimado es de dos puntos porcentuales por encima del nivel supuesto al final del segundo período. Esto es, sin considerar los efectos retroalimentación, el nivel de equilibrio del *stock* de ca-

pital vivienda debería estar un punto por encima del nivel inicial; no obstante, el nivel de equilibrio es de más de dos puntos por encima de ese.

Durante el período 2000/2005, los niveles de PIB, empleo neto y *stock* de capital vivienda crecieron un 16,76 por 100, un 22,4 por 100 y un 19,93 por 100, respectivamente. Usando la elasticidad a largo plazo estimada (0,29 para el PIB y 0,61 para el empleo) el crecimiento del *stock* de capital vivienda es responsable del 54,27 por 100 del incremento del empleo neto y del 34,48 por 100 del crecimiento registrado del PIB durante ese período. Estos datos muestran la importancia de la vivienda como uno de los principales motores de crecimiento de la economía española durante este período.

## 4. Conclusiones

La importancia de la inversión en la vivienda en el éxito de la economía española ha sido expuesta por numerosos economistas. No obstante, resulta complicado encontrar estimaciones econométricas desagregadas para constatar dicha importancia. En este artículo se pretende analizar el problema y proponer un marco conceptual general para estimar las respuestas del empleo y del PIB a la inversiones en vivienda en diferentes períodos de tiempo. Esto es, mediante el marco de referencia conceptual propuesto, se estiman las respuestas del PIB y del empleo ante cambios permanentes de un punto porcentual en el nivel del *stock* de capital vivienda.

Este marco conceptual tiene la ventaja de que no aplica restricciones a priori a las propiedades estadísticas de los datos, a la vez que permite estimar las funciones de respuesta estructural para cada uno de los casos. Tan solo es necesario realizar un supuesto relativo a la interpretación de las correlaciones contemporáneas entre los dos conjuntos de variables: por un lado PIB y empleo, y por otro *stock* de capital vivienda y capital complementario a la vivienda. Se asume que tanto el PIB como el empleo pueden reaccionar de forma instantánea ante los *shocks* en cualquiera de las variables del segundo grupo, pero el *stock* de capital no puede reaccionar de forma instantánea ante cambios en el empleo o en el PIB. No se restringe ninguna de las relaciones diferidas entre las variables.

Este es el único supuesto necesario para identificar las funciones de respuesta estructural del PIB y del empleo ante los cambios en el *stock* de capital vivienda.

Usando datos de la economía española para el período (1977/2008) y la metodología de vectores de corrección de error estándar, ha sido posible estimar la importancia del *stock* de capital vivienda en el reciente crecimiento de la economía española. Los resultados reflejan que más del 54 por 100 del empleo neto creado durante el período 2000 a 2005, ha podido ser causado, directa o indirectamente, por la inversión en vivienda. Además, más del 34 por 100 del crecimiento del PIB de dicho período se puede atribuir a la misma causa.

Los datos avalan la importancia de la inversión en vivienda en España para el rápido crecimiento de la economía española, y para el no menos rápido descenso de la tasa de paro hasta 2005. ¿Podría haber sido posible que España creciese sin la influencia de este importante sector? La respuesta es que, probablemente, no. Pero ¿se hubiera crecido más o creado más empleo si la misma inversión se hubiera destinado a otros activos?

## Referencias bibliográficas

[1] ASCHAUER, D. A. (1989a): «Does Public Capital Crowd out Private Capital?, *Journal of Monetary Economics*, 24, 171-188.

[2] ASCHAUER, D. A. (1989b): «Is Public Expenditure Productive?, *Journal of Monetary Economics*, 23,177-200.

[3] BUESA, M. (2011): «Una política económica para la crisis española». Lo que hay quehacer con urgencia, Actas, Madrid.

[4] COSCULLUELA, C. (2011): *Efectos del stock de capital en el PIB y el empleo de la economía española,* Estudios de la Fundación de las Cajas de Ahorro, Madrid.

[5] CUADRADO ROURA, J. R. (2011): «Reactivar la construcción: objetivo imprescindible para reactivar la economía». Lo que hay quehacer con urgencia, Actas, Madrid

[6] GRANGER, C. W. J. y ENGLE, R. F. (1987): «Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing», *Econometrica*, 251-276.

[7] FLORES, R.; GRACIA, M. y PÉREZ, T. (1998): «Public Capital Stock and Economic Growth: An Analysis of the Spanish Economy», *Applied Economics*, 30, 985-994.

[8] JENKINS, G. M. y ALAVI, A. S. (1981): «Some Aspects of Modelling and Forecasting Multivariate Time Series», *Journal of Time Series Analysis,* 2, 1-47.

[9] JOHANSEN, S. (1988): «Statistical Analysis of Cointegration Vectors», *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.

[10] JOHANSEN, S. (1991): «Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models», *Econometrica*, 59, 1551-1580.

[11] LEÓN NAVARRO, M. y FLORES DE FRUTOS, R (2011): «Consumption and Housing Wealth Breakdown of the Effect of a Rise in Interest Rates», *Applied Economics,* 14 April (iFirst).

[12] MAS IVARS M.; PÉREZ GARCÍA, P. y URIEL JIMÉNEZ E. (2007): *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial*, Fundación BBVA.

[13] MAS IVARS, M.; PÉREZ GARCÍA, P. y URIEL JIMÉNEZ, E: (2009): *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial*, Fundación BBVA.

[14] PEREIRA, A. M. (2000): «Is All Public Capital Created Equal?», *Review of Economics and Statistics,* 82 (3), 513-518, Aug.

[15] PEREIRA, A. M. y ANDRÁZ, J. M. (2005): «Public Investment in Transportation Infrastructure and Economic Performance in Portugal», *Review of Development Economics,* 9, 177-96.

[16] PEREIRA, A. M. y ANDRÁZ, J. M. (2010): «On the Economic Effects of Investment in Railroad Infrastructures in Portugal», College of William and Mary, *Working Papers in Economics,* N. 96, Universidade do Algarve, Portugal.

[17] PEREIRA, A. M. y FLORES DE FRUTOS, R. (1999): «Public Capital Accumulation and Private Sector Performance», *Journal of Urban Economics*, 46, 300-22.

[18] REQUEIJO, J. (2008): «Necesitamos que los mercados interbancarios vuelvan a funcionar para regresar del terror a la prudencia normal», *La crisis financiera: orígenes y soluciones,* Observatorio Económico, 14, FAES.

[19] VARGAS-SILVA, C. (2008): «The Effect of Monetary Policy on Housing: A Factor-Augmented Vector Autoregression (FAVAR) Approach», *Applied Economics Letters,* 2008, Routledge.

[20] VELARDE FUERTES, J. (2008): «Tenemos que mirar a Argentina, que entró en crisis en la Gran Depresión siendo una gran potencia y sigue en crisis», *La crisis financiera: orígenes y soluciones,* Observatorio Económico, 14, FAES.

## ANEXO

### DATOS

#### CUADRO A1

#### *STOCK* DE CAPITAL. PRINCIPALES AGREGADOS

| Año | PIB | Empleo | *Stock* de capital total | *Stock* de capital vivienda |
|---|---|---|---|---|
| 1977 | 345.224.904,70 | 12.594,38 | 1.088.822.267 | 630.209.348 |
| 1978 | 350.275.502,08 | 12.398,28 | 1.136.945.841 | 653.427.037 |
| 1979 | 350.421.090,30 | 12.227,50 | 1.180.460.634 | 674.324.282 |
| 1980 | 358.160.891,90 | 11.894,90 | 1.222.594.208 | 694.412.776 |
| 1981 | 357.686.509,57 | 11.588,38 | 1.262.288.977 | 714.280.016 |
| 1982 | 362.144.890,88 | 11.481,38 | 1.301.460.454 | 733.398.173 |
| 1983 | 368.555.294,72 | 11.421,70 | 1.338.247.528 | 751.074.126 |
| 1984 | 375.132.815,36 | 11.118,90 | 1.370.253.267 | 767.316.317 |
| 1985 | 383.841.304,58 | 11.004,05 | 1.404.863.421 | 783.441.490 |
| 1986 | 396.328.894,46 | 11.208,80 | 1.444.999.566 | 800.036.235 |
| 1987 | 418.313.699,33 | 11.749,08 | 1.492.914.843 | 817.737.561 |
| 1988 | 439.624.007,68 | 12.178,80 | 1.550.232.290 | 838.018.351 |
| 1989 | 460.844.793,86 | 12 602,55 | 1.617.434.219 | 858.814.643 |
| 1990 | 478.271.111,17 | 12.922,25 | 1.689.823.644 | 881.100.978 |
| 1991 | 490.447.896,58 | 13.025,98 | 1.761.930.594 | 901.934.478 |
| 1992 | 495.005.204,48 | 12.788,80 | 1.827.833.648 | 921.293.103 |
| 1993 | 489.899.294,72 | 12.259,28 | 1.882.300.510 | 939.355.043 |
| 1994 | 501.574.598,66 | 12.174,13 | 1.937.081.749 | 956.988.412 |
| 1995 | 515.405.414,40 | 12.478,00 | 1.998.114.494 | 976.110.335 |
| 1996 | 527.829.401,60 | 12.835,03 | 2.060.344.847 | 998.744.557 |
| 1997 | 548.234.002,43 | 13.307,28 | 2.126.970.493 | 1.021.743.374 |
| 1998 | 572.809.478,14 | 13.864,85 | 2.205.363.875 | 1.048.160.664 |
| 1999 | 600.008.228,86 | 14.648,88 | 2.295.656.762 | 1.078.681.111 |
| 2000 | 630.262.988,80 | 15.461,83 | 2.393.286.747 | 1.113.290.418 |
| 2001 | 652.600.999,94 | 16.100,20 | 2.494.650.236. | 1.150.474.529 |
| 2002 | 670.092.886,02 | 16.584,08 | 2.597.450.307 | 1.190.853.874 |
| 2003 | 690.183.995,39 | 17.248,50 | 2.705.711.149 | 1.236.065.097 |
| 2004 | 714.291.200,00 | 17.923,25 | 2.818.378.849 | 1.284.182.883 |
| 2005 | 740.108.000,00 | 18.925,10 | 2.943.208.569 | 1.335.206.417 |
| 2006 | 768.890.000,00 | 19.701,60 | 3.087.657.923 | 1.390.599.214 |
| 2007 | 797.052.000,00 | 20.310,10 | 3.233.156.971 | 1.446.818.428 |
| 2008 | 806.288.000,00 | 20.257,63 | 3.364.502.953 | 1.493.941.034 |
| 2009 | 776.949.096,53 | 18.887,98 | 3.454.401.148 | 1.524.198.477 |

NOTA: El empleo se mide en miles de personas ocupadas y el *stock* de capital y el PIB en miles de euros de 2000.
**FUENTE: Elaboración propia a partir de Más Ivars *et al.* (2007).**

## ANEXO *(continuación)*

### ESTIMACIONES

Se han utilizado los datos anuales de la economía española para el período 1977/2008, los datos de 2009 rompen las estructuras de los modelos que siguen hasta 2008 debido a las anomalías que presentan los datos de 2009:

$Y_t$: producto interior bruto (PIB) obtenido del Banco Mundial en miles de euros de 2000.

$L_t$: empleo neto total[1], cuantificado en miles de personas ocupadas obtenidos de la Encuesta de Población Activa, EPA, publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2006).

$K_{1_t}$: *stock* de capital vivienda, proporcionado por el IVIE y publicado por la fundación BBVA (Mas *et al.*, 2007 y 2009).

$\overline{K}_{1_t}$: *stock* de capital total excluyendo el *stock* de capital vivienda, elaborado por el IVIE y publicado por la fundación BBVA (Mas *et al.*, 2007 y 2009).

Todas las series de *stock* de capital se miden en miles de euros de 2000.

Análisis univariante. El Cuadro A2 contiene tanto los valores del test Augmented Dickey-Fuller (ADF) para determinar la existencia de raíz unitaria en primeras y segundas diferencias, como los modelos univariantes ARIMA. No se han encontrado valores extremos; por lo tanto, no es preciso realizar análisis de intervención.

CUADRO A2

**ANÁLISIS UNIVARIANTE**

| ADF | Retardos* | | | | | Análisis univariantes** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | $\Phi_1$ | $\Phi_2$ | $\Phi_3$ | $\sigma_{a_t}$ (%) | Q(5) |
| $y_t$ | –1,16 | –0,92 | –1,09 | –0,95 | –0,80 | $\nabla y_t$ | | | | 1,34 | 2,10 |
| $\nabla y_t$ | –5,79 | –3,43 | –2,74 | –2,78 | –2,72 | | | | | | |
| $l_t$ | –1,54 | –2,20 | –1,85 | –1,55 | –1,71 | $\nabla l_t$ | 0,32 | | | 1,73 | 3,44 |
| $\nabla l_t$ | –3,54 | –3,66 | –3,18 | –2,22 | –2,77 | | (–0,19) | | | | |
| $k_{1_t}$ | –0,60 | –0,61 | –0,76 | –0,78 | –0,57 | $\nabla k_{1_t}$ | 0,65 | | | 0,32 | 0,19 |
| $\nabla k_{1_t}$ | –2,01 | –1,57 | -1,48 | –1,57 | –1,88 | | (0,18) | | | | |
| $\overline{k}_{1_t}$ | –0,56 | –0,50 | –0,48 | –0,23 | –0,28 | $\nabla \overline{k}_{1_t}$ | 0,55 | | | 0,43 | 6,88 |
| $\nabla \overline{k}_{1_t}$ | –2,91 | –2,98 | –2,92 | –3,30 | –3,39 | | (0,15) | | | | |

NOTA: La notación en minúsculas se refiere a la primera diferencia del logaritmo neperiano de las variables.

* $\rho = 1$ en $\nabla z_t = \mu + \rho z_{t-1} + \Sigma_{j=1}^{p} \gamma_j \nabla z_{t-j} + \mu_t$. Valor crítico al 95 por 100 es –1,95 con $\mu = 0$ (MacKinnon).

** $(1 - \Sigma_{i=1}^{n} \Phi_i B^i)(\nabla^2 \ln X_t - \mu_t] = a_t$ es la especificación del modelo univariante. Desviaciones típicas entre paréntesis. ($\sigma_{a_t}$) representa la desviación estándar residual y Q(5) es el estadístico Ljung-Box.

**FUENTE: Elaboración propia.**

[1] No se considera el empleo de Ceuta y Melilla para evitar la omisión de datos de los primeros períodos.

## ANEXO *(continuación)*

Los resultados muestran que las variables son I(2). No se encuentran términos MA en los modelos univariantes por lo que no hay signos de sobrediferenciación.

*Cointegración*. Se realiza el análisis de la posible presencia de relaciones de cointegración en el conjunto de variables I(1) ($y_t$, $l_t$, $\overline{k}_{1_t}$, $k_{1_t}$) mediante los métodos de Johansen (1988 y 1991) y Granger y Engel (1987).

Los resultados sugieren que hay una relación de cointegración $\xi_t$ entre las tasas de crecimiento del empleo y del PIB.

$$\xi_t = y_t - 0{,}48_{(0{,}05)} l_t - 0{,}02_{(0{,}002)}$$

La relación de cointegración $\xi_t$ puede interpretarse como una relación de equilibrio positiva entre las tasas de crecimiento del empleo y del PIB, donde los desequilibrios de cada período se miden mediante $\xi_t$.

**Estimación del modelo multivariante**

El Cuadro A3 representa el modelo estimado representado en la ecuación [20]. El criterio de información de Akaike (AIC) sugiere un proceso VAR(3). VEC(2), estimado en las segundas diferencias de las variables conjuntamente mediante el método de mínimos cuadrados generalizados (GLS). La representación VAR(3) correspondiente se presenta en el Cuadro A3. Se han omitido de los modelos los parámetros no significativos.

CUADRO A3

ESTIMACIÓN GLS DEL VEC(2) Y DE SU REPRESENTACIÓN VAR(3)

$$\hat{\Pi}_w(B) w_t = \hat{a}_t$$

| $\hat{\Pi}_w(B)$ | $w_t$ | $\hat{a}_t$ |
|---|---|---|
| $\begin{bmatrix} \hat{\Pi}_{w_{11}}(B) & \hat{\Pi}_{w_{12}}(B) \\ \hat{\Pi}_{w_{21}}(B) & \hat{\Pi}_{w_{22}}(B) \end{bmatrix}$ | $\begin{pmatrix} y_t \\ l_t \\ k_{1_t} \\ \overline{k}_{1_t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -0{,}01 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} \hat{a}_{y_t} \\ \hat{a}_{l_t} \\ \hat{a}_{\overline{k}_{1t}} \\ \hat{a}_{k_{1t}} \end{pmatrix}$ |

donde:

$$\hat{\Pi}_{w_{11}}(B) = \begin{pmatrix} 1 - 0{,}32B & -0{,}33B \\ 0 & 1 - 1{,}17B + 0{,}4B^2 - 0{,}23B^3 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\Pi}_{w_{12}}(B) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\Pi}_{w_{21}}(B) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ -0{,}04B + 0{,}04B^2 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\Pi}_{w_{22}}(B) = \begin{pmatrix} 1 - 1{,}57B + 0{,}57B^2 & 0 \\ 0 & 1 - 1{,}72B + 0{,}72B^2 \end{pmatrix}$$

## ANEXO *(continuación)*

La estimación de [6] es:

$$\hat{\Sigma} = \begin{pmatrix} 1{,}36E-04 & 1{,}67E-04 & 4{,}25E-05 & 8{,}24E-06 \\ 1{,}67E-04 & 2{,}87E-04 & 5{,}85E-05 & 1{,}35E-05 \\ 4{,}25E-05 & 5{,}85E-05 & 1{,}92E-05 & 2{,}02E-06 \\ 8{,}24E-06 & 1{,}35E-05 & 2{,}02E-06 & 3{,}37E-06 \end{pmatrix} = \hat{\Pi}_{0,w}^{*-1}\hat{\Sigma}^{*}\hat{\Pi}_{0,w}^{*-1\prime}$$

El test AIC aplicado a los residuos del modelo estimado muestra que $a_t$ sigue un proceso multivariante ruido blanco.

Desde $\hat{\Sigma}$ se puede obtener la matriz de correlaciones instantáneas $\hat{\rho}$.

$$\hat{\rho} = \begin{pmatrix} 1 & 0{,}85 & 0{,}83 & 0{,}38 \\ & 1 & 0{,}79 & 0{,}43 \\ & & 1 & 0{,}25 \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

Como no se encuentran correlaciones significativas entre el *stock* de capital vivienda y el *stock* de capital complementario Pk=I, por lo que la ecuación [15] sería:

$$\hat{\Pi}_k(B)k_t = \hat{\Pi}_k(B)\hat{v}_k(B)z_t + \hat{\alpha}_{kt}$$

Desde la estimación de [6], $\hat{\Pi}_{0,w}^{*}$ puede estimarse como:

$$\hat{\Pi}_{0,w}^{*} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2{,}09 & -1{,}22 \\ & 1 & -2{,}80 & -2{,}39 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

$\hat{\Pi}_{0,w}^{*}$ permite estimar [18] de [20]. Premultiplicando [20] por $\hat{\Pi}_{0,w}^{*}$ se estimará el modelo [18]. El Cuadro A4 contiene el modelo [18] ajustado a los datos.

El Cuadro A4 muestra las relaciones dinámicas entre las variables. Como se ha explicado en el apartado 2, las IRF pueden obtenerse desde la forma reducida del modelo [18] en el Cuadro A4 (ecuación 2). Mediante la integración de las funciones de respuesta a un impulso se calculan las Step Response Functions (SRFs) o funciones de respuesta al escalón.

## ANEXO *(continuación)*

CUADRO A4

**FORMA REDUCIDA ORTOGONALIZADA**

$$\hat{\Pi}^*_w(B)w_t = \hat{a}^*_t$$

| $\hat{\Pi}^*_w(B)$ | $w_t$ | $\hat{a}^*_t$ |
|---|---|---|
| $\begin{bmatrix} \hat{\Pi}^*_{w_{11}}(B) & \hat{\Pi}^*_{w_{12}}(B) \\ \hat{\Pi}^*_{w_{21}}(B) & \hat{\Pi}^*_{w_{22}}(B) \end{bmatrix}$ | $\begin{pmatrix} y_t \\ I_t \\ \overline{k}_{1_t} \\ k_{1_t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -0{,}014 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} \hat{a}^*_{y_t} \\ \hat{a}^*_{I_t} \\ \hat{a}^*_{\overline{k}1t} \\ \hat{a}^*_{k_{1t}} \end{pmatrix}$ |

$$\hat{\Pi}^*_{w_{11}}(B) = \begin{pmatrix} 1 - 0{,}27B - 0{,}05B^2 & 0{,}33B \\ 0{,}10B - 0{,}10B^2 & 1 - 1{,}17B + 0{,}4B^2 - 0{,}23B^3 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\Pi}^*_{w_{12}}(B) = \begin{pmatrix} 3{,}29B - 1{,}20B^2 - 2{,}09 & 2{,}11B - 0{,}89B^2 - 1{,}22 \\ 4{,}40B - 1{,}60B^2 - 2{,}80 & 4{,}12B - 1{,}73B^2 - 2{,}39 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\Pi}^*_{w_{21}}(B) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ -0{,}04B + 0{,}04B^2 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\Pi}^*_{w_{22}}(B) = \begin{pmatrix} 1 - 1{,}57B + 0{,}57B^2 & 0 \\ 0 & 1 - 1{,}73B + 0{,}73B^2 \end{pmatrix}$$

**FUENTE: Elaboración propia.**

## DIAGNOSIS

CUADRO A5

**CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (CCF)**

| Retardos | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,23 | 0,26 | 0,17 | 0,20 | 0,13 | 0,17 | 0,13 | 0,27 | 0,17 | 0,17 | 0,13 | 0,25 | 0,10 | 0,14 | 0,16 | –0,02 |
| 2 | 0,02 | 0,08 | –0,07 | 0,05 | –0,01 | 0,08 | –0,12 | 0,03 | –0,03 | 0,07 | –0,15 | 0,00 | 0,04 | 0,03 | –0,17 | 0,07 |
| 3 | 0,03 | –0,11 | –0,17 | –0,26 | –0,10 | –0,26 | –0,35 | –0,17 | 0,14 | 0,04 | 0,03 | –0,06 | –0,08 | –0,17 | –0,27 | –0,05 |
| 4 | –0,09 | –0,03 | –0,32 | 0,02 | –0,20 | –0,08 | –0,32 | –0,04 | –0,10 | 0,01 | –0,22 | 0,01 | 0,06 | 0,04 | –0,05 | 0,10 |
| 5 | –0,10 | –0,09 | –0,12 | –0,18 | –0,12 | –0,16 | –0,17 | –0,14 | –0,27 | –0,26 | –0,36 | –0,11 | 0,06 | –0,01 | 0,08 | –0,20 |

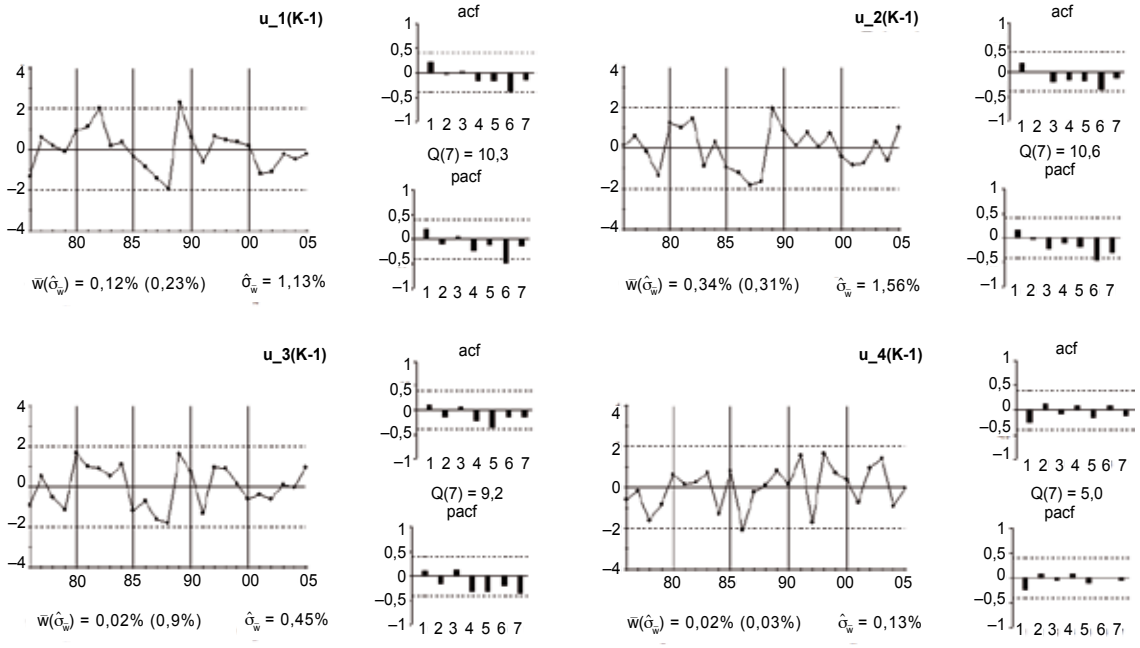
SD ($\sigma$) = 0,2

**FUENTE: Elaboración propia.**

## ANEXO *(continuación)*

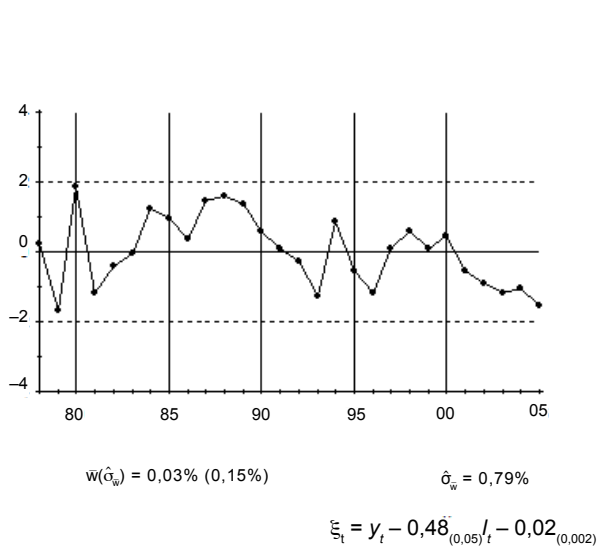
GRÁFICO A1

**SERIES DE LOS RESIDUOS Y FUNCIONES DE AUTOCORRELACIÓN SIMPLE Y PARCIAL (FAS Y FAP)**




**FUENTE: Elaboración propia.**

**COINTEGRACIÓN**




$$\xi_t = y_t - 0{,}48_{(0{,}05)} I_t - 0{,}02_{(0{,}002)}$$

**FUENTE: Elaboración propia.**

ICE

INFORMACION COMERCIAL ESPAÑOLA

***Boletín Económico de Información Comercial Española***

*12 números anuales*

Artículos y documentos sobre economía española, comunitaria e internacional, con especial énfasis en temas sectoriales y de comercio exterior.

***Información Comercial Española Revista de Economía***

*6 números anuales*

Artículos originales sobre un amplio espectro de temas tratados desde una óptica económica, con especial referencia a sus aspectos internacionales.

***Cuadernos Económicos de ICE***

*2 números anuales*

Artículos de economía teórica y aplicada y métodos cuantitativos, que contribuyen a la difusión y desarrollo de la investigación económica.