

ESTUDIOS  
DE LA FUNDACIÓN

SERIE TESIS

■ EFECTOS DEL *STOCK*  
DE CAPITAL EN  
LA PRODUCCIÓN  
Y EL EMPLEO DE  
LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

---

Carolina Cosculluela Martínez



FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS





ESTUDIOS  
DE LA FUNDACIÓN

SERIE TESIS





ESTUDIOS  
DE LA FUNDACIÓN

SERIE TESIS

■ EFECTOS DEL *STOCK*  
DE CAPITAL EN  
LA PRODUCCIÓN  
Y EL EMPLEO DE  
LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

---

Carolina Cosculluela Martínez



FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

## FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

## PATRONATO

ISIDRO FAINÉ CASAS (*Presidente*)  
JOSÉ MARIA MENDEZ ÁLVAREZ-CEDRÓN (*Vicepresidente*)  
FERNANDO CONLLEDO LANTERO (*Secretario*)  
JULIO FERNÁNDEZ GAYOSO  
MARIO FERNÁNDEZ PELAZ  
JORDI MESTRE GONZÁLEZ  
ANTONIO PULIDO GUTIÉRREZ  
ATILANO SOTO RÁBANOS  
ADOLFO TODO RUVIRA

## DIRECTOR GENERAL

CARLOS OCAÑA PÉREZ DE TUDELA

Printed in Spain

Edita: FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS (FUNCAS)  
Caballero de Gracia, 28, 28013 - Madrid

© FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS (FUNCAS)

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

ISBN: 978-84-89116-76-4

Depósito legal: M-42670-2011

Preimpresión: Advantia, S.A.

Imprime: Advantia, S.A.

Esta tesis doctoral ha sido distinguida con uno de los  
PREMIOS ENRIQUE FUENTES QUINTANA A TESIS DOCTORALES  
en la convocatoria 2009-2010

Tesis doctoral presentada en la  
**Universidad Nacional de Educación a Distancia**  
**Departamento de Economía Aplicada y Estadística**

Dirigida por:  
**Rafael Flores de Frutos**





## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Director de Tesis Dr. Flores de Frutos, y a mi familia y amigos por su comprensión y afecto.



## ÍNDICE

<b>I. ÍNDICE</b>	<b>11</b>
<b>II. ABREVIATURAS</b>	<b>17</b>
<b>III. ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>19</b>
<b>IV. ÍNDICE DE ECUACIONES</b>	<b>29</b>
<b>V. ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>33</b>
<b>VI. INTRODUCCIÓN</b>	<b>41</b>
<b>VII. CAPÍTULO 1. BREVE REVISIÓN CRÍTICA DE LA LITERATURA</b>	<b>47</b>
1.1. TRABAJOS PUBLICADOS CON ANTERIORIDAD A 1997	48
1.2. TRABAJOS PUBLICADOS CON POSTERIORIDAD A 1997	51
<b>VIII. CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL</b>	<b>57</b>
2.1. MARCO TEÓRICO	57
2.1.1. Representación matemática del comportamiento de las variables reactivas	59
2.1.2. Representación matemática del comportamiento de las variables rígidas	59
2.1.3. Representación VAR del comportamiento de las variables	61
2.1.4. Funciones de respuesta a un impulso	62
2.1.5. Anexo I. representación VAR del modelo [V]	63
<b>IX. CAPÍTULO 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PREVIOS: DATOS Y MODELOS UNIVARIANTES</b>	<b>65</b>
3.1. LOS DATOS	65
3.2. MODELOS UNIVARIANTES	67
3.3. ANEXO II. DATOS	70
3.4. ANEXO III. DATOS DE CAPITAL, PESOS DE LOS SUB AGREGADOS Y FUENTES	74

3.5. ANEXO IV. ESTIMACIONES DE LA VIDA MEDIA DE CADA TIPO DE ACTIVO	81
3.6. ANEXO V. ANÁLISIS UNIVARIANTE DE LAS SERIES	82
<b>X. CAPÍTULO 4. CAPITAL VIVIENDA (<math>K_{1t}</math>)</b>	<b>151</b>
4.1. ESTUDIO DE LA COINTEGRACIÓN	151
4.2. ESTIMACIÓN DEL MODELO	152
4.3. FUNCIONES DE RESPUESTA ANTE UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL <i>STOCK</i> DE CAPITAL VIVIENDA ( $K_{1t}$ )	156
4.4. ANEXO VI. ESTUDIO DE LA COINTEGRACIÓN: CAPITAL VIVIENDA ( $K_{1t}$ )	159
4.5. ANEXO VII. DIAGNOSIS DEL MODELO ESTIMADO: CAPITAL VIVIENDA ( $K_{1t}$ )	166
<b>XI. CAPÍTULO 5. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES (<math>K_{2t}</math>)</b>	<b>171</b>
5.1. CAPITAL AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES ( $K_{2t}$ )	171
5.1.1. Estudio de la cointegración	171
5.1.2. Estimación del modelo	172
5.1.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones ( $K_{2t}$ )	175
5.1.4. Anexo VIII. Estudio de la cointegración: capital agregado otras construcciones ( $K_{2t}$ )	179
5.1.5. Anexo IX. Diagnósis del modelo estimado: capital agregado otras construcciones ( $K_{2t}$ )	185
5.2. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS ( $K_{21t}$ )	189
5.2.1. Estudio de la cointegración	189
5.2.2. Estimación del modelo	189
5.2.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones viarias ( $K_{21t}$ )	193
5.2.4. Anexo X. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones viarias ( $K_{21t}$ )	196
5.2.5. Anexo XI. Diagnósis del modelo estimado: capital otras construcciones viarias ( $K_{21t}$ )	203
5.3. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS ( $K_{22t}$ )	206
5.3.1. Estudio de la cointegración	206
5.3.2. Estimación del modelo	206
5.3.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones hidráulicas públicas ( $K_{22t}$ )	210
5.3.4. Anexo XII. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones hidráulicas ( $K_{22t}$ )	213

5.3.5. Anexo XIII. Diagnósis del modelo estimado: capital otras construcciones hidráulicas ( $K_{22p}$ )	220
5.4. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS ( $K_{23p}$ )	223
5.4.1. Estudio de la cointegración	223
5.4.2. Estimación del modelo	224
5.4.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones ferroviarias ( $K_{23p}$ )	227
5.4.4. Anexo XIV. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones ferroviarias ( $K_{23p}$ )	231
5.4.5. Anexo XV. Diagnósis del modelo estimado: capital otras construcciones ferroviarias ( $K_{23p}$ )	239
5.5. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS ( $K_{24p}$ )	243
5.5.1. Estudio de la cointegración	243
5.5.2. Estimación del modelo	245
5.5.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones aeroportuarias ( $K_{24p}$ )	248
5.5.4. Anexo XVI. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones aeroportuarias ( $K_{24p}$ )	252
5.5.5. Anexo XVII. Diagnósis del modelo estimado	260
5.6. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS ( $K_{25p}$ )	264
5.6.1. Estudio de la cointegración	264
5.6.2. Estimación del modelo	264
5.6.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones portuarias ( $K_{25p}$ )	268
5.6.4. Anexo XVIII. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones portuarias ( $K_{25p}$ )	271
5.6.5. Anexo XIX. Diagnósis del modelo estimado: capital otras construcciones portuarias ( $K_{25p}$ )	277
5.7. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES ( $K_{26p}$ )	280
5.7.1. Estudio de la cointegración	280
5.7.2. Estimación del modelo	280
5.7.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales ( $K_{26p}$ )	284
5.7.4. Anexo XX. Estudio de la cointegración en el aislamiento del capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales ( $K_{26p}$ )	287
5.7.5. Anexo XXI. Diagnósis del modelo estimado	294

5.8.	CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P. ( $K_{27t}$ )	297
5.8.1.	Estudio de la cointegración	297
5.8.2.	Estimación del modelo	298
5.8.3.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones n.c.o.p. ( $K_{27t}$ )	301
5.8.4.	Anexo XXII. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones no específicas ( $K_{27t}$ )	305
5.8.5.	Anexo XXIII. Diagnósis del modelo estimado: capital otras construcciones no específicas ( $K_{27t}$ )	312
<b>XII.</b>	<b>CAPÍTULO 6. CAPITAL TRANSPORTE (<math>K_{3t}</math>)</b>	<b>317</b>
6.1.	CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE ( $K_{3t}$ )	317
6.1.1.	Estudio de la cointegración	317
6.1.2.	Estimación del modelo	317
6.1.3.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado transporte ( $K_{3t}$ )	321
6.1.4.	Anexo XXIV. Estudio de la cointegración: capital agregado transporte ( $K_{3t}$ )	324
6.1.5.	Anexo XXV. Diagnósis del modelo estimado: capital agregado transporte ( $K_{3t}$ )	330
6.2.	CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR ( $K_{31t}$ )	333
6.2.1.	Estudio de la cointegración	333
6.2.2.	Estimación del modelo	334
6.2.3.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital transporte de vehículos a motor ( $K_{31t}$ )	337
6.2.4.	Anexo XXVI. Estudio de la cointegración: capital transporte de vehículos a motor ( $K_{31t}$ )	341
6.2.5.	Anexo XXVII. Diagnósis del modelo estimado: capital transporte de vehículos a motor ( $K_{31t}$ )	347
6.3.	CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE ( $K_{32t}$ )	350
6.3.1.	Estudio de la cointegración	350
6.3.2.	Estimación del modelo	351
6.3.3.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otro material de transporte ( $K_{32t}$ )	354
6.3.4.	Anexo XXVIII. Estudio de la cointegración: capital otro material de transporte ( $K_{32t}$ )	358
6.3.5.	Anexo XXIX. Diagnósis del modelo estimado: capital otro material de transporte ( $K_{32t}$ )	365
<b>XIII.</b>	<b>CAPÍTULO 7. CAPITAL MAQUINARIA (<math>K_{4t}</math>)</b>	<b>369</b>
7.1.	CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA ( $K_{4t}$ )	369
7.1.1.	Estudio de la cointegración	369

7.1.2. Estimación del modelo	369
7.1.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria ( $K_{4p}$ )	373
7.1.4. Anexo XXX. Estudio de la cointegración: capital agregado maquinaria ( $K_{4p}$ )	376
7.1.5. Anexo XXXI. Diagnósis del modelo estimado: capital agregado maquinaria ( $K_{4p}$ )	383
7.2. CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA GANADERA Y PESQUERA ( $K_{41p}$ )	386
7.2.1. Estudio de la cointegración	386
7.2.2. Estimación del modelo	387
7.2.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera ( $K_{41p}$ )	390
7.2.4. Anexo XXXII. Estudio de la cointegración: capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera ( $K_{41p}$ )	394
7.2.5. Anexo XXXIII. Diagnósis del modelo estimado: capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera ( $K_{41p}$ )	400
7.3. CAPITAL MAQUINARIA METÁLICA ( $K_{42p}$ )	403
7.3.1. Estudio de la cointegración	403
7.3.2. Estimación del modelo	403
7.3.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria metálica ( $K_{42p}$ )	407
7.3.4. Anexo XXXIV. Estudio de la cointegración: capital maquinaria metálica ( $K_{42p}$ )	410
7.3.5. Anexo XXXV. Diagnósis del modelo estimado: capital maquinaria metálica ( $K_{42p}$ )	417
7.4. CAPITAL OTRA MAQUINARIA Y <i>SOFTWARE</i> ( $K_{43p}$ )	420
7.4.1. Estudio de la cointegración	420
7.4.2. Estimación del modelo	421
7.4.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otra maquinaria y <i>software</i> ( $K_{43p}$ )	424
7.4.4. Anexo XXXVI. Estudio de la cointegración: capital otra maquinaria y <i>software</i> ( $K_{43p}$ )	428
7.4.5. Anexo XXXVII. Diagnósis del modelo estimado: capital otra maquinaria y <i>software</i> ( $K_{43p}$ )	435

#### **XIV. CAPÍTULO 8. ESTUDIO COMPARADO DE LOS EFECTOS DE LOS DISTINTOS CAPITALES**

8.1. COMPARATIVA DE EFECTOS SOBRE EL PIB	447
8.1.1. Efectos a corto plazo	447
8.1.2. Efectos a medio plazo	450
8.1.3. Efectos a largo plazo	452

8.2. COMPARATIVA DE EFECTOS SOBRE EL EMPLEO	453
8.2.1. Efectos a corto plazo	454
8.2.2. Efectos a medio plazo	456
8.2.3. Efectos a largo plazo	457
8.3. CONCLUSIÓN	460
8.4. COMPARATIVA DE EFECTOS CON OTROS ESTUDIOS	460
<b>XV. CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES</b>	<b>471</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>475</b>



## ABREVIATURAS

$\nabla$	Primera diferencia de la serie en logaritmos, tasa de crecimiento
$\nabla^2$	Segunda diferencia de la serie en logaritmos, variación de la tasa de crecimiento
ACF	Función de correlación simple
ADF	« <i>Augmented Dickey Fuller</i> » (Dickey Fuller 1979, 1981) Dickey-Fuller aumentado.
AIC	<i>Akaike Information Criterion</i> , criterio de información de Akaike.
B	Operador racional de retardos
BEA	<i>Bureau of Economic Analysis</i>
BIC	<i>Schwarz Information Criterion</i> , criterio de información de Schwarz
CCF	<i>Cross Correlation Functions</i> , Funciones de correlación cruzadas de los modelos multivariantes.
CEE	Comunidad Económica Europea
EC	Ecuación de cointegración
FBCF	Formación Bruta de Capital Fijo
FISIM	<i>Financial Intermediation Services Indirectly Measured</i>
GDP	<i>Gross Domestic Product</i> , PIB
INE	Instituto Nacional de Estadística de España
LN	Logaritmo neperiano
LR	<i>Likelihood Ratio</i> , Ratio de verosimilitudes.
MCG	Mínimos Cuadrados Generalizados
MCO	Mínimos Cuadrados Ordinarios

MPI	Método de Inventario Perpetuo
MRC	Marco de referencia conceptual
NSI	<i>National Statistics Institutes</i> . Institutos de Estadística Nacionales
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo
PAC	Política Agraria Común
PACF	Función de correlación parcial
PIB	Producto Interior Bruto
pp	Puntos porcentuales
UE	Unión Europea
VAR	Modelo Vectorial Autoregresivo
VARMA	Modelo Vectorial Autoregresivo y de Medias Móviles
VEC	Modelo Vectorial de Corrección de Error



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Análisis univariante del PIB	82
Gráfico 2.	Análisis univariante del empleo	84
Gráfico 3.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital agregado vivienda	86
Gráfico 4.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital agregado vivienda	88
Gráfico 5.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones	90
Gráfico 6.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones	92
Gráfico 7.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones viarias	94
Gráfico 8.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones viarias	96
Gráfico 9.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones hidráulicas públicas	98
Gráfico 10.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones hidráulicas públicas	100
Gráfico 11.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones ferroviarias	102
Gráfico 12.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones ferroviarias	104
Gráfico 13.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones aeroportuarias	106
Gráfico 14.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones aeroportuarias	108
Gráfico 15.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones portuarias	110
Gráfico 16.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones portuarias	112
Gráfico 17.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales	114

Gráfico 18.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales	116
Gráfico 19.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones no específicas	118
Gráfico 20.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado otras construcciones no específicas	120
Gráfico 21.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital agregado transporte	122
Gráfico 22.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital agregado transporte	124
Gráfico 23.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado transporte de vehículos a motor	126
Gráfico 24.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado transporte de vehículos a motor	128
Gráfico 25.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado transporte otro material de transporte	130
Gráfico 26.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado transporte otro material de transporte	132
Gráfico 27.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital agregado maquinaria	134
Gráfico 28.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital agregado maquinaria	136
Gráfico 29.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado maquinaria agrícola, ganadera y pesquera	138
Gráfico 30.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado maquinaria agrícola, ganadera y pesquera	140
Gráfico 31.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado maquinaria de productos metálicos	142
Gráfico 32.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado maquinaria productos metálicos	144
Gráfico 33.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital sub-agregado maquinaria otra maquinaria y <i>software</i>	146
Gráfico 34.	Análisis univariante del <i>stock</i> de capital complementario al <i>stock</i> de capital sub-agregado maquinaria otra maquinaria y <i>software</i>	148
Gráfico 35.	Relación de cointegración ( $\xi_1$ )	152
Gráfico 36.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital vivienda	158
Gráfico 37.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital vivienda	158
Gráfico 38.	Función de respuesta del capital vivienda ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	159

Gráfico 39.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital vivienda y su complementario	160
Gráfico 40.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital vivienda y su complementario	160
Gráfico 41.	Relación de cointegración ( $\xi_{1,t}$ )	162
Gráfico 42.	Residuos del modelo VEC (Vivienda)	167
Gráfico 43.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones	177
Gráfico 44.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones	178
Gráfico 45.	Función de respuesta del capital otras construcciones ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	178
Gráfico 46.	Función de respuesta del capital complementario ante una perturbación unitaria permanente en el capital otras construcciones	179
Gráfico 47.	Regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otras construcciones y su complementario	180
Gráfico 48.	Regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otras construcciones y su complementario	180
Gráfico 49.	Relación de cointegración ( $\xi_{1,t}$ )	182
Gráfico 50.	Residuos del modelo VEC (Otras construcciones)	187
Gráfico 51.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones viarias	195
Gráfico 52.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones viarias	195
Gráfico 53.	Función de respuesta del capital otras construcciones viarias ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	196
Gráfico 54.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital otras construcciones viarias y su capital complementario	197
Gráfico 55.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otras construcciones viarias y su capital complementario	197
Gráfico 56.	Relación de cointegración ( $\xi_{1,t}$ )	199
Gráfico 57.	Residuos del modelo VEC (Otras construcciones viarias)	204
Gráfico 58.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones hidráulicas públicas	212

Gráfico 59.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones hidráulicas públicas	212
Gráfico 60.	Función de respuesta del capital otras construcciones hidráulicas públicas ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	213
Gráfico 61.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital otras construcciones hidráulicas y su capital complementario	214
Gráfico 62.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otras construcciones hidráulicas y su capital complementario	214
Gráfico 63.	Relación de cointegración ( $\xi_{1t}$ )	216
Gráfico 64.	Residuos del modelo VEC (Otras construcciones hidráulicas públicas)	221
Gráfico 65.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones ferroviarias	229
Gráfico 66.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones ferroviarias	230
Gráfico 67.	Función de respuesta del capital otras construcciones ferroviarias ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	230
Gráfico 68.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital otras construcciones ferroviarias y su capital complementario	231
Gráfico 69.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otras construcciones ferroviarias y su capital complementario	232
Gráfico 70.	Relación de cointegración ( $\xi_{1t}$ )	234
Gráfico 71.	Residuos del modelo VEC (Otras construcciones ferroviarias)	241
Gráfico 72.	Relación de cointegración ( $\xi_{1t}$ )	244
Gráfico 73.	Relación de cointegración ( $\xi_{2t}$ )	244
Gráfico 74.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones aeroportuarias	250
Gráfico 75.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones aeroportuarias	251

Gráfico 76.	Función de respuesta del capital otras construcciones aeroportuarias ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	251
Gráfico 77.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital otras construcciones aeroportuarias y su capital complementario	252
Gráfico 78.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otras construcciones aeroportuarias y su capital complementario	253
Gráfico 79.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB y el capital complementario al capital otras construcciones aeroportuarias	255
Gráfico 80.	Relación de cointegración ( $\xi_{1,t}$ )	256
Gráfico 81.	Relación de cointegración ( $\xi_{2,t}$ )	256
Gráfico 82.	Residuos del modelo VEC (otras construcciones aeroportuarias)	262
Gráfico 83.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones portuarias	270
Gráfico 84.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones portuarias	270
Gráfico 85.	Función de respuesta del capital otras construcciones portuarias ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	271
Gráfico 86.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital otras construcciones portuarias y su capital complementario	272
Gráfico 87.	Relación de cointegración ( $\xi_{1,t}$ )	276
Gráfico 88.	Residuos del modelo VEC (Otras construcciones portuarias)	278
Gráfico 89.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales	286
Gráfico 90.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales	286
Gráfico 91.	Función de respuesta del capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	287
Gráfico 92.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales y su capital complementario	288

Gráfico 93.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales y su capital complementario	288
Gráfico 94.	Relación de cointegración ( $\xi_1$ )	290
Gráfico 95.	Residuos del modelo VEC (Otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales)	295
Gráfico 96.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones n.c.o.p.	303
Gráfico 97.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones n.c.o.p.	304
Gráfico 98.	Función de respuesta del capital otras construcciones n.c.o.p. ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	304
Gráfico 99.	Función de respuesta del capital complementario ante una perturbación unitaria permanente en el capital otras construcciones n.c.o.p.	305
Gráfico 100.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital sub-agregado otras construcciones no específicas y su capital complementario	306
Gráfico 101.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital sub-agregado otras construcciones no específicas y su capital complementario	306
Gráfico 102.	Relación de cointegración ( $\xi_1$ )	308
Gráfico 103.	Residuos del modelo VEC (Otras construcciones n.c.o.p.)	313
Gráfico 104.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital agregado transporte	323
Gráfico 105.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital agregado transporte	323
Gráfico 106.	Función de respuesta del capital agregado transporte ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	324
Gráfico 107.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital agregado transporte y su capital complementario	325
Gráfico 108.	Relación de cointegración ( $\xi_1$ )	330
Gráfico 109.	Residuos del modelo VEC (Transporte)	331
Gráfico 110.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital transporte de vehículos a motor	340

Gráfico 111.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital transporte de vehículos a motor	340
Gráfico 112.	Función de respuesta del capital transporte de vehículos a motor ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	341
Gráfico 113.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital transporte de vehículos a motor y su capital complementario	342
Gráfico 114.	Relación de cointegración ( $\xi_{1p}$ )	347
Gráfico 115.	Residuos del modelo VEC (Transporte de vehículos a motor)	348
Gráfico 116.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otro material de transporte	357
Gráfico 117.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otro material de transporte	357
Gráfico 118.	Función de respuesta del capital otro material de transporte ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	358
Gráfico 119.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital otro material de transporte y su capital complementario	359
Gráfico 120.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otro material de transporte y su capital complementario	359
Gráfico 121.	Relación de cointegración ( $\xi_{1p}$ )	361
Gráfico 122.	Residuos del modelo VEC (Otro material de transporte)	366
Gráfico 123.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones	375
Gráfico 124.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones	375
Gráfico 125.	Función de respuesta del capital otras construcciones ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	376
Gráfico 126.	Regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital maquinaria y su complementario	377
Gráfico 127.	Relación de cointegración ( $\xi_{1p}$ )	379
Gráfico 128.	Residuos del modelo VEC (Maquinaria)	384
Gráfico 129.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera	392
Gráfico 130.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera	393

Gráfico 131.	Función de respuesta del capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	393
Gráfico 132.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera y su capital complementario	394
Gráfico 133.	Relación de cointegración ( $\xi_1$ )	396
Gráfico 134.	Residuos del modelo VEC (Maquinaria agrícola, ganadera y pesquera)	401
Gráfico 135.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria metálica	409
Gráfico 136.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria metálica	409
Gráfico 137.	Función de respuesta del capital maquinaria metálica ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	410
Gráfico 138.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital maquinaria metálica y su capital complementario	411
Gráfico 139.	Relación de cointegración ( $\xi_1$ )	413
Gráfico 140.	Residuos del modelo VEC (Maquinaria metálica)	418
Gráfico 141.	Función de respuesta del PIB ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otra maquinaria y <i>software</i>	427
Gráfico 142.	Función de respuesta del empleo ante una perturbación unitaria permanente en el <i>stock</i> de capital otra maquinaria y <i>software</i>	427
Gráfico 143.	Función de respuesta del capital otra maquinaria y <i>software</i> ante una perturbación unitaria permanente en dicho capital	428
Gráfico 144.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del PIB respecto a las tasas de crecimiento del empleo, capital otra maquinaria y <i>software</i> y su capital complementario	429
Gráfico 145.	Residuos de la regresión de la tasa de crecimiento del empleo respecto a las tasas de crecimiento del PIB, capital otra maquinaria y <i>software</i> y su capital complementario	429
Gráfico 146.	Relación de cointegración ( $\xi_1$ )	431
Gráfico 147.	Residuos del modelo VEC (Otra maquinaria y <i>software</i> )	436
Gráfico 148.	Evolución de la producción acumulada por euro invertido en capital.	444
Gráfico 149.	Evolución del empleo creado por la inversión de 1 millón de euros en cada capital (euros de 2000)	445
Gráfico 150.	PIB acumulado por euro de inversión en 4 periodos (euros de 2000)	448

Gráfico 151. Tiempo necesario para generar la cantidad equivalente de PIB a la inversión realizada	449
Gráfico 152. PIB acumulado por euro de inversión en 8 periodos (euros de 2000)	451
Gráfico 153. PIB acumulado por euro de inversión en 20 periodos (euros de 2000)	452
Gráfico 154. Empleo creado por la inversión de un millón de euros en el cuarto periodo	454
Gráfico 155. Empleo creado por millón de euros de inversión en el octavo periodo	456
Gráfico 156. Empleo creado por millón de euros de inversión en el vigésimo periodo	458
Gráfico 157. Evolución de la creación de empleo por una inversión de 12,000€ en cada capital	459



## IV

## ÍNDICE DE ECUACIONES

[I]	58
[II]	58
[III]	59
[IV]	60
[V]	61
[VI]	61
[VII]	61
[VIII]	62
[IX]	62
[X]	63
[XI]	152
[XII]	153
[XIII]	153
[XIV]	155
[XV]	162
[XVI]	173
[XVII]	173
[XVIII]	175
[XIX]	182
[XX]	190
[XXI]	190
[XXII]	192
[XXIII]	199
[XXIV]	207
[XXV]	207
[XXVI]	209
[XXVII]	216
[XXVIII]	225
[XXIX]	225
[XXX]	227
[XXXI]	234

[XXXII]	244
[XXXIII]	244
[XXXIV]	245
[XXXV]	246
[XXXVI]	248
[XXXVII]	256
[XXXVIII]	256
[XXXIX]	265
[XL]	265
[XLI]	267
[XLII]	267
[XLIII]	276
[XLIV]	281
[XLV]	281
[XLVI]	283
[XLVII]	290
[XLVIII]	299
[XLIX]	299
[L]	301
[LI]	308
[LII]	318
[LIII]	319
[LIV]	320
[LV]	330
[LVI]	335
[LVII]	335
[LVIII]	337
[LIX]	352
[LX]	352
[LXI]	354
[LXII]	361
[LXIII]	370
[LXIV]	371
[LXV]	372
[LXVI]	379
[LXVII]	388
[LXVIII]	388
[LXIX]	390
[LXX]	396
[LXXI]	404
[LXXII]	404

[LXXIII]	406
[LXXIV]	413
[LXXV]	422
[LXXVI]	422
[LXXVII]	424
[LXXVIII]	431



## V

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resultados del estudio de Pereira (Pereira, 2000) de distintos tipos de inversión en Estados Unidos	54
Tabla 2.	Análisis univariante: test ADF, procesos univariantes y valores anómalos	67
Tabla 3.	Datos de PIB, Empleo y desglose de capital de primer nivel	70
Tabla 4.	Capital Otras construcciones (desglosado a nivel II)	71
Tabla 5.	Capital Transporte (desglosado a nivel II)	72
Tabla 6.	Capital Maquinaria (desglosado a nivel II)	73
Tabla 7.	Pesos de los capitales en el PIB y en el capital total (capitales agregados)	74
Tabla 8.	Incrementos medios (interanuales y totales) de los capitales agregados	75
Tabla 9.	Pesos de los capitales en el PIB y en el capital total (desglose del capital otras construcciones)	76
Tabla 10.	Incrementos medios (interanuales y totales) (desglose del capital otras construcciones)	76
Tabla 11.	Pesos de los capitales en el PIB y en el capital total (desglose del capital transporte)	78
Tabla 12.	Incrementos medios (interanuales y totales) (desglose del capital transporte)	78
Tabla 13.	Pesos de los capitales en el PIB y en el capital total (desglose del capital maquinaria)	79
Tabla 14.	Incrementos medios (interanuales y totales) (desglose del capital maquinaria)	79
Tabla 15.	VEC estimado por MCG (Vivienda)	153
Tabla 16.	Modelo VEC ortogonalizado (Vivienda)	154
Tabla 17.	Modelo VAR ortogonalizado (Vivienda)	155
Tabla 18.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital vivienda	156
Tabla 19.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital vivienda	157

Tabla 20.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Vivienda)	161
Tabla 21.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	163
Tabla 22.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Vivienda)	166
Tabla 23.	Correlograma cruzado residual (VEC vivienda)	167
Tabla 24.	AIC aplicado a los residuos	169
Tabla 25.	VEC estimado por MCG (Otras construcciones)	172
Tabla 26.	Modelo VEC Ortogonalizado (Otras construcciones)	173
Tabla 27.	Modelo VAR ortogonalizado (Otras construcciones)	174
Tabla 28.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones	175
Tabla 29.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones	176
Tabla 30.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Otras construcciones)	181
Tabla 31.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	183
Tabla 32.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otras construcciones)	186
Tabla 33.	Correlograma cruzado residual (VEC Otras construcciones)	186
Tabla 34.	AIC aplicado a los residuos	189
Tabla 35.	VEC estimado por MCG (Otras construcciones viarias)	189
Tabla 36.	Modelo VEC ortogonalizado (Otras construcciones viarias)	191
Tabla 37.	Modelo VAR ortogonalizado (Otras construcciones viarias)	192
Tabla 38.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones viarias	193
Tabla 39.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones viarias	194
Tabla 40.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Otras construcciones viarias)	198
Tabla 41.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	200
Tabla 42.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otras construcciones viarias)	203
Tabla 43.	Correlograma cruzado residual (VEC Otras construcciones viarias)	203
Tabla 44.	AIC aplicado a los residuos	206
Tabla 45.	VEC estimado por MCG (Otras construcciones hidráulicas públicas)	206
Tabla 46.	Modelo VEC ortogonalizado (Otras construcciones hidráulicas públicas)	208

Tabla 47.	Modelo VAR ortogonalizado (Otras construcciones hidráulicas públicas)	209
Tabla 48.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones hidráulicas públicas	210
Tabla 49.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones hidráulicas públicas	211
Tabla 50.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (otras construcciones hidráulicas públicas)	215
Tabla 51.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	217
Tabla 52.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otras construcciones hidráulicas públicas)	220
Tabla 53.	Correlograma cruzado residual (VEC Otras construcciones hidráulicas públicas)	221
Tabla 54.	AIC aplicado a los residuos	223
Tabla 55.	VEC estimado por MCG (Otras construcciones ferroviarias)	224
Tabla 56.	Modelo VEC ortogonalizado (Otras construcciones ferroviarias)	225
Tabla 57.	Modelo VAR ortogonalizado (Otras construcciones ferroviarias)	226
Tabla 58.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones ferroviarias	227
Tabla 59.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otras construcciones hidráulicas públicas	228
Tabla 60.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (otras construcciones ferroviarias)	233
Tabla 61.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	235
Tabla 62.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otras construcciones ferroviarias)	240
Tabla 63.	Correlograma cruzado residual (VEC Otras construcciones ferroviarias)	240
Tabla 64.	AIC aplicado a los residuos	243
Tabla 65.	VEC estimado por MCG (Otras construcciones aeroportuarias)	245
Tabla 66.	Modelo VEC ortogonalizado (Otras construcciones aeroportuarias)	246
Tabla 67.	Modelo VAR ortogonalizado (Otras construcciones aeroportuarias)	247
Tabla 68.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones aeroportuarias	248
Tabla 69.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones aeroportuarias	249

Tabla 70.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Otras construcciones aeroportuarias)	254
Tabla 71.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	257
Tabla 72.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otras construcciones aeroportuarias)	261
Tabla 73.	Correlograma cruzado residual (VEC otras construcciones aeroportuarias)	261
Tabla 74.	AIC aplicado a los residuos	264
Tabla 75.	VEC estimado por MCG (Otras construcciones portuarias)	264
Tabla 76.	Modelo VEC ortogonalizado (Otras construcciones portuarias)	266
Tabla 77.	Modelo VAR ortogonalizado (Otras construcciones portuarias)	267
Tabla 78.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones portuarias	268
Tabla 79.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones portuarias	269
Tabla 80.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (otras construcciones portuarias)	273
Tabla 81.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	274
Tabla 82.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otras construcciones portuarias)	277
Tabla 83.	Correlograma cruzado residual (VEC Otras construcciones portuarias)	277
Tabla 84.	AIC aplicado a los residuos	280
Tabla 85.	VEC estimado por MCG (Otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales)	280
Tabla 86.	Modelo VEC ortogonalizado (Otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales)	282
Tabla 87.	Modelo VAR ortogonalizado (Otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales)	283
Tabla 88.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales	284
Tabla 89.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales	285
Tabla 90.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales)	289
Tabla 91.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	291
Tabla 92.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales)	294

Tabla 93.	Correlograma cruzado residual (VEC Otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales)	295
Tabla 94.	AIC aplicado a los residuos	297
Tabla 95.	VEC estimado por MCG (Otras construcciones n.c.o.p.)	298
Tabla 96.	Modelo VEC ortogonalizado (Otras construcciones n.c.o.p.)	299
Tabla 97.	Modelo VAR ortogonalizado (Otras construcciones n.c.o.p.)	300
Tabla 98.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones n.c.o.p.	301
Tabla 99.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otras construcciones n.c.o.p.	302
Tabla 100.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Otras construcciones no específicas)	307
Tabla 101.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	309
Tabla 102.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otras construcciones n.c.o.p.)	312
Tabla 103.	Correlograma cruzado residual (VEC Otras construcciones n.c.o.p.)	312
Tabla 104.	AIC aplicado a los residuos	315
Tabla 105.	VEC estimado por MCG (Transporte)	318
Tabla 106.	Modelo VEC ortogonalizado (Transporte)	319
Tabla 107.	Modelo VAR ortogonalizado (Transporte)	320
Tabla 108.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado transporte	321
Tabla 109.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado transporte	322
Tabla 110.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Transporte)	326
Tabla 111.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	327
Tabla 112.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Transporte)	330
Tabla 113.	Correlograma cruzado residual (VEC Transporte)	331
Tabla 114.	AIC aplicado a los residuos	333
Tabla 115.	VEC estimado por MCG (Transporte de vehículos a motor)	334
Tabla 116.	Modelo VEC ortogonalizado (Transporte de vehículos a motor)	335
Tabla 117.	Modelo VAR ortogonalizado (Transporte de vehículos a motor)	336
Tabla 118.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado transporte de vehículos a motor	337
Tabla 119.	Bandas de confianza a las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado transporte de vehículos a motor	338

Tabla 120.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (transporte vehículos a motor)	343
Tabla 121.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	344
Tabla 122.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Transporte de vehículos a motor)	347
Tabla 123.	Correlograma cruzado residual (VEC Transporte de vehículos a motor)	348
Tabla 124.	AIC aplicado a los residuos	350
Tabla 125.	VEC estimado por MCG (Otro material de transporte)	351
Tabla 126.	Modelo VEC ortogonalizado (Otro material de transporte)	352
Tabla 127.	Modelo VAR ortogonalizado (Otro material de transporte)	353
Tabla 128.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otro material de transporte	354
Tabla 129.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otro material de transporte	355
Tabla 130.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Otro material de transporte)	360
Tabla 131.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	361
Tabla 132.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otro material de transporte)	365
Tabla 133.	Correlograma cruzado residual (VEC Otro material de transporte)	365
Tabla 134.	AIC aplicado a los residuos	368
Tabla 135.	VEC estimado por MCG (Maquinaria)	370
Tabla 136.	Modelo VEC Ortogonalizado (Maquinaria)	371
Tabla 137.	Modelo VAR ortogonalizado (Maquinaria)	372
Tabla 138.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado maquinaria	373
Tabla 139.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado maquinaria	374
Tabla 140.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Maquinaria)	378
Tabla 141.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	380
Tabla 142.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Maquinaria)	383
Tabla 143.	Correlograma cruzado residual (VEC Maquinaria)	384
Tabla 144.	AIC aplicado a los residuos	386
Tabla 145.	VEC estimado por MCG (Maquinaria agrícola, ganadera y pesquera)	387

Tabla 146.	Modelo VEC ortogonalizado (Maquinaria agrícola, ganadera y pesquera)	388
Tabla 147.	Modelo VAR ortogonalizado (Maquinaria agrícola, ganadera y pesquera)	389
Tabla 148.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera	390
Tabla 149.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera	391
Tabla 150.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (Maquinaria agrícola, ganadera y pesquera)	395
Tabla 151.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	397
Tabla 152.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Maquinaria agrícola, ganadera y pesquera)	400
Tabla 153.	Correlograma cruzado residual (VEC Maquinaria agrícola, ganadera y pesquera)	400
Tabla 154.	AIC aplicado a los residuos	403
Tabla 155.	VEC estimado por MCG (Maquinaria metálica)	403
Tabla 156.	Modelo VEC ortogonalizado (Maquinaria metálica)	405
Tabla 157.	Modelo VAR ortogonalizado (Maquinaria metálica)	406
Tabla 158.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado maquinaria metálica	407
Tabla 159.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital maquinaria metálica	408
Tabla 160.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (maquinaria metálica)	412
Tabla 161.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	414
Tabla 162.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Maquinaria metálica)	417
Tabla 163.	Correlograma cruzado residual (VEC Maquinaria metálica)	418
Tabla 164.	AIC aplicado a los residuos	420
Tabla 165.	VEC estimado por MCG (otra maquinaria y <i>software</i> )	421
Tabla 166.	Modelo VEC ortogonalizado (Otra maquinaria y <i>software</i> )	422
Tabla 167.	Modelo VAR ortogonalizado (Otra maquinaria y <i>software</i> )	423
Tabla 168.	Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital agregado otra maquinaria y <i>software</i>	424
Tabla 169.	Bandas de confianza de las funciones de respuesta a una perturbación permanente en el <i>stock</i> de capital otra maquinaria y <i>software</i>	425
Tabla 170.	Test de Cointegración por el método Engel y Granger (otra maquinaria y <i>software</i> )	430

Tabla 171.	Test de Johansen (Johansen, 1988, 1991)	431
Tabla 172.	Criterios de selección del orden del VAR del vector de variables I(1) (Otra maquinaria y <i>software</i> )	435
Tabla 173.	Correlograma cruzado residual (VEC Otra maquinaria y <i>software</i> )	435
Tabla 174.	AIC aplicado a los residuos	438
Tabla 175.	Elasticidades a largo plazo estimadas por tipo de capital	439
Tabla 176.	Producción acumulada por euro invertido en capital	441
Tabla 177.	Empleo generado por millón de euros de inversión en cada capital (euros de 2000)	442
Tabla 178.	Capital necesario para la generación de un empleo (euros de 2000)	446
Tabla 179.	Comparativa de resultados con los obtenidos por algunos estudios empíricos	461
Tabla 180.	Comparativa de producciones marginales y tasas de retorno correspondientes en Estados Unidos y España	464

## VI

## INTRODUCCIÓN

Los posibles efectos del *stock* de capital público en el crecimiento económico es un tema recurrente en el debate político tanto dentro como fuera de la Unión Europea (UE).

Dentro de la UE, el concepto de cohesión económica está en el núcleo de la construcción Europea. Aparece por primera vez en el Acta Europea (1986) pero con el Tratado de la Unión (1992) se convierte en uno de los pilares de la Unión, al mismo nivel que la construcción del Mercado Único y la Unión Económica.

Hoy día, el esfuerzo de cohesión continúa siendo una prioridad, si cabe mayor, dada la reciente inclusión de nuevos países que necesitan enormes cantidades de recursos para capitalizar sus economías.

Existe la creencia generalizada de que gracias a los fondos estructurales y de cohesión, se ha conseguido avanzar en el proceso de convergencia entre las economías de la UE-15. De hecho, las reformas llevadas a cabo en las actuaciones de 1999 tuvieron como principal objetivo mejorar la efectividad de los instrumentos estructurales, reforzando su concentración, mejorando su gestión y estableciendo claramente la cuota de responsabilidad entre los diferentes participantes.

Fuera de la Unión, en EE.UU., muchos economistas han sugerido que la caída en la productividad de la economía americana, observada durante los años 70, puede ser explicada en términos de un importante descenso en la inversión en infraestructuras. También, a principios de los noventa, muchos advirtieron del peligro de caer en un prolongado periodo de bajas tasas de crecimiento como consecuencia de una insuficiente inversión en infraestructuras. Entre 1960 y principios de los años 90, la inversión pública total (excluida la militar) en EE.UU. decreció del 3.9% al 2% del PIB.

Esta visión del papel central de las infraestructuras en la mejora de la actividad económica ha influido en las propuestas políticas sobre desarrollo del capital público, a ambos lados del Atlántico.

Fueron los trabajos seminales de Aschauer (Aschauer, 1989 a, b) los que pusieron en el centro de la discusión académica la evaluación de los efectos del capital público, esto es, si el capital público era o no productivo. En ellos, se sugiere que la inversión en capital público es un instrumento muy poderoso para incentivar el crecimiento económico y en particu-

lar, se sugiere que la falta de inversión en infraestructuras fue lo que originó la caída en la productividad de la economía americana de los años 70 y 80. Las elasticidades del PIB con respecto al capital público, entre 0.34 y 0.56, sugieren una productividad marginal anual de 70 centavos por dólar. Por consiguiente, con un tipo impositivo marginal del 15%, se tardarían diez años aproximadamente en recuperar, vía impuestos, ese dólar invertido en capital público. Dado que la vida útil media de los activos de capital es de 16 años, un dólar invertido en capital público no sólo se recuperaría sino que aportaría importantes beneficios antes de que el capital quedara obsoleto. Estamos pues en presencia de un nuevo tipo de curva de Laffer que podría llamarse curva Aschauer y por consiguiente ante un nuevo tipo de política económica por el lado de la oferta, centrada en la formación de capital público (véase Hulten y Schwab 1991 a, b 1993).

El trabajo de Aschauer (Aschauer, 1989 a, b) ha generado una importante cantidad de literatura, fundamentalmente a favor (véase por ejemplo (Berndt y Hanson, 1991), (Holtz-Eakin, 1988), (Munnell 1990), (Munnell y Cook, 1990), (Nadiri y Mamuneas, 1994), (Seitz, 1994), (Shah, 1992)). No obstante, algunos han desafiado sus resultados (véase (Aaron, 1990), (Evans y Karras, 1994), (Holtz-Eakin, 1994), (Hulten y Schawab, 1991), (Jorgenson, 1991) y (Tatom, 1991)).

Los términos del debate sobre los efectos del capital público y el enfoque metodológico quedaron establecidos por los trabajos de Aschauer (Aschauer, 1989 a, b). De hecho, el debate sobre si el capital público es o no productivo se ha centrado en el tamaño de la elasticidad del producto con respecto al capital público. Esta elasticidad se obtiene típicamente en un contexto uniecuacional, estimando funciones de producción en las que el producto se relaciona instantáneamente con el empleo el *stock* de capital privado y el *stock* de capital público. Si la elasticidad es cero, se dice que el capital público no tiene efectos sobre la producción. Si la elasticidad es distinta de cero (y positiva) se dice que el capital público sí tiene efectos sobre la producción y por tanto es productivo. Implícitamente, se considera que el capital público es una variable exógena que no puede venir afectada por ninguna de las variables del sector privado y que tampoco puede afectar a ninguno de los otros *inputs*, en esa teórica función de producción.

Flores, Gracia y Pérez (Flores *et al.*, 1998), para el caso español, y, Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999) para el caso de EE.UU., mostraron que centrar el debate en el tamaño de la elasticidad, obtenida dentro de un marco uniecuacional y estático, no era adecuado si lo que se pretende es dar una respuesta a la pregunta de si el capital público es o no productivo. Esto es así porque el marco uniecuacional estático excluye la presencia de dinámica entre las variables y en particular la presencia de efectos de retroalimentación.

En estos artículos, los autores encuentran que no sólo el capital público es productivo, sino que sus efectos sobre la producción podrían haberse infraestimado. El capital público afecta a la producción, directamente como un *input* más en la función de producción. Como una externalidad positiva, el capital público lleva a mayores niveles de producción. Adicio-

nalmente, el capital público afecta a la producción indirectamente a través de sus efectos sobre el resto de *inputs*: capital privado y empleo. Por un lado, una mayor disponibilidad del *input* público reduce la demanda de los *inputs* privados (efecto sustitución). Por otro, la mayor disponibilidad de capital público aumenta la productividad marginal de los *inputs* privados, reduce los costes marginales e incrementa el nivel de la producción (efecto productividad).

Al mismo tiempo, la evolución del producto e *inputs* privados afecta a la formación de capital público. Un mayor producto lleva a una mayor recaudación de impuestos y ésta a mayores incentivos para incrementar la inversión pública. También y como ha ocurrido recientemente, una caída en el empleo lleva a los gobiernos a poner en marcha paquetes de medidas, a corto plazo, basadas en la inversión en infraestructuras. Por consiguiente, existen importantes argumentos que explicarían la presencia de efectos de retroalimentación.

Hoy día nadie discute la importancia del capital público en el desarrollo económico de un país, ni los efectos positivos que tiene la inversión en este tipo de capital sobre el crecimiento del PIB y la generación de empleo. No obstante, parece razonable pensar que así como la misma inversión en diferentes países tendrá en general efectos diferentes, distintos tipos de capital llevarán asociadas diferentes productividades.

Hasta la fecha, se han realizado al menos 50 estudios econométricos, basados en la obra seminal de Aschauer (Aschauer, 1989 a, b). Algunos de ellos, desglosando el capital en público o privado, en diferentes países, comparativamente en países colindantes con diferentes tipos de economías, e incluso en diferentes comunidades autónomas españolas. La mayor desagregación de capital estudiada consta de 5 tipos de inversión en Estados Unidos. Este trabajo presenta una desagregación de 13 tipos de *stock* de capital que se engloban en 4 tipos principales. Por lo tanto, no sólo se estudia la repercusión de la inversión de cada uno de los 13 sub agregados, sino que se presenta el efecto que tiene una inversión distribuida entre sus sub agregados, en función de sus pesos respectivos. Esto es, existen bastantes trabajos que desagregan el *stock* de capital atendiendo a criterios geográficos, pero apenas existen trabajos que desagreguen el *stock* de capital atendiendo a criterios tipológicos.

El objetivo de este trabajo es estimar los efectos del *stock* de capital, sobre el PIB y el empleo, en la economía española, a nivel desagregado por tipos de capital, utilizando la muestra de datos de *stock* de capital más reciente disponible 1977/2005, y en un contexto multiecuacional dinámico.

Se trata de estimar y comparar los efectos que tiene la inversión en cada uno de los 4 tipos de *stock* de capital macro agregados —y los 13 sub-agregados— en diferentes horizontes temporales, así como identificar aquellas inversiones en capital que más contribuyen al crecimiento económico y aquellas que más empleo generan.

En particular las preguntas que se trata de responder son las siguientes:

1. ¿Son todos los tipos de *stock* de capital productivos?

- a. Instantáneamente, ¿cuáles generan más producción por unidad monetaria de inversión? ¿Y cuáles menos? ¿Cuánta producción genera por euro de inversión cada uno de los capitales?
  - b. A corto, medio y largo plazo, ¿cuáles generan más producción por unidad monetaria de inversión? ¿Y cuáles menos? ¿Cuánta producción se genera en cada periodo?
  - c. ¿Cómo evoluciona el producto generado por unidad monetaria de inversión en cada uno de los capitales?
  - d. ¿Cuánto tarda la inversión en generar la cantidad equivalente en producción?
2. ¿Generan empleo todos los tipos de capital?
- a. Instantáneamente, ¿cuáles necesitan menor cantidad de inversión para generar un empleo? ¿y cuáles precisan mayor cantidad?
  - b. A corto, medio y largo plazo, ¿cuáles necesitan menor cantidad de inversión para generar un empleo? ¿Y cuáles precisan mayor cantidad?
  - c. ¿Cómo evoluciona la capacidad de crear empleo de cada capital?, y, en particular ¿cómo evoluciona el empleo generado por aquellos capitales en los que la inversión necesaria para generar un empleo es inferior a 12.000€?
3. ¿Hay complementariedad entre el empleo y cualquier tipo de capital?

La metodología que se usa en esta Tesis es similar a la usada en los trabajos de Flores, Gracia y Pérez (Flores *et al.*, 1998), Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999). El marco de referencia conceptual utilizado es una variación del usado por estos autores. En él se permite que las variables se relacionen de forma dinámica y no restringe ninguna de las propiedades típicas de las series temporales, como su no estacionariedad o la presencia de relaciones de cointegración.

La aportación metodológica principal de esta tesis doctoral permite aislar la respuesta de las variables ante variaciones en cada tipo de *stock* de capital y/o su complementario, proporcionando una herramienta macroeconómica para evaluar los efectos, a lo largo del tiempo, sobre el crecimiento económico y la creación de empleo que tienen diferentes distribuciones de inversión en capital.

No se distingue entre capital público o privado, ya que la fuente de datos (BBVA e IVIE) no lo hace, por lo que implícitamente se supone que la productividad del capital puede variar con el tipo de capital pero no con su titularidad o gestión. Con esta restricción, este trabajo pretende proporcionar una herramienta capaz de cuantificar los efectos de diferentes distribuciones de inversión, sean éstas de carácter público o privado.

La Tesis se presenta estructurada en nueve capítulos:

El primer capítulo, «Breve Revisión Crítica de la Literatura», pretende dar una visión contextual de la tesis doctoral, a través del repaso crítico de los principales estudios que

cuantifican los efectos del capital sobre la producción y el empleo, bajo distintas metodologías, desagregaciones de capital, zonas territoriales y países.

El segundo capítulo, «Marco de Referencia Conceptual» **presenta la metodología teórica que permite aislar la respuesta de la producción y el empleo ante cambios en un tipo de *stock* de capital y/o el resto de tipos de *stock* de capital.** A partir de la forma reducida estimada, y mediante una doble ortogonalización parcial por bloques, se encuentra el modelo teórico que se presenta en forma de VAR parcialmente ortogonal. Esta aportación a la metodología de Flores *et al.* (Flores *et al.*, 1998), Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999), es precisamente la que permite encontrar la respuesta de la producción y del empleo ante inversiones en un tipo de capital y/o su complementario.

En el siguiente capítulo «Análisis Estadísticos Previos: Datos y Modelos Univariantes», se estudia cada una de las series, incluida la del *stock* de capital complementario en cada caso. Una de las diferencias encontradas con la literatura es el orden de integración de las series, que resultan ser integradas de orden 2,  $I(2)$ , frente al carácter  $I(1)$  de la mayoría de las series utilizadas en otros estudios.

Seguidamente se presenta el análisis empírico desglosado en cuatro capítulos que corresponden a los cuatro agregados principales. Cada uno, recoge tanto el análisis del agregado correspondiente como de cada uno de sus sub-agregados. En el estudio de la cointegración se encuentra una relación entre las tasas de crecimiento del empleo y del PIB. Además, se descubre una segunda relación de cointegración entre la tasa de crecimiento del empleo, de la producción y del capital aeroportuario. Ambas con los signos esperados en coherencia con la teoría económica.

En el capítulo 8 «Estudio Comparado de los Efectos de los Distintos Capitales», **se presenta: (1) El producto generado por euro de inversión en cada tipo de capital, y (2) el capital necesario de inversión en cada tipo de capital para crear un empleo.** Ambos resultados se presentan **para cada uno de los veinte periodos posteriores a la inversión.** Además, se compara la capacidad de creación de empleo y PIB de los distintos tipos de capital: en el primer periodo, al cabo de cuatro, ocho, y al cabo de veinte periodos. Se responde a cuánto empleo crea y cuánta producción genera la inversión en cada tipo de capital, en cada periodo, identificando aquellas inversiones más rentables en términos de empleo y de PIB. Finalmente, se comparan los resultados obtenidos con los que obtienen otros autores.

El último capítulo, «Conclusiones», recoge los resultados principales y las conclusiones más destacadas del estudio, respondiendo a cada una de las preguntas planteadas en esta introducción. Brevemente, se sugieren también algunas futuras líneas de investigación.

**Nota importante:** Por motivos técnicos, el formato numérico elegido para esta Tesis utiliza el punto como carácter separador de decimales.



## VII

## CAPÍTULO 1. BREVE REVISIÓN CRÍTICA DE LA LITERATURA

Desde los primeros trabajos, a finales de los años 80, se han multiplicado los análisis econométricos que han tratado de estimar los efectos, sobre el crecimiento económico, del *stock* de capital público. Se podrían citar más de cincuenta. Sin embargo, de todo ese enorme conjunto de publicaciones, tan sólo puede extraerse una conclusión general de consenso: El *stock* de capital público juega un papel muy importante en el desarrollo económico de un país.

Dicha conclusión, siendo muy importante, resulta un tanto decepcionante ya que parece un resultado algo escaso dada la gran cantidad de trabajo realizado. Sin embargo no es sorprendente, cada trabajo ha sido realizado de tal forma que sus resultados son poco comparables con los del resto. Unos autores han usado series temporales, otros datos de sección cruzada; unos series en primeras diferencias otros en niveles; unos series de *stock* de capital, otros de inversión; unos han realizado estudios a nivel nacional, otros a nivel regional; unos han utilizado modelos econométricos estáticos, otros dinámicos; unos modelos uniecuacionales y otros multiecuacionales. La conclusión es un gran conjunto de resultados incomparables, con un sólo denominador común: El *stock* de capital público juega, muy probablemente, un papel importante en el desarrollo económico de un país.

En todo trabajo empírico, la elección del tipo de datos es importante, pero la metodología de análisis es fundamental. Generalmente, el econométra no puede hacer gran cosa en relación con la elección de los datos, utilizará los que estén disponibles. Sin embargo, el econométra puede elegir el modelo econométrico o metodología de análisis y éste ha de estar basado en las propiedades estadísticas de las series temporales que va a utilizar. Ignorarlas sólo le traerá problemas. Lo más probable y excepto por casualidad, los estimadores que utilice no serán consistentes y sus estimaciones poco fiables. Ignorar las propiedades estadísticas de las series temporales, como su no estacionariedad, la posible presencia de cointegración y/o la dinámica entre ellas, lleva a errores de especificación en los modelos econométricos; estos errores pueden provocar sesgos importantes en las estimaciones y lo que es peor: los sesgos no se eliminarán al aumentar el tamaño de la muestra.

Reconocer la existencia de estas propiedades obliga al econométra a trabajar en un marco multiecuacional dinámico, donde un *shock* en una variable, no sólo puede cambiar el valor de otra instantáneamente, sino que puede cambiar toda la senda de crecimiento de esta última, e incluso también la de la primera, si entre ellas existe retroalimentación.

En este contexto, las elasticidades dejan de ser constantes y varían con el plazo de respuesta, esto es, las elasticidades instantáneas probablemente diferirán de las elasticidades a corto plazo (un año, dos años) y éstas de las de a medio (tres, cuatro años) y/o largo plazo (más de cuatro años). No tiene sentido pues comparar elasticidades sin hacer referencia al plazo de respuesta, y éste rara vez se menciona.

La mayor parte de los estudios sobre la importancia del *stock* de capital público, en especial aquellos publicados con anterioridad a 1997, se han realizado sin tener en cuenta las propiedades típicas de las series temporales, por lo que sus resultados no son fiables. La mayoría ignora la no estacionariedad de las series de producción, empleo y *stock* de capital. Los que han tenido en cuenta dicha propiedad, ignoran la posible presencia de cointegración y los que la han tenido en cuenta ignoran la posible presencia de retroalimentación del capital sobre el producto y/o el empleo. Sorprendentemente, la mayoría han llegado al mismo resultado: el *stock* de capital público es productivo.

A continuación, se presentan algunos de los estudios más representativos de cada año, a partir de 1989, clasificados en dos periodos: Aquellos publicados con anterioridad a 1997, y aquellos realizados con posterioridad a dicho año.

### ■ 1.1. TRABAJOS PUBLICADOS CON ANTERIORIDAD A 1997

Las dos preocupaciones principales de los primeros trabajos eran : (1) estimar el efecto del *stock* de capital público sobre la producción, resumido por la elasticidad de la producción respecto al *stock* de capital público en una función de producción y (2) comparar dicha elasticidad con la correspondiente al *stock* de capital privado. Es decir, responder a las preguntas: ¿Es productivo el capital público? ¿Cuánto? ¿Qué capital resulta más productivo? ¿Son complementarios o sustitutivos?

Aschauer (Aschauer, 1989 a, b), fue uno de los primeros autores que intentaron estimar el efecto del *stock* de capital público sobre la producción, para Estados Unidos. En sus trabajos concluye que el capital público no sólo es productivo, sino que además incrementa la capacidad productiva del sector privado (efecto que denomina *crowding in* (atracción)) estimulando la inversión privada. El efecto *crowding in* de Aschauer (Aschauer, 1989 a, b) sugiere que hay signos evidentes de complementariedad entre la inversión pública y la privada<sup>1</sup>. No obstante, en un primer momento se produce un efecto *crowding out* (expulsión),

---

<sup>1</sup> El efecto *crowding in* versa sobre la capacidad de la inversión pública para generar inversión privada a largo plazo. Aschauer (1989 a, b) expone que asumir que el capital público es un *input* de la función de producción supone dos efectos contradictorios. Un efecto inicial, que se produce con la reducción de la inversión privada como respuesta racional de los agentes privados al incremento de la inversión nacional —el aumento de la inversión pública incrementa la inversión nacional por encima del nivel deseado— efecto que denomina *crowding out*. Un segundo efecto es el que denomina *crowding in*; determinados tipos de inversión pública, como la infraestructura, elevan la productividad del capital privado y del trabajo, y por tanto, de la inversión privada.

ya que los agentes económicos responden al incremento de capital público con una reducción de inversión privada.

Munnell (Munnell, 1990), llega a la misma conclusión que Aschauer (Aschauer, 1989 a, b) y señala que la causa de la disminución de productividad en Estados Unidos no se ha debido a la disminución de la tasa de crecimiento del progreso tecnológico sino a una disminución de inversión pública en infraestructuras.

Ambos autores estiman una función de producción Cobb-Douglas con series temporales de *stock* de capital de Estados Unidos. Dicha función resulta ser una función de producción con rendimientos constantes a escala, en la que se incluye como variables *input* el logaritmo de las series de empleo, capital público y capital privado. Munnell (Munnell, 1990), estima una elasticidad de la producción al capital público entre 0.34 y 0.41, algo inferior a la de Aschauer (Aschauer, 1989 a, b) (0.39-0.56).

Posteriormente, surgen una serie de trabajos cuya preocupación es confirmar, a nivel regional, los resultados obtenidos a nivel nacional.

Eisner (Eisner, 1991), con datos de sección cruzada de 48 estados de EE.UU., estima una función de producción Cobb-Douglas. Obtiene que la elasticidad de la producción respecto al *stock* de capital público no es estadísticamente distinta de cero. Interpreta este resultado como ausencia de efectos instantáneos del capital público sobre la producción y propone incluir retardos de las variables, en la especificación del modelo econométrico, que permitieran captar algún efecto no instantáneo.

Munnell (Munnell, 1992), utilizando datos similares a los de Eisner (1991) estima que la elasticidad en algunos estados es la mitad que la obtenida a nivel nacional (0.15). Señala que usar variables estacionarias, como hacen algunos autores, da lugar a la estimación de elasticidades no significativas, como las que obtiene Tatom (Tatom, 1991). Además señala que debería contrastarse la presencia de relaciones de cointegración entre las variables.

Coetáneamente algunos estudios tratan de confirmar los resultados y conclusiones de la literatura anterior, utilizando una función de costes. En estos estudios, además, se pretende comparar el efecto del capital público desagregado (estatal, local y federal) con el efecto del agregado.

Lynde y Richmond (Lynde y Richmond, 1992) utilizan la dualidad entre la función de producción y de costes para estimar la función de costes del sector no financiero de los Estados Unidos. Concluyen que el impacto del *stock* de capital en el coste de producción del sector privado es significativo. Emplean series temporales de *stock* de capital, en niveles, para concluir que el capital público tiene una productividad marginal positiva y que el capital público y el capital privado son complementarios. Estiman dos versiones: (1) una en la que el capital público interviene de manera agregada y otra (2) en la que el capital público se desagrega por tipos de capital público (estatal, local y federal).

En el estudio en el que el capital público interviene de manera agregada, las elasticidades de las demandas de los factores de producción con respecto al capital público estimadas son:  $\xi_{LG} = -0.45_{(0.07)}$ , y  $\xi_{KG} = -0.71_{(0.15)}$ , que representan las elasticidades del empleo y del capital privado con respecto al capital público, respectivamente<sup>2</sup>. Estas elasticidades son superiores en el estudio en el que el capital público interviene de manera desagregada:  $\xi_{LG} = -0.49_{(0.07)}$  y  $\xi_{KG} = -0.90_{(0.19)}$ .

Las estimaciones obtenidas por Lynde y Richmond (Lynde y Richmond, 1992) apoyan la idea de que el capital privado y el capital público son complementarios, mientras que el capital público y el empleo son factores sustitutivos. Sin embargo, en un estudio posterior realizado bajo el mismo enfoque pero en el sector manufacturero de Gran Bretaña, Lynde y Richmond (Lynde y Richmond, 1993) concluyen que el capital público y privado son sustitutivos.

Mas *et al.* (Mas *et al.*, 1993, 1994 a,b) estudian, para España, si los efectos a nivel regional son inferiores a los efectos a nivel nacional. Utilizan datos de panel de *stock* de capital en niveles (ignoran la no estacionariedad de las variables). En el primer trabajo, analizan el sector industrial (excluyendo la construcción y los productos energéticos), mientras que en el segundo consideran el capital privado en su totalidad. En ambos trabajos se concluye que los efectos a nivel regional son inferiores a los efectos a nivel nacional.

García-Milá *et al.* (García-Milá *et al.* 1994) también para España, estiman una sola ecuación de producción utilizando datos de panel. Realiza dos estimaciones, una con variables en niveles y otra con variables diferenciadas, estacionarias. Estimando con variables no estacionarias las elasticidades son significativas y positivas, mientras que en la estimación realizada con variables en primeras diferencias las elasticidades son negativas y no significativas. Concluyen que la inversión en carreteras es más productiva que la inversión en alcantarillado y servicios de agua, siendo ambas más productivas que otro tipo de *stock* de capital público. Errores en la especificación dinámica del modelo, podrían estar detrás de la falta de significación de las elasticidades estimadas.

Mas *et al.* (Mas *et al.*, 1995) publican un nuevo trabajo en el que examinan si, a nivel provincial, los efectos también son inferiores a los estimados a nivel nacional. Concluyen que a nivel provincial los efectos son inferiores que a nivel nacional. Al igual que hicieran en el artículo de 1993, los autores ignoran todas las propiedades típicas de las series que utilizan.

Coetáneamente Mas *et al.* (Mas *et al.*, 1995), estudian los efectos del *stock* de capital desglosado en capital público social y capital público productivo. Analizan dos modelos para evaluar si el *stock* de capital de las Comunidades Autónomas limítrofes incrementa la productividad del capital público en esa provincia. Descubren que si se considera el capital

<sup>2</sup> Las cifras entre paréntesis son las desviaciones típicas estimadas.

de las comunidades limítrofes, la elasticidad de la producción respecto al capital es más alta, por lo que se verifica la existencia de un efecto rebosamiento del capital. Sin embargo, la elasticidad respecto del trabajo o el capital privado son muy similares cuando incluyen el *stock* de capital de las comunidades adyacentes. A su vez, descubren que el capital humano tiene efectos inferiores sobre la producción que el capital productivo (carreteras, calles, alcantarillado etc.) por lo que apuntan que el efecto del capital humano se debe estudiar en un contexto dinámico dado que éste ha sufrido un gran desarrollo.

Utilizando series de *stock* de capital de Estados Unidos, Eberts (Eberts, 1997), ignorando la no estacionariedad de sus series, estima las elasticidades de una función de producción Cobb-Douglas. Concluye que el capital público no afecta a la producción y que su efecto es inferior al del trabajo o al del capital privado.

De la literatura publicada anteriormente a 1997 se puede concluir que las estimaciones de las elasticidades realizadas con variables no estacionarias son muy diferentes unas de otras, debido posiblemente a la falta de consistencia en la estimación de los parámetros. Cuando las estimaciones de las elasticidades se realizan con variables estacionarias éstas no resultan significativas, debido probablemente a los errores en la especificación dinámica de las ecuaciones. A ello hay que añadir que distintos autores utilizan fuentes diferentes de datos de *stock* de capital, elaboradas de forma diferente, incluyendo distintos activos y/o con diferentes niveles de desagregación del capital. Así, no es extraño que se obtengan resultados tan dispares.

## ■ 1.2. TRABAJOS PUBLICADOS CON POSTERIORIDAD A 1997

A partir de 1997 los trabajos empíricos sobre las relaciones entre el *stock* de capital público y el crecimiento económico empiezan a solucionar los problemas econométricos mencionados anteriormente. La mayoría de autores ya tiene en cuenta la no estacionariedad del producto, empleo y capital (público o privado) y usan tasas de variación de las variables en lugar de niveles, tratan adecuadamente la posible presencia de relaciones de cointegración y no restringen *a priori* la dinámica del sistema.

Esta sección comienza con el trabajo de Cullison (1993), pionero en considerar explícitamente no sólo la posible endogeneidad del trabajo y el capital sino también la presencia de relaciones dinámicas entre todas las variables del sistema. Después de este trabajo, no se publicó otro en la misma línea hasta 1997. Por este motivo, y a pesar de ser anterior a 1997, se ha incluido en esta sección.

Cullison (Cullison, 1993), estima un modelo VARMA, para el período 1953-1991, sobre un vector formado por las tasas de crecimiento de: el gasto en defensa, la deuda real pública, la inversión pública en capital humano (desglosada en: educación, formación profesional, ayudas al desempleo y seguridad ciudadana), la inversión pública en activos físicos (no

humanos: agricultura), el PIB, y el *stock* nominal de dinero. Estudia la no estacionariedad de las series pero no así si existen relaciones de cointegración entre ellas. Los resultados de Cullison (Cullison, 1993) sugieren que las inversiones en capital humano (el gasto en educación, en formación profesional y en seguridad ciudadana) tienen efectos positivos sobre el crecimiento del PIB en Irlanda.

En general, los trabajos publicados a partir de 1997 intentan responder a preguntas tales como: ¿El capital público es igual de productivo en todos los países? ¿Cuánto tiempo tarda en reaccionar el empleo y la producción ante variaciones del capital público? ¿Se está sustituyendo empleo por capital? ¿Qué tipo de capital es más productivo?

Pereira (Pereira, 1997) compara los efectos del capital público en 12 países de la OCDE. Utiliza series de inversión en lugar de *stock* de capital, trata la no estacionariedad de las series que utiliza así como la presencia de cointegración, aunque sólo la encuentra en 4 de los 12 países estudiados. Sus resultados muestran que en los países cuya economía es más fuerte (Japón, Alemania, Suiza, Gran Bretaña y Estados Unidos), el capital público tiene efectos superiores sobre la producción, aunque en todos ellos el efecto sobre la producción y sobre el empleo es positivo.

Flores *et al.* (Flores *et al.*, 1998) emplean series temporales de *stock* de capital de España para estudiar las respuestas del empleo, producción y capital privado ante variaciones en el *stock* de capital público. Encuentran una relación de cointegración que interpretan como una función de producción Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala. Estiman las elasticidades a corto, medio y largo plazo de la producción, empleo y capital privado, respecto al *stock* de capital público. Observan que el empleo se ajusta instantáneamente mientras que la producción tarda varios periodos en ajustarse totalmente. Se detecta una respuesta positiva del *stock* de capital público a variaciones del PIB en periodos anteriores (retroalimentación) esto es, los datos apoyan el carácter pro-cíclico del crecimiento del *stock* de capital público.

Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999) realizan, para EE.UU., un estudio similar al realizado por Flores *et al.* (Flores *et al.*, 1998) para España. Aunque en este caso no detectan la presencia de ninguna relación de cointegración, los resultados son similares a los obtenidos para España: el *stock* de capital público es productivo y capaz de generar empleo a corto plazo en el sector privado.

Gorostiaga (Gorostiaga, 1999) utiliza datos de panel de series de inversión en España para analizar el efecto que produce una inversión pública en capital en las diferentes Comunidades Autónomas. Concluye que es necesaria una política regional para que las Comunidades Autónomas converjan y que el capital humano afecta a la tasa de acumulación de tecnología. Desafortunadamente, aunque usa datos de panel el autor no tiene en cuenta la no estacionariedad de las variables, ni la posible presencia de cointegración, restringe a priori la dinámica de su modelo e impone restricciones sobre los parámetros de las funciones de producción de las distintas comunidades sin contrastarlas previamente. En estas condiciones, sus resultados pierden fiabilidad.

Hasta comienzos de este nuevo siglo, ningún autor se había preocupado seriamente por las diferencias en productividad de diferentes tipos de inversión en capital público. El desglose del capital realizado hasta entonces contemplaba tan sólo dos tipos de inversión en activos. Pereira (Pereira, 2000)<sup>3</sup> distingue cinco tipos de activos públicos, aunque conviene señalar que al utilizar series de inversión, no contempla el efecto de todo el capital existente. Conviene destacar los resultados obtenidos por Pereira ya que aunque no utiliza series de *stock* de capital es el que presenta mayor desglose de capital público.

Pereira (Pereira, 2000), para EE.UU., ajusta un modelo VAR al vector de series de inversión privada, empleo, producción y de inversión pública desagregada en cinco tipos diferentes de activos: infraestructura básica, desglosada a su vez, en tres tipos de activos: carreteras y calles, sistemas de gas, tráfico y tráfico aéreo y alcantarillado y suministro de agua; edificios de educación, hospitales y otros edificios (oficinas, edificios industriales, de policía, de bomberos...); e infraestructura de conservación, desarrollo y equipamiento. Encuentra que todas las variables son I(1), contrasta la posible presencia de relaciones de cointegración por el método Engel y Granger, pero no encuentra ninguna.

Los resultados que obtiene se muestran en la tabla 1. Las primeras columnas muestran la productividad marginal en diez periodos derivada de un incremento en cada tipo de inversión y la rentabilidad correspondiente (tasa de retorno convergente a dicha productividad marginal). Las tres últimas columnas muestran las elasticidades estimadas junto con sus respectivas bandas de confianza.

Pereira (Pereira, 2000) obtiene que la inversión en infraestructura, carreteras, calles, alcantarillado y canalizaciones de agua tienen un efecto positivo sobre el *output* (con una productividad marginal por dólar invertido de 1.97 dólares). No obstante, la inversión en el sistema básico de electricidad, sistemas de gas, tráfico, estructura para la aviación, sistemas de suministro de alcantarillado y agua tienen un efecto muy superior (con una productividad marginal del 19.79 dólares y 6.35 dólares, respectivamente).

Los resultados del trabajo de Pereira (Pereira, 2000), a nivel de inversión pública agregada, apoyan las conclusiones de otros trabajos empíricos. La inversión pública tiene efectos mayores sobre la inversión privada (con una elasticidad estimada de 0.23) que sobre el empleo (con una elasticidad estimada de 0.007). A su vez, estima que un dólar de inversión pública genera un incremento de producción de 4.46 dólares. Si el *output* se grava al 25%, la inversión de un dólar en capital público genera algo más de un dólar en impuestos a lo largo del tiempo<sup>4</sup>. Por lo tanto, suscribe tanto la complementariedad del capital público con el resto de las variables *input* consideradas, como la productividad del capital público.

Los efectos sobre la producción de todos los tipos de activos son positivos. El mayor efecto lo produce la inversión en gas y electricidad, con una elasticidad estimada del 0.02, segui-

<sup>3</sup> Las series comprenden el periodo 1956/97.

<sup>4</sup> Implica que la tasa de retorno del activo es del 7.8%.

Tabla 1

### RESULTADOS DEL ESTUDIO PEREIRA (PEREIRA, 2000) DE DISTINTOS TIPOS DE INVERSIÓN EN ESTADOS UNIDOS

INVERSIÓN	TASA DE RETORNO	PRODUCTIVIDAD MARGINAL	ELASTICIDADES		
			PRODUCCIÓN	EMPLEO	INVERSIÓN
Capital público	7.8%	\$4.46	0.04253 (0.025,0.045)	0.00735 (-0.062,0.014)	0.22909 (0.004,0.229)
Infraestructura básica (carreteras y calles)	3.4%	\$1.97	0.0055 (0.002,0.006)	-0.0057 (-0.008,-0.004)	0.01154 (-0.036,0.012)
Infraestructura básica (sistemas de gas, electricidad, tráfico y tráfico aéreo)	16.1%	\$19.79	0.02103 (-0.0008,0.021)	0.01143 (-0.005,0.011)	0.09455 (-0.047,0.104)
Infraestructura básica (alcantarillado y suministro de agua)	9.7%	\$6.35	0.00856 (-0.0058,0.01)	-0.01159 (-0.012,-0.005)	0.01239 (-0.058,0.017)
Edificios de educación, hospitales y otros edificios (oficinas, edificios industriales, de policía, bomberos etc.)	8.9%	\$5.53	0.01732 (0.0049,0.017)	0.00285 (-0.008,0.0029)	0.02174 (-0.12,0.025)
Conservación desarrollo y equipamiento	7.2%	\$4.06	0.00491 (0.002,0.0056)	0.00392 (0.0024,0.0056)	0.06874 (0.021,0.069)

La productividad marginal, está calculada como el cociente del producto total alcanzado durante 10 periodos derivado del incremento unitario porcentual transitorio en la tasa de crecimiento del capital entre la repercusión que éste incremento ha tenido en el propio capital. La tasa de retorno que converge a esta productividad marginal, es la rentabilidad estimada de la inversión teniendo en cuenta los efectos de rentabilidades alcanzadas en periodos anteriores durante 20 periodos. Las cifras entre paréntesis representan las bandas de confianza de las elasticidades estimadas.

do de cerca por el efecto producido por los edificios públicos (con una elasticidad de 0.017). Por contra, la elasticidad estimada para la inversión en conservación es la que menor efecto genera, con una elasticidad estimada de 0.005. El efecto de la inversión en carreteras y sistemas de agua y alcantarillado oscila en un rango de de 0.006 y 0.009, respectivamente.

En segundo lugar, analiza los efectos que tiene cada tipo de inversión en la inversión privada y en el empleo. Los efectos de todos los tipos de activos sobre la inversión privada son positivos, mientras que sólo en tres de los cinco tipos de activos analizados, la elasticidad del capital respecto del empleo es positiva. El mayor efecto sobre el empleo lo produce la inversión en infraestructura relativa al gas y a la electricidad, con una elasticidad esti-

mada de (0.01). La inversión en sistemas de agua y alcantarillado produce el menor de los efectos, con una elasticidad estimada negativa de (-0.01).

En cuanto al efecto sobre la inversión privada, el mayor efecto lo produce la inversión en infraestructura relativa al gas y a la electricidad, con una elasticidad estimada de 0.1. El menor de los efectos, curiosamente, lo produce la inversión en autopistas y calles, con una elasticidad estimada diez veces inferior (0.01).

Como conclusión, se señala que los mayores efectos tanto en producción como en el empleo y en la inversión privada, son los generados por las inversiones en sistemas de gas y electricidad. Por el contrario, las inversiones en carreteras, autopistas y calles son los activos que generan el menor de los efectos en producción, llegando a ser negativo en el empleo.

La preocupación principal de una serie de trabajos publicados en los años 2002 y 2003 radica en contrastar *crowding out* de Aschauer (Aschauer, 1989 a, b) y el efecto rebosamiento.

Voss (Voss, 2002) analiza si el efecto *crowding out* del capital público, propuesto por Aschauer (Aschauer, 1989 a, b), se refleja fuera de las fronteras de Estados Unidos con series de inversión trimestrales corregidas de estacionalidad. Con datos de Estados Unidos y Canadá de 4 décadas<sup>5</sup>, Voss (Voss, 2002) concluye que el efecto *crowding out* de Aschauer (Aschauer, 1989 a, b) para una economía precio aceptante, una economía pequeña y abierta, sin restricciones al acceso de capital internacional, no se produce. Lejos de haber un efecto *crowding out* del capital público sobre el privado, en Estados Unidos y Canadá, se produce un efecto *crowding in*. Las inversiones públicas, en particular las inversiones en infraestructuras, elevan la productividad del capital privado y del trabajo, y, como consecuencia, incrementan la inversión privada. Utiliza datos de inversión ignorando la no estacionariedad de las variables y la posible presencia de cointegración. Señala que es preferible la pérdida de eficiencia en la estimación de los parámetros con variables no estacionarias a la imposición de restricciones erróneas al modelo VAR a través de relaciones de cointegración, si éstas realmente no están. El uso de series de inversión (y no de capital) ajustadas estacionalmente, junto con la sobreparametrización de un modelo VAR no restringido son a nuestro juicio, los puntos más débiles de este trabajo.

Ligthart (Ligthart, 2002), utiliza también datos en niveles para evitar imponer restricciones erróneas en el modelo VAR, utiliza series de *stock* de capital de Portugal en logaritmos para el periodo 1965/95. Concluye que el capital público tiene efectos positivos sobre la producción y que se produce un efecto *crowding out* sobre el capital privado a través de otras variables.

El trabajo de Pereira y Roca Sagales (Pereira y Roca Sagales, 2003) estudia si, a nivel Comunidad Autónoma, el efecto del capital sobre la producción es inferior que a nivel país.

---

<sup>5</sup> Utiliza series de datos trimestrales, para Estados Unidos del periodo 1947/88 y para Canadá del periodo 1947/96. Para evitar las variaciones que pudiera haber en la estimación del *stock* de capital entre estos dos países, utiliza series de inversión en porcentaje del PIB en primeras diferencias.

Es decir, estudia los efectos rebosamiento. Concluyen que las elasticidades, del *output* respecto al *stock* de capital público, a nivel estatal son superiores que las obtenidas en análisis desagregados por comunidades. Esto se produce porque existen filtraciones de los efectos que no son captados a nivel regional, si sólo se considera el *stock* de capital de cada región y no el de las limitófes. La inversión en una carretera que mejore el transporte de mercancías de una comunidad a otra, incrementa la productividad, el empleo y la producción de ésta, aunque parte de la carretera se encuentre situada en otra comunidad. En todo caso, los resultados demuestran que el capital público tiene efectos positivos sobre el empleo, el capital privado y el *output* a largo plazo.

Kamps (Kamps, 2004) utiliza un panel de datos de *stock* de capital de los 22 países de la OCDE. Estima elasticidades significativas<sup>6</sup> y, en su inmensa mayoría, positivas, de la producción respecto al capital público. Trata tanto la no estacionariedad de las series que utiliza como la posible presencia de cointegración. Estima la elasticidad media del *output* con respecto del capital público en 0.22, la del capital privado en 0.19 y la del trabajo en 0.61. Estima elasticidades del *output* respecto del capital público que van desde -8.58 a 1.77, dependiendo del país. En dos casos resulta ser negativa<sup>7</sup>.

Por último, Pereira y Andr z (Pereira y Andr z, 2005) cuantifican el efecto que tienen distintos tipos de inversión en Portugal. Utilizan series de inversión y tratan tanto su no estacionariedad como la presencia de cointegración. Ajustan un modelo VAR en primeras diferencias, ya que no encuentran relaciones de cointegración entre las variables. Consideran tanto el capital agregado como desagregado en 6 tipos de inversión (carreteras nacionales, carreteras municipales, autopistas, puertos, aeropuertos y vías férreas). Concluyen que las inversiones más productivas son los puertos seguidas de los aeropuertos.

Esta Tesis sigue la línea del trabajo de Pereira y Andr z (Pereira y Andr z, 2005), estudia la productividad de distintos tipos de capital. A diferencia de estos autores se han elegido series temporales de *stock* de capital, ya que las series de inversión elegidas por ellos no aproximan adecuadamente todo el capital productivo. No sólo se considera el *stock* de capital agregado sino también doce de sus sub-agregados, esto es, doce tipos distintos de capital, lo que constituye una aportación importante de esta Tesis. Para la economía española, no existe un estudio similar que trate de estimar los efectos desagregados del *stock* de capital sobre el PIB y/o el empleo, por tantos tipos de capital.

Finalmente, la metodología econométrica elegida no sólo tiene en cuenta las propiedades estadísticas de los datos a los que más arriba se hacía referencia, sino que permite, con supuestos sencillos y claros, identificar los *shocks* estructurales de los diferentes tipos de capital, y por tanto, identificar y estimar, de forma consistente, las funciones de respuesta finales del PIB y el empleo a dichos *shocks*.

<sup>6</sup> Son significativas al 95%.

<sup>7</sup> En Japón (-8.58) y en Portugal (-0.77).

## VIII

## CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL

En este capítulo se presenta el marco de referencia conceptual (MRC) que permite identificar las respuestas de las variables, producción y empleo, ante una perturbación en los distintos tipos de capital.

Este MRC permite alcanzar el objetivo propuesto sin necesidad de especificar un modelo econométrico estructural multiecuacional completo. Tan sólo es necesario establecer *a priori* el orden causal por el que un conjunto de variables (empleo y producción) se ve afectado por otro (capital a estudiar y su complementario).

El MRC da lugar a un modelo vectorial autoregresivo parcialmente ortogonalizado, que resulta suficiente para alcanzar el objetivo propuesto.

El MRC supone una aportación al utilizado en otros trabajos: Flores *et al.* (Flores *et al.*, 1998), Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999). Resulta novedosa la consideración adicional de la posible causalidad instantánea entre los capitales.

### ■ 2.1. MARCO TEÓRICO

Las relaciones de causalidad instantánea entre las variables se establecen en función de la naturaleza de las mismas. Así, el capital precisa un tiempo de implementación ante perturbaciones en el empleo ( $L_t$ ) o el *output* ( $Y_t$ ). Por el contrario, se supone que estas otras variables pueden reaccionar instantáneamente ante las perturbaciones en el capital.

Al objeto de analizar los efectos de cada tipo de capital en el PIB y en el empleo, sin omitir los que el capital restante pudiera tener, se desglosa el *stock* de capital total en dos variables: el capital objeto de análisis ( $K_{it}$ ) y el complementario a éste ( $\bar{K}_{it}$ )<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Según el tipo de capital del que se trate, ya sea vivienda, maquinaria, otras construcciones o transporte, el peso en el mismo del capital público y privado varía. No obstante, debido a que la investigación se centra en el efecto que un *shock* transitorio en la tasa de crecimiento de cada uno de los tipos de *stock* de capital tiene en la producción y en el empleo, no es necesario cuantificar el porcentaje del mismo que es capital público o privado.

En este contexto, podemos clasificar las variables en función de su tipología como: variables reactivas; empleo ( $L_t$ ) y producción ( $Y_t$ ), y variables rígidas; *stock* de capital ( $j$ ), ( $K_{jt}$ ) y su complementario ( $\bar{K}_{jt}$ ).

Del análisis univariante realizado en el capítulo siguiente, se concluye que todas las variables son I(2). Por lo que, a efectos de simplificar el marco de referencia, las variables reactivas vendrán determinadas por el vector  $z_t = (\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t)'$ , mientras que las rígidas se determinarán mediante el vector  $K_t = (\nabla \ln \bar{K}_t, \nabla \ln K_t)'$ , siendo  $\nabla = 1-B$  y  $B$  el operador racional de retardos.

Esta clasificación deriva en un supuesto importante a la hora de plantear el MRC, ya que la significatividad de la correlación instantánea residual entre las variables reactivas y las que no lo son, determinan un efecto instantáneo de las variables rígidas sobre las variables reactivas.

El segundo supuesto a considerar es si el *stock* de capital objeto de estudio, en cada caso, afecta instantáneamente o no al capital complementario, o la reacción se da en sentido contrario. Si la correlación contemporánea residual entre el *stock* de capital a estudiar y su complementario es significativa, la relación de causalidad se establece en función de la tipología del capital.

El MRC considera dos supuestos: (1) Matemáticamente, si el capital estudiado ( $K_{jt}$ ) reacciona instantáneamente ante perturbaciones en su complementario ( $\bar{K}_{jt}$ ):

$$\alpha_{\nabla \ln K_{jt}} = \beta_2 \alpha_{\nabla \ln \bar{K}_{jt}} + \epsilon_{\nabla \ln K_{jt}} \quad [I]$$

Y (2), si es el capital estudiado ( $K_{jt}$ ) el que determina instantáneamente el capital complementario ( $\bar{K}_{jt}$ ), se expresaría como:

$$\alpha_{\nabla \ln \bar{K}_{jt}} = \beta_1 \alpha_{\nabla \ln K_{jt}} + \epsilon_{\nabla \ln \bar{K}_{jt}} \quad [II]$$

Donde  $\alpha_{\nabla \ln \bar{K}_{jt}}$ ,  $\alpha_{\nabla \ln K_{jt}}$  son los residuos del proceso vectorial autoregresivo generador de las variables  $\nabla \ln \bar{K}_{jt}$  y  $\nabla \ln K_{jt}$ .

Por lo tanto, se realizan dos supuestos cruciales para poder identificar los parámetros relevantes del MRC:

1. Primero, tanto el PIB como el empleo pueden reaccionar instantáneamente ante cambios en el *stock* de capital, mientras que el *stock* de capital no reacciona instantáneamente ante cambios en el PIB o en el empleo.
2. Segundo, el *stock* de capital puede influir instantáneamente en su complementario o viceversa, dependiendo del tipo de capital a estudiar.

Así se divide el modelo en dos partes: comportamiento de las variables reactivas y comportamiento de las variables rígidas.

### ■ 2.1.1. Representación matemática del comportamiento de las variables reactivas

El primer supuesto establece que los valores presentes de  $K_t$  pueden afectar instantáneamente a  $z_t$ , no siendo posible que valores actuales de  $z_t$  afecten a  $K_t$ . Las variables reactivas  $z_t$  vendrán determinadas por los valores pasados y presentes de  $K_t$  y únicamente los valores pasados de  $z_t$ . Por tanto, responderán a  $(\Omega_{z_t})$  donde  $\Omega_{z_t} = \{z_{(t-1)}, K_{(t-1)}, K_t\}$ ,  $\forall j = 1, 2, 3, \dots$ . En notación matemática, el comportamiento de las variables vendrá  $z_t$  expresado por:

$$\begin{aligned} z_t &= v_z(B) K_t + N_{z_t} \\ \pi_z(B) N_{z_t} &= \alpha_{z_t} \end{aligned} \quad [III]$$

En la ecuación [III]:  $v_z(B)$  es una matriz  $(2 \times 2)$  de funciones de transferencia  $v_z(B) = \begin{pmatrix} v_{\nabla \ln Y K_t}(B), v_{\nabla \ln Y K_t}(B) \\ v_{\nabla \ln L K_t}(B), v_{\nabla \ln L K_t}(B) \end{pmatrix}$  donde cada función de transferencia representa la respuesta unidireccional de la variable ante perturbaciones en  $K_t$  y viene expresada por  $v_z(B) = v_{z_0} + v_{z_1}B + v_{z_2}B^2 + \dots$ .  $\nabla z = \nabla \ln Y, \nabla \ln L^9$ .  $N_{z_t} = (N_{\nabla \ln Y_t}, N_{\nabla \ln L_t})'$  es un vector  $(2 \times 1)$  de variables aleatorias que sigue un proceso estocástico multivariante de tipo VAR.  $\pi_z(B)$  es una matriz polinomial  $(2 \times 2)$ , donde las raíces del determinante  $\pi_z(B)$  pueden estar dentro o fuera del círculo unidad, permitiendo la no estacionariedad de las variables del vector  $z_t$ . Por último,  $\alpha_{z_t} = (\alpha_{\nabla \ln Y_t}, \alpha_{\nabla \ln L_t})'$  es un vector de perturbaciones  $(2 \times 1)$  ruido blanco con matriz de varianzas y covarianzas contemporáneas definida positiva  $\Sigma_z^{10}$ .

### ■ 2.1.2. Representación matemática del comportamiento de las variables rígidas

Partiendo del segundo supuesto, que dependerá de la significatividad estadística de la correlación residual entre  $(\alpha_{\nabla \ln K_t})$  y  $(\alpha_{\nabla \ln K_t})$ , el MRC permite analizar tanto si no hay correlación instantánea entre el capital y su complementario —por lo que mantienen independencia contemporánea entre ellos— como si uno afecta instantáneamente al otro, sea cual fuere el capital afectado. Por tanto, caben tres situaciones: (1) independencia de los tipos de *stock* de capital; (2) dependencia del capital estudiado de su complementario, según la ecuación [I]; (3) que el capital complementario reaccione instantáneamente ante cambios en el capital estudiado, según la ecuación [II].

<sup>9</sup>  $v_{z_0}$  puede ser cero o diferente de cero, dependiendo de la significatividad de la correlación contemporánea residual. Si fuese cero uno de los elementos de  $v_{z_0}$ , no habría reacción instantánea de la variable correspondiente ante perturbaciones en el capital  $K_t$ .

<sup>10</sup>  $E(\alpha_{z_t} \alpha_{z_t}') = \Sigma_z$  una matriz  $(2 \times 2)$  de varianzas y covarianzas completa de los residuos.

No obstante, las variables rígidas reaccionarán sólo a los valores pasados de  $\mathbf{z}_t$  y  $K_t$ . Esto es  $K_t$  responderá ante  $\Omega_{K_t}$  siendo  $\Omega_{K_t} = \{\mathbf{z}_{(t-i)}, K_{(t-i)}\}$ ,  $\forall i = 1, 2, 3, \dots$ . El comportamiento  $K_t$  vendrá expresado matemáticamente:

$$\begin{aligned} K_t &= \mathbf{v}_K(B) \mathbf{z}_t + N_{K_t} \\ \pi_K(B) N_{K_t} &= \alpha_{K_t} \end{aligned} \quad [IV]$$

En la ecuación [IV]:  $\mathbf{v}_K(B)$  es una matriz  $(2 \times 2)$  de funciones de transferencia de forma que:

$$\mathbf{v}_K(B) = \begin{pmatrix} \mathbf{v}_{\nabla \ln \bar{K}_{jY_t}}(B), \mathbf{v}_{\nabla \ln \bar{K}_{jL_t}}(B) \\ \mathbf{v}_{\nabla \ln K_{jY_t}}(B), \mathbf{v}_{\nabla \ln K_{jL_t}}(B) \end{pmatrix} \text{ donde cada función de transferencia viene representada}$$

por  $\mathbf{v}_K(B) = \mathbf{v}_{K_0} + \mathbf{v}_{K_1}B + \mathbf{v}_{K_2}B^2 + \dots$   $\forall K = \nabla \ln \bar{K}, \nabla \ln K$  que recoge las respuestas unidireccionales del capital ante  $\mathbf{z}_t$ . El primer supuesto de ausencia de reacción instantánea del capital ante cambios en  $\mathbf{z}_t$  establece matemáticamente que  $\mathbf{v}_{K_0} = 0$ .  $N_{K_t} = (N_{\nabla \ln \bar{K}_{jY_t}}, N_{\nabla \ln K_{jY_t}})$  es un vector  $(2 \times 1)$  de variables aleatorias que siguen un proceso estocástico multivariante de tipo VAR.  $\pi_K(B)$  es una matriz polinomial  $(2 \times 2)$  en la que las raíces del determinante de  $\pi_K(B)$  pueden estar dentro o fuera del círculo unidad, permitiendo la no estacionariedad de las variables del vector  $K_t$ . Y,  $\alpha_{K_t} = (\alpha_{\nabla \ln \bar{K}_{jY_t}}, \alpha_{\nabla \ln K_{jY_t}})'$ , es un vector de perturbaciones  $(2 \times 1)$  ruido blanco independiente de los elementos de  $\alpha_{z_t}$  con matriz de varianzas y covarianzas contemporáneas definida positiva  $\Sigma_K$ .

Si  $\Sigma_K$  es una matriz diagonal, entonces es que no existen efectos instantáneos entre los capitales. Si, por el contrario,  $\Sigma_K$  es una matriz completa, pre-multiplicando los residuos del modelo por una matriz  $P_{K_t}$  la matriz de varianzas y covarianzas contemporáneas  $\Sigma_K^*$  asociada a los nuevos residuos  $\alpha_{K_t}^*$  será una matriz diagonal.

$P_K$  es una matriz  $(2 \times 2)$  que permite tanto que el capital a estudiar reciba efectos instantáneos de su complementario como que sea el complementario el que quede explicado por el capital a estudiar. Si el capital se ve afectado instantáneamente por su complementario, ecuación [I],  $P_K$  vendrá expresado por  $P_K = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\beta_2 & 1 \end{pmatrix}$  y si sucede al contrario, el capital influye contemporáneamente en su complementario, ecuación [II],  $P_K$  será  $P_K = \begin{pmatrix} 1 & -\beta_1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ .  $\beta_1$  y  $\beta_2$  representan, por lo tanto, los efectos instantáneos de los capitales en cada caso.

La ecuación [IV] recoge el efecto retroalimentación del vector  $K_t$ , en ella los valores pasados de  $\mathbf{z}_t$  determinan  $(\nabla \ln K_{jY_t})$  y  $(\nabla \ln \bar{K}_{jY_t})$ . No obstante,  $\mathbf{v}_{K_0} = 0$ , puesto que se supone que no existe reacción instantánea del capital ante cambios en  $\mathbf{z}_t$ . La rigidez del capital, junto con la independencia de  $\alpha_{z_t}$  y  $\alpha_{K_t}^*$  se convierten en condiciones suficientes para poder identificar los todos los parámetros del modelo [III]-[IV].

Dadas las diferentes características de los dos grupos de variables, se ha dividido el MRC en dos partes [III] y [IV] para facilitar su comprensión. El modelo completo se expone a continuación.

### ■ 2.1.3. Representación VAR del comportamiento de las variables

El modelo [III]-[IV] se puede escribir en forma matricial como:

$$\begin{bmatrix} \pi_z(B) & -\pi_z(B)\nu_z(B) \\ -P_K\pi_z(B)\nu_K(B) & P_K\pi_K(B) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Z_t \\ K_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{z_t}^* \\ \alpha_{K_t}^* \end{bmatrix} \quad [V]$$

Con matriz de varianzas y covarianzas residual,  $\Sigma_{\Gamma} = \begin{bmatrix} \Sigma_z & 0 \\ 0 & \Sigma_K^* \end{bmatrix}$

El modelo [V] no está normalizado en sentido de Alavi (Alavi, 1981) puesto que  $\Pi(0) = \begin{bmatrix} I & -\nu_{z0} \\ 0 & P_K \end{bmatrix} \neq \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix}$ . No obstante, el modelo se normaliza pre-multiplicando por  $\Pi(0)^{-1} = \begin{bmatrix} I & \nu_{z0}P_K^{-1} \\ 0 & P_K^{-1} \end{bmatrix}$ .  $\begin{bmatrix} \pi_z(B) & -\pi_z(B)\nu_z(B) \\ -\pi_K(B)\nu_K(B) & \pi_K(B) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Z_t \\ K_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{z_t} + P_{K_t}^{-1}\nu_{z0}\alpha_{K_t}^* \\ P_K^{-1}\alpha_{K_t}^* \end{bmatrix}$  [VI]

El modelo [VI] puede expresarse en notación compacta  $\Pi^*\omega(B)\omega_t = \alpha^*\omega_t$  donde la matriz de covarianzas de  $\alpha^*\omega_t$  tiene la expresión:

$$\Sigma_{\omega_t}^* = \Pi(0)^{-1}\Sigma_{\Gamma}\Pi(0)^{-1\top} = \begin{bmatrix} \Sigma_z + \nu_{z0}P_K^{-1}\Lambda\nu'_{z0}P_K^{-1} & \nu_{z0}P_K^{-1}\Lambda P_K'^{-1} \\ \nu_{z0}P_K^{-1}\Lambda P_K'^{-1} & P_K^{-1}\Lambda P_K'^{-1} \end{bmatrix} \quad [VII]$$

El modelo normalizado [VI] parte de la descomposición de los modelos teóricos no normalizados [III] y [IV]. Es un modelo VAR normalizado que puede ser estimado a través de la metodología estándar de análisis multivariante de series temporales. A partir de la estimación de  $\Sigma_{\omega_t}^*$  se puede recuperar la estimación de la matriz  $\Pi(0)$  utilizando la expresión [VII], así como la estimación de  $\Sigma_z$ .

$$\Sigma_{\omega_t}^* = \begin{bmatrix} \hat{\Sigma}_{11} & \hat{\Sigma}_{12} \\ \hat{\Sigma}_{21} & \hat{\Sigma}_{22} \end{bmatrix} \text{ donde } \begin{cases} \hat{\Sigma}_{22} = P_K^{-1}\Lambda P_K'^{-1} \\ \hat{\Sigma}_{11} = \Sigma_z + \nu_{z0}P_K^{-1}\Lambda P_K'^{-1}\nu'_{z0} = \Sigma_z + \hat{\Sigma}_{22}\nu_{z0}\nu'_{z0} \cdot \Sigma_z = \hat{\Sigma}_{11} - \hat{\Sigma}_{22}\nu_{z0}\nu'_{z0} \\ \hat{\Sigma}_{12} = \hat{\Sigma}_{21} = \nu_{z0}P_K^{-1}\Lambda P_K'^{-1} = \nu_{z0}\hat{\Sigma}_{22} \cdot \nu_{z0} = \hat{\Sigma}_{22}^{-1}\hat{\Sigma}_{12} \end{cases}$$

Una vez estimada  $\Pi(0)$  y pre-multiplicando [VI] por  $\Pi(0)$ , se pueden obtener todos y cada uno de los parámetros de [V]<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Dado que los residuos del modelo ajustado a los datos serán idénticos a los del modelo teórico normalizado en sentido Alavi (Alavi, 1981), representado en [VI], para encontrar la equivalencia con los coeficientes del modelo teórico no normalizado basta con igualar los términos de las matrices de varianzas y covarianzas residuales de ambos modelos.

#### ■ 2.1.4. Funciones de respuesta a un impulso

Partiendo del modelo [V], el vector  $\mathbf{z}_t$  puede escribirse de la forma<sup>12</sup>:

$$\mathbf{z}_t = \Psi_K(B)\alpha_{K_t}^* + \Psi_Z(B)\alpha_{Z_t} \quad [\text{VIII}]$$

Donde:

$$\begin{aligned} \Psi_K(B) &= [(I - \mathbf{v}_Z(B)\mathbf{v}_K(B))^{-1}\mathbf{v}_Z(B)P_K^{-1}\pi_K(B)^{-1}] = \Phi_{K_0} + \Phi_{K_1}B + \Phi_{K_2}B^2 + \dots \\ \Psi_Z(B) &= [(I - \mathbf{v}_Z(B)\mathbf{v}_K(B))^{-1}\pi_Z(B)^{-1}] = I - \Phi_{Z_1}B + \Phi_{Z_2}B^2 + \dots \end{aligned} \quad [\text{IX}]$$

Los coeficientes asociados a los retardos del polinomio  $\Psi_K(B)$  en [IX] se interpretan

como la función de respuesta de  $\mathbf{z}_t$  a un impulso en  $\alpha_{K_t}^*$ : lo que significa  $\frac{\partial \mathbf{z}_t}{\partial \alpha_{K_t}^* + j} \forall j =$

$0, 1, 2, \dots$ . Esta función mide la respuesta dinámica del empleo y la producción ante un *shock* transitorio unitario en  $K_t$ . Por lo tanto, la estimación de esta función se convierte en la clave fundamental para analizar los efectos tanto a corto como a largo plazo del *stock* de capital en el empleo y en la producción. Además, el modelo permite analizar los efectos del capital específico y/o de su complementario en la producción y en el empleo. No obstante, si se quiere analizar los efectos del empleo o de la producción en cada tipo de *stock* de capital, se requiere la diagonalización correspondiente de la matriz  $\Sigma_Z$  con objeto de aislar dichas perturbaciones. Este análisis sería objeto de futuras investigaciones.

La estrategia de estimación seguida para la obtención de las funciones de respuesta a un impulso es la siguiente: En primer lugar se realiza el análisis univariante y de interacción de cada una de las series; seguidamente se realiza un estudio de la cointegración y se estima el modelo [VI]; en segundo lugar, utilizando la expresión [VII], se obtienen  $\mathbf{v}_{Z0}$  y  $P_K^{-1}$  de la matriz de varianzas y covarianzas  $\Sigma_{\omega_t}^*$  de dicho modelo; en tercer lugar, premultiplicando el modelo [VI] por  $\Pi(0) = \begin{bmatrix} I & -\mathbf{v}_{Z0} \\ 0 & P_K^{-1} \end{bmatrix}$  queda expresado el modelo [V] de cuya representación VAR (ver anexo I) se obtienen las funciones de respuesta al impulso [VIII].

<sup>12</sup> Para la obtención de los polinomios de la ecuación [IX] desde el modelo teórico no normalizado en sentido de Alavi (Alavi, 1981) [V] basta sustituir el valor de  $K_t$  previamente despejado en la segunda ecuación, en la primera y despejar  $\mathbf{z}_t$ .

$$\begin{aligned} \left. \begin{aligned} \mathbf{z}_t &= \mathbf{v}_Z(B)K_t + \alpha_{Z_t}\pi_Z(B)^{-1} \\ K_t &= P_K^{-1}\Pi_K(B)^{-1}\alpha_{K_t}^* + \mathbf{v}_K(B)\mathbf{z}_t \end{aligned} \right\} \\ \mathbf{z}_t &= \mathbf{v}_Z(B)P_K^{-1}\Pi_K(B)^{-1}\alpha_{K_t}^* + \mathbf{v}_Z(B)\mathbf{v}_K(B)\mathbf{z}_t + \alpha_{Z_t}\pi_Z(B)^{-1} \end{aligned}$$

### ■ 2.1.5. Anexo I. Representación VAR del modelo [V]

Supuesto una estimación del modelo [VI] de tipo VEC(2):  $\nabla Y_t = D + \lambda Y_{t-1} + \Gamma_1 \nabla Y_{t-1} + \Gamma_2 \nabla Y_{t-2} + \epsilon_t$ , multiplicando por  $\Pi(0)$ , toda vez obtenidos  $v_{20}$  y  $P_k^1$  de la matriz de varianzas y covarianzas  $\sum^* \omega_t \nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1}$  y desarrollando y  $\nabla K_t = K_t - K_{t-1}$  se obtiene su representación VAR [X].

$$Y_t = \Pi(0)D + \Pi(0)[I_k + \lambda + \Gamma_1]Y_{t-1} + \Pi(0)[\Gamma_2 - \Gamma_1]Y_{t-2} - \Pi(0)\Gamma_2 Y_{t-3} + \Pi(0)\epsilon_t \quad [X]$$



## CAPÍTULO 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PREVIOS: DATOS Y MODELOS UNIVARIANTES

En este apartado se presenta un resumen de los datos utilizados, de los análisis univariantes y de las relaciones de cointegración. Las tablas con los datos se muestran en el anexo de la página 70.

En el anexo de la página 82, se presenta un estudio detallado de los análisis univariantes (el orden de integración de las series, sus funciones de autocorrelación simples y parciales, los residuos de los modelos estimados con sus correspondientes funciones de autocorrelación simples y parciales, medias y desviaciones típicas de los residuos y de sus medias).

### ■ 3.1. LOS DATOS

Se considera una muestra de datos anuales del periodo comprendido entre 1977 y 2005 de las variables PIB ( $Y_t$ ), *stock* de capital ( $K_{jt}$ ) y empleo ( $L_t$ ) que se han obtenido de diversas fuentes (ver anexo de la página 74).

- El *Producto Interior Bruto* (PIB) ( $Y_t$ ), se ha obtenido del Banco Mundial<sup>13</sup>. Se expresa en millones de euros de 2000 y contempla la nueva metodología FISIM «*Financial Intermediation Services Indirectly Measured*» según las directrices de la Decisión de la Comisión 98/715/CE<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Disponibles en Internet en la página Web del Banco Mundial [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org).

<sup>14</sup> Desde junio y diciembre de 2005 muchos institutos nacionales de estadística «*National Statistical Institutes*» (NSI), han llevado a cabo revisiones de sus cuentas nacionales implementando el sistema FISIM «*Financial Intermediation Services Indirectly Measured*» introduciendo cambios en los sistemas de medida de volúmenes en cuentas anuales y cuatrimestrales. Los cambios aplicados en los distintos países difieren, tanto en el momento como en el periodo en el que se han aplicado, por lo que las comparaciones de las series de nivel no ofrecen fiabilidad. Los cambios en metodología de cuantificación de las series de nivel, sin embargo, no afectan a las tasas de crecimiento. La base de datos del departamento de Economía de la OCDE «*Analytical Data Base of the Economics Department of the OECD Secretariat*.» ha registrado estos cambios aplicando una nueva metodología de cálculo. Para los periodos anteriores en los que los NSI no proporcionan datos revisados, el PIB o GDP, magnitud flujo que refleja los bienes y servicios producidos en el país, se calcula de manera retrospectiva mediante la tasa de crecimiento. Los cambios en el PIB real se han basado en el método de la cadena agregada de Laspeyres impuesto a los organismos internacionales que publican estadísticas por la Decisión de la Comisión número 98/715/CE.

- Los datos de *empleo* ( $L_t$ ) se han obtenido del número de ocupados de la Encuesta de Población Activa en la Web del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2006)<sup>15</sup> como media de los trimestres del año, eliminando los datos de Ceuta y Melilla.
- Los datos de *stock de capital neto o capital riqueza* ( $K_{jst}$ ), publicados por la Fundación BBVA (Mas *et al.*, 2007), provienen de estimaciones realizadas por el IVIE, mediante el Método de Inventario Perpetuo (MIP), con datos extraídos de fuentes diferentes para cada tipo de activo (ver anexo de la página 74). Representa el valor de mercado de los activos que constituyen el *input* en la función de producción bajo el supuesto de que éste depende del valor productivo esperado del mismo durante su vida útil (rentabilidad a lo largo de varios periodos<sup>16</sup>)<sup>17</sup>, de la tasa de descuento y de su valor residual<sup>18</sup>.

El *stock* de capital según estas estimaciones se desglosa, en primer lugar, en cuatro grandes grupos de capital: Vivienda ( $K_{1t}$ ), otras construcciones ( $K_{2t}$ ), maquinaria ( $K_{4t}$ ) y transporte ( $K_{3t}$ ). La vivienda representaba el 45.37% del capital total en 2005, otras construcciones el 40.767%, la maquinaria el 10.7% y el transporte el 3.17% (tabla 7 y tabla 8).

En segundo lugar, se usa el siguiente nivel de desagregación de estas estimaciones, conforme a la clasificación realizada por el IVIE, que se detalla junto a las vidas medias de cada tipo de capital en el anexo de la página 81. En la notación ( $K_{jst}$ ), ( $j$ ) representa el primer nivel de desglose y ( $s$ ) el segundo nivel, por lo que las infraestructuras viarias se representarán por ( $K_{21t}$ ).

Para evitar sesgos en la estimación de los coeficientes del modelo VAR, por la omisión de efectos que pudiera tener el capital que no se englobe bajo la tipología del capital a estudiar, se añade el capital complementario a éste como variable adicional, representada por ( $\bar{K}_{jst}$ ).

Por lo tanto, para analizar los efectos de cada tipo de capital se utilizan cuatro series de datos: el PIB ( $Y_t$ ), el *stock* de capital a estudiar agregado ( $K_{jt}$ ) o sub-agregado ( $K_{jst}$ ), el capital complementario al capital aislado ( $\bar{K}_{jst}$ ), y empleo ( $L_t$ ).

<sup>15</sup> Disponible en su página Web [www.ine.es](http://www.ine.es)

<sup>16</sup> La rentabilidad esperada de un activo, en periodos futuros, se calcula descontando la tasa de depreciación del mismo. Muchas veces esta tasa de depreciación se suele tomar como el tipo de interés de los bonos a largo plazo tal y como expone la OCDE (2001) «*The rentals expected in future periods are discounted using a discount rate, which is often taken as the interest rate on long-term bonds.*» pág. 16.

<sup>17</sup> La OCDE (2001) identifica la rentabilidad obtenida de un activo con la cantidad de servicios prestados por el mismo. Así, la rentabilidad que proporciona un almacén es el producto de los metros cúbicos de espacio disponible por el precio unitario del alquiler del metro cúbico. Pág. 16.

<sup>18</sup> Un activo nunca llega a tener un valor nulo al final de su vida útil, siempre tiene un valor residual. Este valor es siempre positivo y se compone del valor de los residuos que puedan ser recuperados menos el coste de generación de dicho valor. No obstante, la OCDE (2001) no contempla el valor residual del activo, ya que supone una cantidad nimia comparado con los valores descontados de las rentabilidades.



Tabla 2 (continuación)

### ANÁLISIS UNIVARIANTE: TEST ADF, PROCESOS UNIVARIANTES Y VALORES ANÓMALOS

ADF	RETARDOS*					MODELOS UNIVARIANTES**							ANÓMALOS					
	0	1	2	3	4	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	Q(5)	P-VALOR	$\bar{\mu}_{\epsilon_t}$	$\bar{\sigma}_{\bar{\mu}_{\epsilon_t}}$	AÑO	$\xi_t^{\text{AÑO}}$	AÑO	VALOR	
$\nabla \ln K_{23t}$	0.42	0.03	0.38	0.37	0.01													
$\nabla^2 \ln K_{23t}$	-4.35	-3.47	-2.61	-1.81	-2.69	$\nabla^2 \ln K_{23t}$				0.97%	3.99	55.10%	0.00%	0.18%				
$\nabla \ln \bar{K}_{23t}$	-0.30	0.18	0.06	0.38	0.39		0.88	-0.33										
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{23t}$	-2.67	-2.81	-2.77	-2.85	-3.15	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{23t}$	(0.20)	(0.19)		0.32%	5.41	14.40%	0.02%	0.05%				
$\nabla \ln K_{24t}$	-0.23	0.01	0.29	1.37	1.78													
$\nabla^2 \ln K_{24t}$	-5.59	-3.70	-4.28	-3.27	-2.84	$\nabla^2 \ln K_{24t}$				2.41%	2.20	82.10%	0.00%	0.46%				
$\nabla \ln \bar{K}_{24t}$	-0.26	0.16	0.09	0.40	0.41		0.92	-0.36										
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t}$	-2.55	-2.86	-2.78	-2.91	-3.06	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t}$	(0.20)	(0.19)		0.32%	5.18	15.90%	0.02%	0.04%				
$\nabla \ln K_{25t}$	-0.30	0.12	0.02	0.16	0.23													
$\nabla^2 \ln K_{25t}$	-6.39	-3.72	-3.11	-2.40	-1.51	$\nabla^2 \ln K_{25t}$				0.64%	2.47	78.10%	0.00%	0.12%				
$\nabla \ln \bar{K}_{25t}$	-0.23	0.17	0.11	0.41	0.43		0.92	-0.36										
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t}$	-2.56	-2.87	-2.76	-2.87	-3.07	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t}$	(0.20)	(0.19)		0.33%	5.16	16.00%	0.02%	0.04%				
$\nabla \ln K_{26t}$	-0.97	-0.79	-0.54	-0.45	-1.08			-0.44										
$\nabla^2 \ln K_{26t}$	-5.11	-5.48	-5.01	-3.65	-2.89	$\nabla^2 \ln K_{26t}$		(0.17)		2.68%	3.95	41.30%	-0.01%	0.47%	1986	0.08		[0.08]
$\nabla \ln \bar{K}_{26t}$	-0.23	0.18	0.12	0.43	0.48		0.91	-0.35										
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t}$	-2.53	-2.81	-2.79	-2.88	-2.96	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t}$	(0.20)	(0.19)		4.27	23.40%	0.02%	0.04%					
$\nabla \ln K_{27t}$	-1.55	-0.88	-0.69	-0.33	-0.24		0.52											
$\nabla^2 \ln K_{27t}$	-2.80	-2.63	-2.68	-2.89	-2.69	$\nabla^2 \ln K_{27t}$	(0.17)			0.46%	0.43	98.00%	-0.03%	0.08%				
$\nabla \ln \bar{K}_{27t}$	0.14	0.24	0.19	0.47	0.69		0.75	-0.31										
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{27t}$	-2.59	-2.47	-3.04	-2.64	-2.88	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{27t}$	(0.16)	(0.15)		0.36%	4.20	24.10%	0.04%	0.05%				
$\nabla \ln K_{3t}$	-1.10	-1.52	-1.15	-0.96	-0.69		0.39											
$\nabla^2 \ln K_{3t}$	-3.36	-3.44	-3.05	-3.43	-3.10	$\nabla^2 \ln K_{3t}$	(0.18)			2.20%	5.32	25.60%	0.06%	0.39%				
$\nabla \ln \bar{K}_{3t}$	-0.19	0.29	0.16	0.55	0.54		0.97	-0.37										
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t}$	-2.48	-2.75	-2.65	-2.82	-2.82	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t}$	(0.20)	(0.18)		0.29%	5.31	15.10%	0.02%	0.04%				
$\nabla \ln K_{31t}$	-1.03	-1.58	-1.19	-1.10	-0.64		0.36											
$\nabla^2 \ln K_{31t}$	-3.46	-3.48	-2.99	-3.05	-2.35	$\nabla^2 \ln K_{31t}$	(0.18)			2.96%	3.22	52.10%	0.16%	0.53%				
$\nabla \ln \bar{K}_{31t}$	-0.25	0.22	0.11	0.44	0.43		0.97	-0.39										
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{31t}$	-2.48	-2.83	-2.66	-2.73	-3.02	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{31t}$	(0.19)	(0.18)		0.30%	3.98	26.40%	0.02%	0.04%				
$\nabla \ln K_{32t}$	-1.97	-1.95	-1.65	-2.05	-2.41			-0.35										
$\nabla^2 \ln K_{32t}$	-4.11	-4.70	-2.70	-2.92	-3.05	$\nabla^2 \ln K_{32t}$		(0.19)		2.59%	12.65	1.30%	-0.26%	0.47%	1983	-0.06	1984	-0.07
$\nabla \ln \bar{K}_{32t}$	-0.17	0.23	0.16	0.51	0.53		0.90	-0.33										
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t}$	-2.58	-2.78	-2.74	-2.95	-2.90	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t}$	(0.20)	(0.19)		0.31%	6.18	10.30%	0.02%	0.04%				

Tabla 2 (continuación)

## ANÁLISIS UNIVARIANTE: TEST ADF, PROCESOS UNIVARIANTES Y VALORES ANÓMALOS

ADF	RETARDOS*					MODELOS UNIVARIANTES**							ANÓMALOS					
	0	1	2	3	4	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	Q(5)	P-VALOR	$\bar{\mu}_{\epsilon_t}$	$\bar{\sigma}_{\epsilon_t}$	AÑO	$\xi_t^{\text{AÑO}}$	AÑO	VALOR	
$\nabla \ln K_{4t}$	-0.23	-0.81	-0.69	0.02	0.76	0.72	-0.37											-0.03
$\nabla^2 \ln K_{4t}$	-2.52	-2.41	-3.37	-3.97	-4.04	$\nabla^2 \ln K_{4t}$ (0.16)	(0.16)		1.25%	8.54	3.60%	0.14%	0.18%	1993	[0.04]			
$\nabla \ln \bar{K}_{4t}$	-0.45	0.15	0.04	0.32	0.19	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t}$ (0.20)	(0.18)		0.26%	2.82	42.10%	0.01%	0.04%					
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t}$	-2.69	-2.96	-2.61	-2.35	-3.09													
$\nabla \ln K_{41t}$	-2.01	-1.79	-1.76	-1.74	-1.64	$\nabla^2 \ln K_{41t}$ (0.20)	(0.19)		5.24%	0.79	97.80%	0.00%	0.99%	1996	[0.16]			0.21
$\nabla^2 \ln K_{41t}$	-5.70	-3.73	-2.89	-2.55	-2.14													
$\nabla \ln \bar{K}_{41t}$	-0.23	0.17	0.11	0.41	0.43	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{41t}$ (0.20)	(0.19)		0.33%	4.80	18.70%	0.02%	0.04%					
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{41t}$	-2.57	-2.83	-2.77	-2.87	-3.05													
$\nabla \ln K_{42t}$	-0.32	-0.92	-0.80	-0.08	0.70	$\nabla^2 \ln K_{42t}$ (0.16)	(0.16)	-0.36	1.26%	8.67	3.40%	0.14%	0.18%	1993	[0.04]			-0.03
$\nabla^2 \ln K_{42t}$	-2.55	-2.42	-3.31	-4.06	-4.19													
$\nabla \ln \bar{K}_{42t}$	-0.40	0.19	0.07	0.37	0.23	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t}$ (0.20)	(0.18)		0.27%	3.29	35.00%	0.01%	0.04%					
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t}$	-2.67	-2.97	-2.58	-2.36	-3.03													
$\nabla \ln K_{43t}$	-0.03	-0.17	-0.12	0.02	0.37	$\nabla^2 \ln K_{43t}$ (0.19)	(0.19)	0.34	1.87%	4.25	37.30%	0.19%	0.34%					
$\nabla^2 \ln K_{43t}$	-3.46	-3.50	-2.31	-2.81	-1.95													
$\nabla \ln \bar{K}_{43t}$	-0.26	0.16	0.09	0.40	0.40	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{43t}$ (0.20)	(0.19)	-0.35	0.32%	5.15	16.10%	0.02%	0.04%					
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{43t}$	-2.58	-2.86	-2.76	-2.87	-3.11													

Nota\*:  $\rho=1$  en el modelo  $\nabla^2 z_t = \mu + \rho \nabla z_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \nabla^2 z_{t-i} + \mu_t$ . El valor crítico al 95% es -1.96 con  $\mu = 0$  (MacKinnon).

Nota\*\*: La especificación de los modelos univariantes para la serie estacionaria ( $\nabla^2 \ln X_t$ ) estimados a un nivel de confianza del 90% son ARIMA(j,2,0)  $(1 - \sum_{i=1}^p \Phi_i) [\nabla^2 \ln X_t - \mu] = \alpha_t$ . Las desviaciones típicas se presentan entre paréntesis.  $(\alpha_t)$  es la desviación típica residual,  $\bar{\mu}_{\epsilon_t}$  es la media residual y  $\bar{\sigma}_{\epsilon_t}$  la desviación típica de la media residual, Q(5) es el estadístico Ljung-Box para (5) retardos y la columna p-valor es su valor p asociado.

Nota\*\*\*: Los valores anómalos encontrados  $\xi_t^{\text{AÑO}}$  son impulsos compensados en segundas diferencias por lo que en los niveles de las series tienen forma de escalón:

$$\xi_t^{\text{AÑO}} = \begin{cases} 1 & \text{si } t < \text{año} \\ 0 & \text{si } t > \text{año} \end{cases} \text{ Las cifras en corchetes representan el valor crítico de intervención (tres veces las desviaciones típicas de los residuos).}$$

Del análisis gráfico de las series y de las funciones de autocorrelación simple y parcial de cada una de ellas, que se muestran en el anexo de la página 82, se concluye que todas ellas son estacionarias en segundas diferencias. Se contrasta la estacionariedad aplicando el test ADF con diferente número de retardos. Los resultados del test ADF se muestran en la tabla 2, de la segunda a la sexta columna.

Las funciones de correlación simple y parcial de cada una de las series indican que siguen procesos autoregresivos, cuyos coeficientes estimados, y desviaciones típicas correspondientes a dichos parámetros, se muestran en las columnas 8 a 10 de la tabla 2.

La etapa de diagnóstico de los residuos de las estimaciones realizadas (ver anexo de la página 82), concluye que dichos residuos son ruido blanco, por lo que los procesos estimados son adecuados. Los valores que se muestran en las columnas 11-15 de la tabla 2 corresponden a la desviación típica residual, el estadístico Ljung-Box para 5 retardos y su p-valor, la media residual y la desviación típica de la media residual.

La decimosexta columna y siguientes recogen los valores anómalos que presentan las series, no obstante, un análisis de intervención concluye que apenas influyen en las estimaciones estocásticas de las series estudiadas.

### ■ 3.3. ANEXO II. DATOS

Tabla 3

#### DATOS DE PIB, EMPLEO Y DESGLOSE DE CAPITAL DE PRIMER NIVEL

AÑO	PIB	EMPLEO	CAPITAL TOTAL	1. CAPITAL VIVIENDA	2. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES	3. CAPITAL TRANSPORTE	4. CAPITAL MAQUINARIA
1977	345224904.70	12594.38	1088822267	630209348	323002686	29098448	106511785
1978	350275502.08	12398.28	1136945841	653427037	342690583	30388371	110439850
1979	350421090.30	12227.50	1180460634	674324282	361828266	31151050	113157036
1980	358160891.90	11894.90	1222594208	694412776	380751543	31712183	115717706
1981	357686509.57	11588.38	1262288977	714280016	398352546	32261625	117394790
1982	362144890.88	11481.38	1301460454	733398173	416184046	33705945	118172290
1983	368555294.72	11421.70	1338247528	751074126	434204802	34381488	118587112
1984	375132815.36	11118.90	1370253267	767316317	450983935	33332377	118620638
1985	383841304.58	11004.05	1404863421	783441490	468684325	32869684	119867922
1986	396328894.46	11208.80	1444999566	800036235	489332048	33015220	122616063
1987	418313699.33	11749.08	1492914843	817737561	512710443	34471402	127995437
1988	439624007.68	12178.80	1550232290	838018351	539550586	36959010	135704343
1989	460844793.86	12602.55	1617434219	858814643	573329244	40167257	145123075
1990	478271111.17	12922.25	1689823644	881100978	611602343	43102913	154017410
1991	490447896.58	13025.98	1761930594	901934478	652860901	45691416	161443799
1992	495005204.48	12788.80	1827833648	921293103	691427593	47540363	167572589
1993	489899294.72	12259.28	1882300510	939355043	726221825	47823508	168900134
1994	501574598.66	12174.13	1937081749	956988412	761310540	48609811	170172986
1995	515405414.40	12478.00	1998114494	976110335	798526750	50092772	173384637
1996	527829401.60	12835.03	2060344847	998744557	830522998	51574393	179502899
1997	548234002.43	13307.28	2126970493	1021743374	862873974	54630533	187722612
1998	572809478.14	13864.85	2205363875	1048160664	897155854	59211601	200835756
1999	600008228.86	14648.88	2295656762	1078681111	934714198	65434865	216826588
2000	630262988.80	15461.83	2393286747	1113290418	972821323	72429618	234745388
2001	652600999.94	16100.20	2494650236	1150474529	1014069313	78735169	251371225

Tabla 3 (continuación)

## DATOS DE PIB, EMPLEO Y DESGLOSE DE CAPITAL DE PRIMER NIVEL

AÑO	PIB	EMPLEO	CAPITAL TOTAL	1. CAPITAL VIVIENDA	2. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES	3. CAPITAL TRANSPORTE	4. CAPITAL MAQUINARIA
2002	670092886.02	16584.08	2597450307	1190853874	1057554523	83221202	265820708
2003	690183995.39	17248.50	2705711149	1236065097	1102126934	86914360	280604758
2004	711542571.01	17923.15	2818378849	1284182883	1148566343	89888860	295740763
2005	735924322.30	18925.18	2943208569	1335206417	1199870624	93302813	314828715
2006	766848510.33	20094.07					

El empleo se expresa en miles de empleos, y el PIB y los capitales en miles de euros de 2000.

Tabla 4

## CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES (DESGLOSADO A NIVEL II)

AÑO	2. CAPITAL CONSTRUCCIONES	2.1. INFRA-ESTRUCTURAS VIARIAS	2.2. INFRA-ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PÚBLICAS	2.3. INFRA-ESTRUCTURAS FERROVIARIAS	2.4. INFRA-ESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS	2.5. INFRA-ESTRUCTURAS PORTUARIAS	2.6. INFRA-ESTRUCTURAS URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES	2.7. CONSTRUCCIONES N. C. O. P.
1977	323002685.62	36368128.96	27127544.76	17984834.47	3013483.93	6135721.13	4656081.78	227716890.58
1978	342690582.97	37968062.88	27919333.74	18177947.77	3087523.06	6331904.94	4949993.93	244255816.65
1979	361828266.34	38863181.78	28379735.02	18653281.64	3097087.49	6471191.87	5091285.70	261272502.85
1980	380751542.59	39714424.66	28994879.71	18903434.47	3150928.43	6649900.70	5319823.77	278018150.86
1981	398352545.62	40734804.65	29730096.52	19051061.09	3245449.36	6812909.87	5706069.03	293072155.10
1982	416184046.44	42578660.77	30792818.11	19313086.90	3401305.46	6962461.29	6512952.40	306622761.50
1983	434204801.64	44451816.75	32364271.78	19921279.27	3448672.09	7152909.73	7086920.10	319778931.93
1984	450983934.67	45860902.11	32972559.80	20353014.79	3610827.80	7317259.75	7364647.05	333504723.38
1985	468684325.17	47465315.33	33551191.69	20700221.40	3690720.79	7530336.49	7694648.67	348051890.80
1986	489332048.35	49323535.04	34413462.35	21067972.88	3790908.83	7759446.21	8680554.86	364296168.18
1987	512710442.53	51680185.12	35332220.10	21729192.60	3900709.88	7942846.95	9694242.30	382431045.58
1988	539550586.13	54952627.96	36266738.33	22501568.47	4014143.42	8174941.37	10782144.25	402858422.33
1989	573329243.79	59351118.39	37580928.39	23311871.65	4215481.38	8465756.90	12216674.14	428187412.95
1990	611602342.80	65521396.29	39225708.60	24544740.34	4518774.07	8913395.91	13607736.40	455270591.20
1991	652860901.20	72184642.61	40942461.68	25928296.66	4770923.43	9270627.15	14903895.81	484860053.85
1992	691427592.93	78335965.65	42092640.05	26977901.89	4910867.63	9685444.52	16170281.25	513254491.94
1993	726221824.57	84256686.31	43612890.43	27926951.25	5007714.96	10126012.25	17474811.68	537816757.69
1994	761310540.36	90009524.67	45099201.92	28636288.90	5272905.80	10574568.31	18578548.74	563139502.03
1995	798526749.89	95571482.17	46705816.06	29156419.86	5729350.08	10961376.47	19717213.70	590685091.56
1996	830522997.62	99597602.15	48183418.35	29854690.77	6068834.78	11246748.79	20652918.20	614918784.58

Tabla 4 (continuación)

## CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES (DESGLOSADO A NIVEL II)

AÑO	2. CAPITAL CONSTRUCCIONES	2.1. INFRA- ESTRUCTURAS VIARIAS	2.2 INFRA- ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PÚBLICAS	2.3. INFRA- ESTRUCTURAS FERROVIARIAS	2.4. INFRA- ESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS	2.5. INFRA- ESTRUCTURAS PORTUARIAS	2.6 INFRA- ESTRUCTURAS URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES	2.7. CONSTRUC- CIONES A. C. O. P.
1997	862873973.95	104397980.30	49137202.83	30703041.40	6502576.27	11582527.19	21724278.94	638826367.02
1998	897155854.41	109500247.27	50526413.84	31915035.53	6928531.68	11916343.98	23073733.00	663295549.11
1999	934714198.43	114131968.75	51641891.99	33218471.78	7313865.34	12257618.60	24806633.55	691343748.43
2000	972821323.24	118507793.47	52626718.29	35158880.66	7702000.36	12588174.54	26062478.32	720175277.60
2001	1014069313.47	123193698.02	53476186.55	37744155.49	8474044.56	13010999.80	27436543.21	750733685.84
2002	1057554522.57	128517223.89	54467974.87	40901052.36	9554921.31	13520105.36	28822964.30	781770280.49
2003	1102126933.66	134248452.17	55690636.79	43934492.67	11288715.34	14102090.05	30313397.90	812549148.74
2004	1148566342.84	139180269.64	56777449.79	47122718.57	12749345.42	14646997.38	31772569.93	846316992.12
2005	1199870624.00	144202404.51	57897663.78	50373443.41	14235182.27	15204542.32	33252351.07	884705036.65

Expresados en miles de euros de 2000.

Tabla 5

## CAPITAL TRANSPORTE (DESGLOSADO A NIVEL II)

AÑO	3. EQUIPO DE TRANSPORTE	3.1. VEHÍCULO DE MOTOR	3.2 OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE
1977	29098447.60	18741803.12	10356644.48
1978	30388370.91	18964569.45	11423801.46
1979	31151050.02	18773075.27	12377974.75
1980	31712182.61	18406333.61	13305849.00
1981	32261624.93	17700272.01	14561352.93
1982	33705944.99	17465810.50	16240134.48
1983	34381487.64	17424495.90	16956991.73
1984	33332377.05	16799337.20	16533039.85
1985	32869684.39	16085506.49	16784177.89
1986	33015219.61	15915193.18	17100026.43
1987	34471401.89	16942851.34	17528550.55
1988	36959009.97	18675679.39	18283330.58
1989	40167256.55	20800696.43	19366560.12
1990	43102912.75	22124311.57	20978601.17
1991	45691416.29	23091639.68	22599776.61
1992	47540363.41	24179334.79	23361028.62
1993	47823508.30	24205674.91	23617833.38

Tabla 5 (continuación)

## CAPITAL TRANSPORTE (DESGLOSADO A NIVEL II)

AÑO	3. EQUIPO DE TRANSPORTE	3.1. VEHÍCULO DE MOTOR	3.2 OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE
1994	48609811.42	24740986.05	23868825.37
1995	50092772.33	26372383.30	23720389.03
1996	51574393.28	27920277.60	23654115.68
1997	54630533.28	30474186.88	24156346.41
1998	59211600.86	34217673.02	24993927.84
1999	65434865.21	39398532.29	26036332.92
2000	72429617.58	44991912.02	27437705.55
2001	78735168.79	49986844.67	28748324.12
2002	83221202.05	53473340.47	29747861.58
2003	86914360.44	56278925.83	30635434.61
2004	8988859.68	58468627.82	31420231.86
2005	93302813.41	60923874.51	32378938.90

Expresados en miles de euros de 2000.

Tabla 6

## CAPITAL MAQUINARIA (DESGLOSADO A NIVEL II)

AÑO	4. MAQUINARIA, MATERIA DE EQUIPOS Y OTROS PRODUCTOS	4.1. PRODUCTOS DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA	4.2. PRODUCTOS METÁLICOS Y MAQUINARIA	4.3. OTROS PRODUCTOS
1977	106511785.42	927090.59	103205274.59	2379420.25
1978	110439850.45	1067079.38	106805342.25	2567428.81
1979	113157036.40	1203035.25	109222932.19	2731068.96
1980	115717706.15	1348443.77	111432971.48	2936290.90
1981	117394790.32	1497529.14	112763768.59	3133492.59
1982	118172290.09	1649123.84	113246356.24	3276810.01
1983	118587111.66	1802957.22	113309468.69	3474685.75
1984	118620638.30	1882459.96	113026428.98	3711749.37
1985	119867922.48	1935207.87	113878132.81	4054581.80
1986	122616062.95	2188496.97	115892254.73	4535311.25
1987	127995437.10	2373129.41	120565044.85	5057262.84
1988	135704342.94	2557290.23	127493787.00	5653265.71
1989	145123075.12	2574740.57	136038150.51	6510184.04
1990	154017409.78	2429078.16	144239561.39	7348770.23
1991	161443798.68	2283080.55	151169427.75	7991290.39
1992	167572589.36	2133043.63	156901711.21	8537834.52

Tabla 6 (continuación)

## CAPITAL MAQUINARIA (DESGLOSADO A NIVEL II)

AÑO	4. MAQUINARIA, MATERIA DE EQUIPOS Y OTROS PRODUCTOS	4.1. PRODUCTOS DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA	4.2. PRODUCTOS METÁLICOS Y MAQUINARIA	4.3. OTROS PRODUCTOS
1993	168900134.24	1993047.84	157960112.80	8946973.60
1994	170172985.80	1899887.28	158918264.09	9354834.43
1995	173384637.44	1823598.14	161732490.03	9828549.26
1996	179502899.35	2155025.10	166993184.24	10354690.01
1997	187722611.78	2387660.03	174431154.35	10903797.41
1998	200835756.13	2588335.04	186502783.73	11744637.36
1999	216826588.15	2826368.07	200956142.89	13044077.19
2000	234745387.95	3098937.40	217049235.36	14597215.20
2001	251371224.76	3349588.50	232095748.70	15925887.56
2002	265820707.96	3585726.69	245213324.91	17021656.35
2003	280604757.59	3803840.75	258228102.74	18572814.10
2004	295740763.08	4001678.74	271253508.97	20485575.38
2005	314828715.40	4226887.24	287507945.47	23093882.69

Expresados en miles de euros de 2000.

### ■ 3.4. ANEXO III. DATOS DE CAPITAL, PESOS DE LOS SUB AGREGADOS Y FUENTES

La vivienda representaba el 45.37% del capital total en 2005, no obstante su peso ha decrecido de manera constante desde 1977 a un ritmo del 0.01% anual. La mayor pérdida en representatividad del capital vivienda se produce entre 1982 y 1996, sin embargo, como se apunta más adelante, es el periodo en el que más se incrementa el peso del agregado otras construcciones y menos la maquinaria y el transporte (ver tabla 7 y tabla 8).

Tabla 7

## PESOS DE LOS CAPITALES EN EL PIB Y EN CAPITAL TOTAL (CAPITALES AGREGADOS)

	1977-1981	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1997-2001	2002-2005
Capital Total /PIB (%)	334.22	363.67	354.61	383.54	383.51	393.92
Viviendas (miles de euros de 2000)	673330691.87	767053268.14	859521201.97	958498290.14	1082470019.12	1261577067.93
Viviendas (% Capital Total)	57.17	55.92	53.05	49.41	47.04	45.62

Tabla 7 (continuación)

### PESOS DE LOS CAPITALES EN EL PIB Y EN CAPITAL TOTAL (CAPITALES AGREGADOS)

	1977-1981	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1997-2001	2002-2005
Otras construcciones (miles de euros de 2000)	361325124.63	451877831.25	578010703.29	761601941.07	936326932.70	1127029605.77
Otras construcciones (% Capital Total)	30.63	32.91	35.57	39.20	40.65	40.74
Maquinaria (miles de euros de 2000)	112644233.75	119572805.10	144856812.72	171906649.23	218300313.75	289248736.01
Maquinaria (% Capital Total)	9.57	8.72	8.92	8.86	9.45	10.45
Transporte (miles de euros de 2000)	30922335.21	33460942.73	40078399.49	49128169.75	66088357.14	88331808.90
Transporte (% Capital Total)	2.63	2.44	2.46	2.53	2.86	3.19

Para la obtención de datos del agregado vivienda el IVE ha utilizado series de construcción de viviendas (protegidas y libres) de la Dirección General de Arquitectura y Vivienda y de los sucesivos censos de la vivienda realizados con carácter decenal por el INE. También se ha utilizado, para los últimos años, la información proporcionada por el Ministerio de Fomento sobre valor de la ejecución material de obras en obras en edificación.

Tabla 8

### INCREMENTOS MEDIOS (INTERANUALES Y TOTALES) DE LOS CAPITALES AGREGADOS

	INCREMENTO MEDIO ANUAL	INCREMENTO TOTAL 1977-2005	2005
Capital Total /PIB (%)	0.01	0.27	399.93
Viviendas (miles de euros de 2000)	0.04	1.12	1335206417.40
Viviendas (% Capital Total)	-0.01	-0.22	45.37
Otras construcciones (miles de euros de 2000)	0.09	2.71	1199870624.00
Otras construcciones (% Capital Total)	0.01	0.37	40.77
Maquinaria (miles de euros de 2000)	0.07	1.96	314828715.40
Maquinaria (% Capital Total)	0.00	0.09	10.70
Transporte (miles de euros de 2000)	0.08	2.21	93302813.41
Transporte (% Capital Total)	0.01	0.19	3.17

El grupo otras construcciones, es el segundo capital que más volumen representaba del capital total en 2005, el 40.77%. Desde 1977 a 2005 ha incrementado su peso a un

ritmo del 0.01 por ciento anual. Sin embargo, cuando más ha aumentado su representatividad ha sido de 1982/96, pasando del 32.91% del capital al 39.2% (ver tabla 7 y tabla 8).

Tabla 9

### PESOS DE LOS CAPITALES EN EL PIB Y EN EL CAPITAL TOTAL (DESGLOSE DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES)

	1977-1981	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1997-2001	2002-2005
Capital Total /PIB (%)	334.22	363.67	354.61	383.54	383.51	393.92
Viarias (miles de euros de 2000)	38729720.59	45936046.00	60737994.07	89554252.19	113946337.56	136537087.55
(% Capital Total)	3.29	3.35	3.73	4.61	4.95	4.94
Hidráulicas públicas (miles de euros de 2000)	28430317.95	32818860.75	37869611.42	45138793.36	51481682.70	56208431.31
(% Capital Total)	2.42	2.39	2.33	2.32	2.24	2.03
Ferrovias (miles de euros de 2000)	18554111.89	20271115.05	23603133.95	28510450.53	33747916.97	45582926.75
(% Capital Total)	1.58	1.48	1.45	1.47	1.46	1.65
Aeroportuarias (miles de euros de 2000)	3118894.45	3588486.99	4284006.43	5397934.65	7384203.64	11957041.08
(% Capital Total)	0.27	0.26	0.26	0.28	0.32	0.43
Portuarias (miles de euros de 2000)	6480325.70	7344482.69	8553513.66	10518830.07	12271132.82	14368433.78
(% Capital Total)	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52
Urbanas de CL (miles de euros de 2000)	5144650.84	7467944.61	12240938.58	18518754.71	24620733.40	31040320.80
(% Capital Total)	0.44	0.54	0.75	0.95	1.07	1.12
Otras (miles de euros de 2000)	260867103.21	334450895.16	430721505.18	563962925.56	692874925.60	831335364.50
(% Capital Total)	22.10	24.36	26.51	29.03	30.08	30.05

Tabla 10

### INCREMENTOS MEDIOS (INTERANUALES Y TOTALES) (DESGLOSE DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES)

	INCREMENTO MEDIO ANUAL	INCREMENTO TOTAL 1977-2005	2005
Capital Total /PIB (%)	0.01	0.27	399.93
Viarias (miles de euros de 2000)	0.10	2.97	144202404.51
(% Capital Total)	0.02	0.47	4.90

Tabla 10 (continuación)

**INCREMENTOS MEDIOS (INTERANUALES Y TOTALES)  
(DESGLOSE DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES)**

	INCREMENTO MEDIO ANUAL	INCREMENTO TOTAL 1977-2005	2005
Hidráulicas públicas (miles de euros de 2000)	0.04	1.13	57897663.78
(% Capital Total)	-0.01	-0.21	1.97
Ferrovias (miles de euros de 2000)	0.06	1.80	50373443.41
(% Capital Total)	0.00	0.04	1.71
Aeroportuarias (miles de euros de 2000)	0.13	3.72	14235182.27
(% Capital Total)	0.03	0.75	0.48
Portuarias (miles de euros de 2000)	0.05	1.48	15204542.32
(% Capital Total)	0.00	-0.08	0.52
Urbanas de Corporaciones Locales (miles de euros de 2000)	0.21	6.14	33252351.07
(% Capital Total)	0.06	1.64	1.13
Otras (miles de euros de 2000)	0.10	2.89	884705036.65
(% Capital Total)	0.02	0.44	30.06

Para la obtención de datos de infraestructuras viarias, hidráulicas públicas, ferroviarias, aeroportuarias, portuarias y urbanas de Corporaciones Locales, las inversiones en infraestructuras de carácter público, por parte del IVIE, se obtienen de las liquidaciones de los presupuestos correspondientes, tanto de las administraciones públicas de ámbito nacional como de ámbito territorial. Dichas liquidaciones son complementadas con otras fuentes estadísticas, entre las que destacan el Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento, Cuentas de las Administraciones Públicas y las Cuentas Regionales (Intervención General de la Administración de Estado), Liquidación de presupuestos de las Corporaciones Locales de la Dirección General de Fondos Comunitarios y Financiación Territorial, Liquidación de presupuestos de las comunidades y ciudades autónomas de la Dirección General de Fondos Comunitarios y Financiación Territorial, y anuarios de entidades portuarias o aeroportuarias.

Dentro del grupo otras construcciones los activos bajo el epígrafe otras construcciones n.c.o.p. representan el 30.05% del capital total en 2005. Es el subgrupo más representativo por lo que merece especial atención. En el periodo 1977/81 tenía un peso en el *stock* de capital del 22.10% (ver tabla 9 y tabla 10), por lo que en media ha incrementado su representatividad al 0.02% anual.

Para el *stock* de capital bajo el epígrafe otras construcciones n. c. o. p., se han obtenido datos de las publicaciones Edificación y Vivienda y Construcción de Edificios del Ministerio de Fomento que permiten obtener series de presupuesto de ejecución material de edificios no residenciales (nueva planta, rehabilitación y demolición) que comprenden: explotaciones

agrarias, ganaderas o pesca, industrias, transportes y comunicaciones, almacenes, servicios burocráticos, servicios comerciales, servicios sanitarios, servicios culturales y recreativos, servicios educativos, iglesias y otros edificios religiosos y otros edificios no residenciales.

En 2005, el peso de los transportes en el capital total era del 3.17%. En el periodo 1977/81 representaba, en media, el 2.63% de *stock* de capital total, por lo que a pesar de haberse incrementado a una media del 0.01 por ciento anual, durante el periodo 1982/96 el aumento de su peso ha sido inferior a otros periodos (ver tabla 11 y tabla 12).

Tabla 11

### PESOS DE LOS CAPITALES EN EL PIB Y EN EL CAPITAL TOTAL (DESGLOSE DEL CAPITAL TRANSPORTE)

	1977-1981	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1997-2001	2002-2005
Capital Total /PIB (%)	334.22	363.67	354.61	383.54	383.51	393.92
Vehículos motor (miles de euros de 2000)	18517210.69	16738068.66	20327035.68	25483731.33	39813829.77	57286192.16
(% Capital Total)	1.58	1.22	1.25	1.31	1.72	2.07
Otro material transporte (miles de euros de 2000)	12405124.52	16722874.08	19751363.81	23644438.41	26274527.37	31045616.74
(% Capital Total)	1.05	1.22	1.22	1.22	1.14	1.12

Tabla 12

### INCREMENTOS MEDIOS (INTERANUALES Y TOTALES) (DESGLOSE DEL CAPITAL TRANSPORTE)

	INCREMENTO MEDIO ANUAL	INCREMENTO TOTAL 1977-2005	2005
Capital Total /PIB (%)	0.01	0.27	399.93
Vehículos motor (miles de euros de 2000)	0.08	2.25	60923874.51
(% Capital Total)	0.01	0.20	2.07
Otro material transporte (miles de euros de 2000)	0.07	2.13	32378938.90
(% Capital Total)	0.01	0.16	1.10

Los datos del epígrafe vehículos de motor, se han obtenido por parte del IVIE de información de vehículos matriculados (autobuses, camiones y tractores industriales) procedente de la Dirección General de Tráfico, utilizando ponderaciones según el peso que cada tipo de vehículos tiene sobre el total.

Otro material de transporte se forma mediante los datos sobre tráfico de pasajeros y mercancías y flota española de transporte, publicada por el Ministerio de Fomento en su Anuario Estadístico han sido utilizados para la territorialización.

La maquinaria representa el 10.45% del capital total en 2005 y el 9.57% en media durante el periodo 1977/81. Por tanto, apenas ha incrementado su peso en el *stock* de capital, si bien al igual que el transporte, este aumento en representatividad ha sido superior a partir de 1996.

Tabla 13

### PESOS DE LOS CAPITALES EN EL PIB Y EN EL CAPITAL TOTAL (DESGLOSE DEL CAPITAL MAQUINARIA)

	1977-1981	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1997-2001	2002-2005
Capital Total /PIB (%)	334.22	363.67	354.61	383.54	383.51	393.92
Agricultura, ganadería y pesca (miles de euros de 2000)	1208635.63	1891649.17	2443463.78	2000920.40	2850177.81	3904533.35
(% Capital Total)	0.10	0.14	0.15	0.10	0.12	0.14
Productos metálicos y maquinaria (miles de euros de 2000)	108686057.82	113870528.29	135901194.30	160501152.47	202207013.01	265550720.52
(% Capital Total)	9.23	8.31	8.37	8.28	8.76	9.59
Otros productos (miles de euros de 2000)	2749540.30	3810627.64	6512154.64	9404576.36	13243122.94	19793482.13
(% Capital Total)	0.23	0.28	0.40	0.48	0.57	0.71

Tabla 14

### INCREMENTOS MEDIOS (INTERANUALES Y TOTALES) (DESGLOSE DEL CAPITAL MAQUINARIA)

	INCREMENTO MEDIO ANUAL	INCREMENTO TOTAL 1977-2005	2005
Capital Total /PIB (%)	0.01	0.27	399.93
Agricultura, ganadería y pesca (miles de euros de 2000)	0.12	3.56	4226887.24
(% Capital Total)	0.02	0.69	0.14
Productos metálicos y maquinaria (miles de euros de 2000)	0.06	1.79	287507945.47
(% Capital Total)	0.00	0.03	9.77
Otros productos (miles de euros de 2000)	0.30	8.71	23093882.69
(% Capital Total)	0.09	2.59	0.78

El epígrafe productos de agricultura, ganadería y pesca se ha obtenido por parte del IVIE de la Riqueza Nacional de España (Universidad Comercial de Deusto 1968) que ofrece datos sobre riqueza provincial de la agricultura y la pesca españolas. También el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ofrece datos de patrimonio y series de inversión en las Cuentas del sector agrario, en la agricultura, la pesca y la alimentación y en el Anuario de Estadística Agroalimentaria.

Para los productos metálicos se han utilizado microdatos de la Encuesta Industrial de Productos, Encuesta Industrial, Encuesta Industrial de Empresas, Encuesta Anual de Comer-

cio, y de la Encuesta Anual de Servicios del INE, así como del Registro Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

El epígrafe maquinaria y equipo mecánico se obtiene de microdatos de la Encuesta Industrial de Productos, Encuesta Industrial, Encuesta Industrial de Empresas, Encuesta Anual de Comercio, y de la Encuesta Anual de Servicios del INE, así como del Registro Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

La Asociación Española de Empresas de Tecnologías de la Información (SEDISI), proporciona información sobre el parque de ordenadores en España, mercado interior neto/bruto y ventas de ordenadores. También se han utilizado microdatos de la Encuesta Industrial de Productos, Encuesta Industrial, Encuesta Industrial de Empresas, Encuesta Anual de Comercio, y de la Encuesta Anual de Servicios del INE, así como del Registro Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para la obtención de los datos de Maquinaria de oficina y equipo informático.

La memoria (varios años) de Telefónica de España, informe (varios años) de la Comisión Nacional del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT) y datos puntuales recibidos de Radio Televisión Española (RTVE), Correos y Telégrafos, la Asociación Nacional de Industrias Electrónicas y de Telecomunicaciones (ANIEL) y la Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España (AETIC) han servido para elaborar las comunicaciones. También se han utilizado microdatos de la Encuesta Industrial de Productos, Encuesta Industrial, Encuesta Industrial de Empresas, Encuesta Anual de Comercio, y de la Encuesta Anual de Servicios del INE, así como del Registro Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Para el grupo otra maquinaria y equipo n. c. o. p. se han utilizado microdatos de la Encuesta Industrial de Productos, Encuesta Industrial, Encuesta Industrial de Empresas, Encuesta Anual de Comercio, y de la Encuesta Anual de Servicios del INE, así como del Registro Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Las tecnologías de la información en España, publicada por SEDISI y AETIC proporcionan información sobre mercado interior neto/bruto con la que se ha elaborado el subgrupo *Software*. También se han utilizado microdatos de la Encuesta Industrial de Productos, Encuesta Industrial, Encuesta Industrial de Empresas, Encuesta Anual de Comercio, y de la Encuesta Anual de Servicios del INE, así como del Registro Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Para el grupo otros productos n. c. o. p.: se han utilizado microdatos de la Encuesta Industrial de Productos, Encuesta Industrial, Encuesta Industrial de Empresas, Encuesta Anual de Comercio, y de la Encuesta Anual de Servicios del INE, así como del Registro Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Como conclusión, se señala que el *stock* de capital otras construcciones ha incrementado su peso en el *stock* de capital total durante el periodo 1982/96, cuando mayor incremento en representatividad ha tenido, a ritmos muy superiores a los del resto de los capitales. En particular, el *stock* de capital vivienda ha decrecido en representatividad durante

ese periodo en 6 puntos porcentuales, por lo que las inversiones en capital vivienda han sido inferiores a la de otras construcciones no residenciales e infraestructuras. Comparativamente, tanto el transporte como la maquinaria se han incrementado relativamente con respecto al capital total 2 y 4 puntos porcentuales respectivamente desde 1977/05, pero desde 1982/96, el peso en el capital total de ambos grupos ha descendido. Se señala que dentro del grupo otras construcciones el capital más representativo es el de otras construcciones n.c.o.p., que además es el que más ha incrementado su peso durante el periodo 1982/96 en detrimento de otras inversiones en infraestructuras.

### ■ 3.5. ANEXO IV. ESTIMACIONES DE LA VIDA MEDIA DE CADA TIPO DE ACTIVO

Las vidas útiles que se muestran en este anexo corresponden a las publicadas por la Fundación BBVA (Mas *et al.*, 2007), y provienen de estimaciones realizadas por el IMIE. Tal y como se ha señalado, se mantiene el desglose a segundo nivel de estas estimaciones para la realización del análisis empírico.

1. Viviendas (vida media 60 años)
2. Otras construcciones
  - 2.1. Infraestructuras viarias (vida media 50 años)
  - 2.2. Infraestructuras hidráulicas públicas (vida media 40 años)
  - 2.3. Infraestructuras ferroviarias (vida media 40 años)
  - 2.4. Infraestructuras aeroportuarias (vida media 40 años)
  - 2.5. Infraestructuras portuarias (vida media 50 años)
  - 2.6. Infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales (vida media 40 años)
  - 2.7. Otras construcciones n. c. o. p. (vida media 50 años)
3. Equipo de transporte
  - 3.1. Vehículos de motor (vida media 8 años)
  - 3.2. Otro material de transporte (vida media 20 años)
4. Maquinaria, material de equipo y otros productos
  - 4.1. Productos de agricultura, ganadería y pesca (vida media 14 años)
  - 4.2. Productos metálicos y maquinaria
    - 4.2.1. Productos metálicos (vida media 16 años)
      - 4.2.1.1. Maquinaria y equipo mecánico (vida media 16 años)
      - 4.2.2. Maquinaria de oficina y equipo informático (vida media 7 años)
      - 4.2.3. Otra maquinaria y equipo
      - 4.2.4. Comunicaciones (vida media 15 años)
      - 4.2.5. Otra maquinaria y equipo n. c. o. p. (vida media 12 años)
  - 4.3. Otros productos
    - 4.3.1. *Software* (vida media 3 años)
    - 4.3.2. Otros productos n. c. o. p. (vida media 7 años)

### ■ 3.6. ANEXO V. ANÁLISIS UNIVARIANTE DE LAS SERIES

Gráfico 1

#### ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL PIB

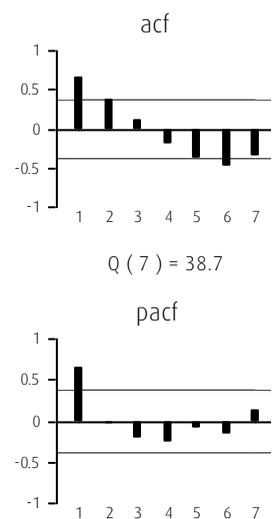
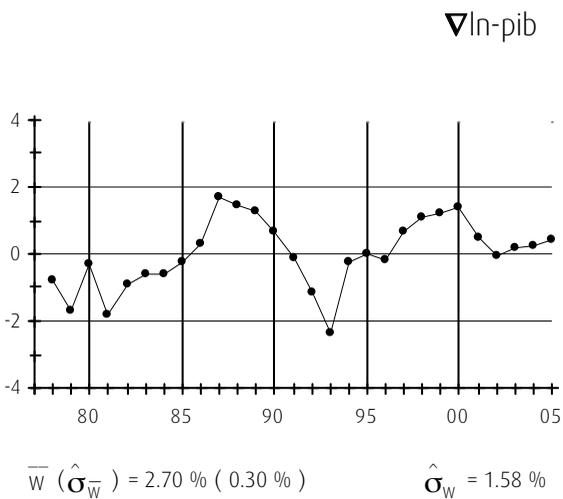
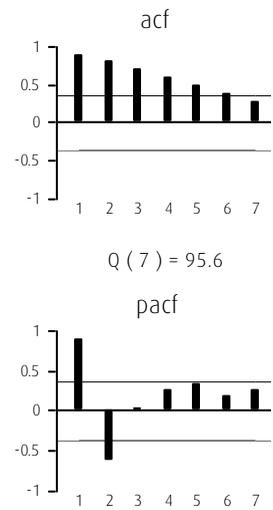
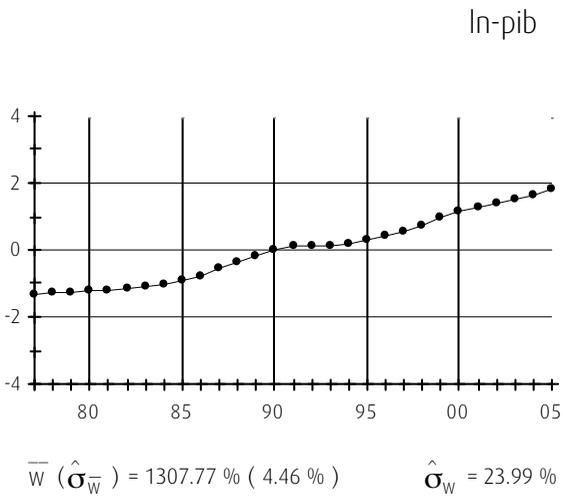


Grafico 1 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL PIB

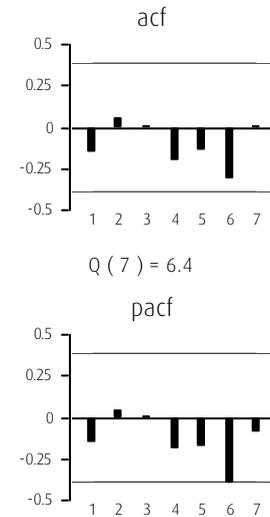
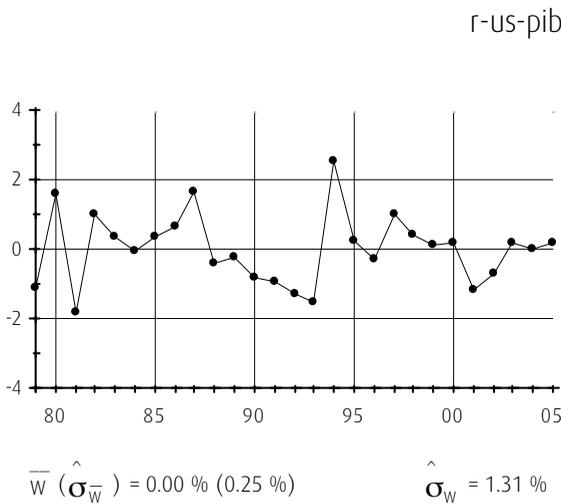
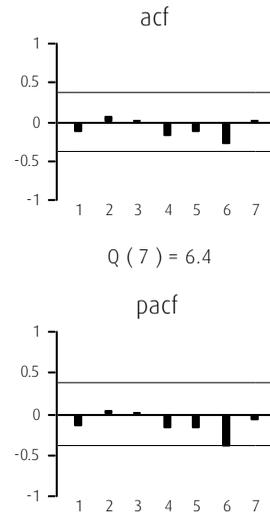
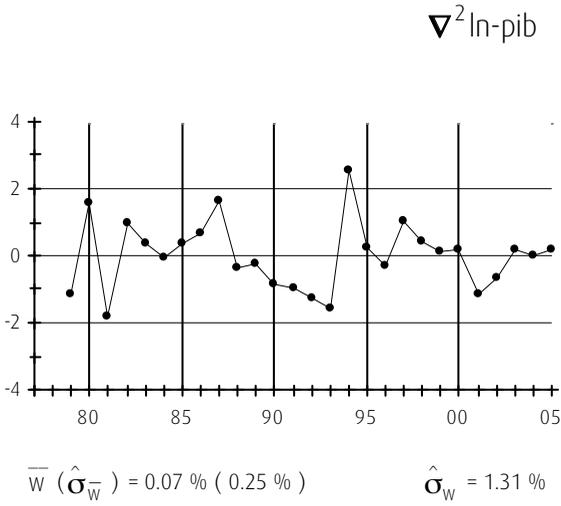
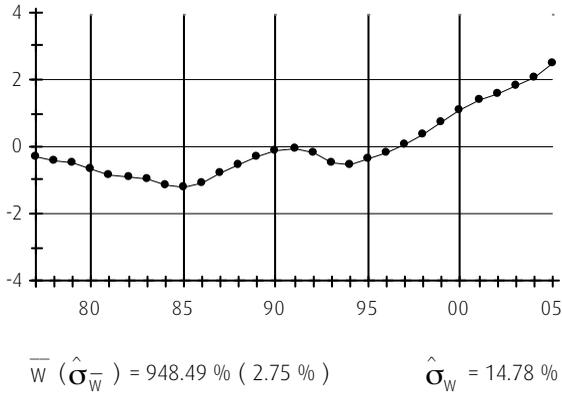


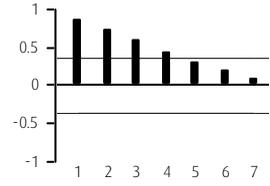
Gráfico 2

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL EMPLEO

In-empleo

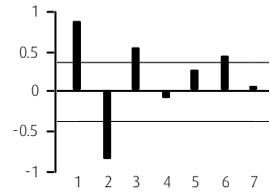


acf

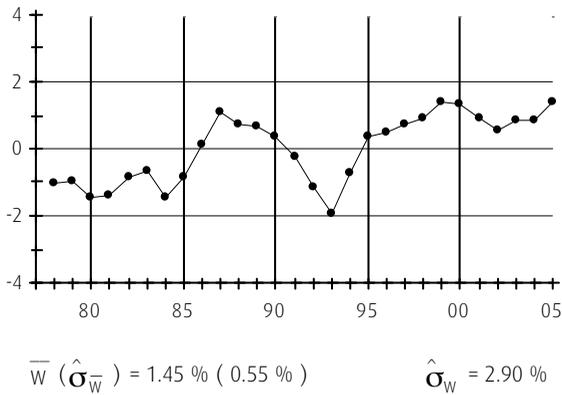


$Q(7) = 67.4$

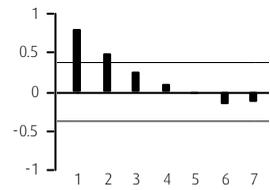
pacf



∇In-empleo



acf



$Q(7) = 31.0$

pacf

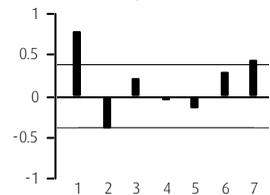


Grafico 2 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL EMPLEO

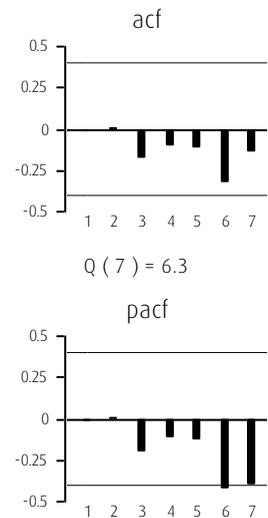
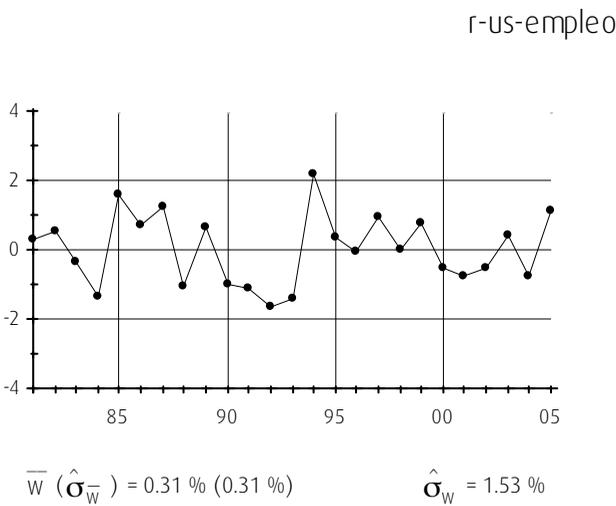
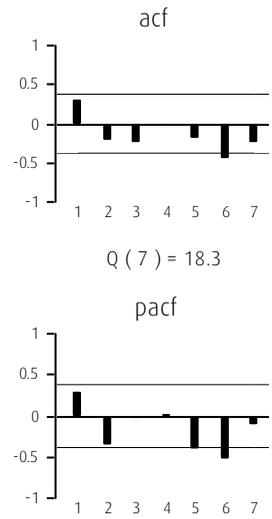
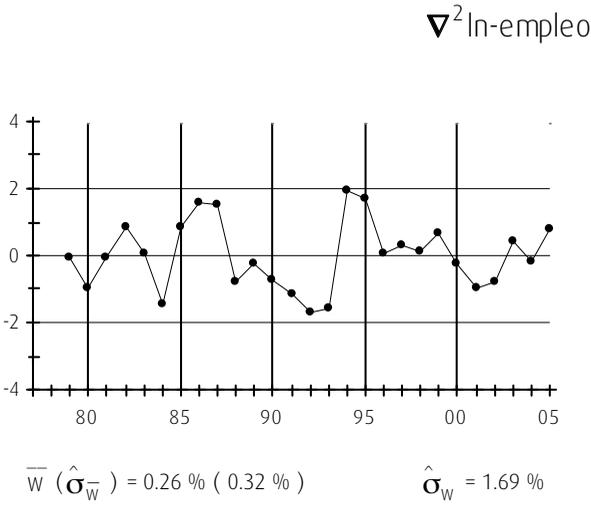
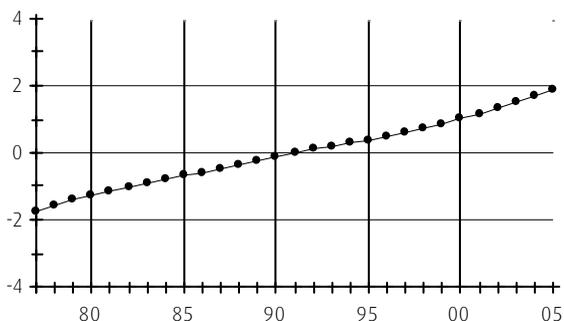


Grafico 3

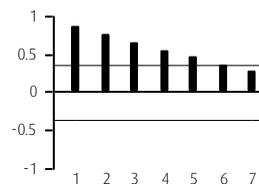
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL AGREGADO VIVIENDA

ln vivienda



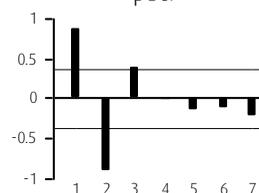
$\bar{w} (\hat{\sigma}_w) = 2062.10 \% (3.85 \%)$        $\hat{\sigma}_w = 20.72 \%$

acf

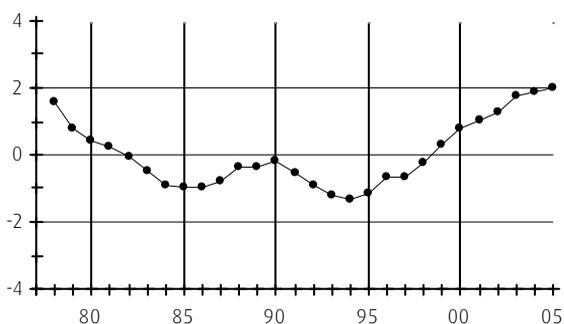


$Q(7) = 86.3$

pacf

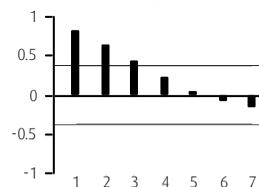


$\nabla \ln$  vivienda



$\bar{w} (\hat{\sigma}_w) = 2.68 \% (0.11 \%)$        $\hat{\sigma}_w = 0.60 \%$

acf



$Q(7) = 44.0$

pacf

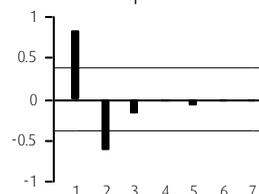
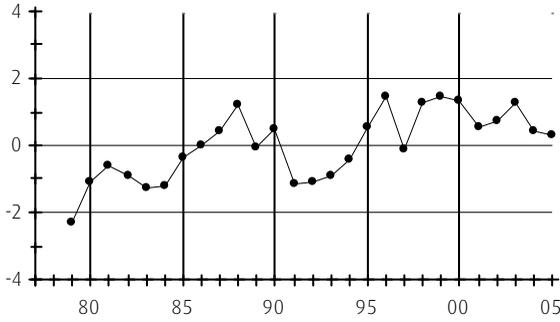


Gráfico 3 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL AGREGADO VIVIENDA

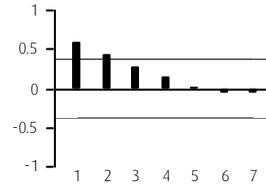
$\nabla^2 \ln$  vivienda



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.01 \% (0.04 \%)$

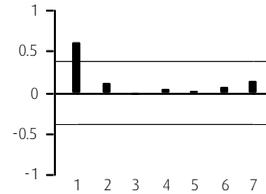
$\hat{\sigma}_W = 0.21 \%$

acf

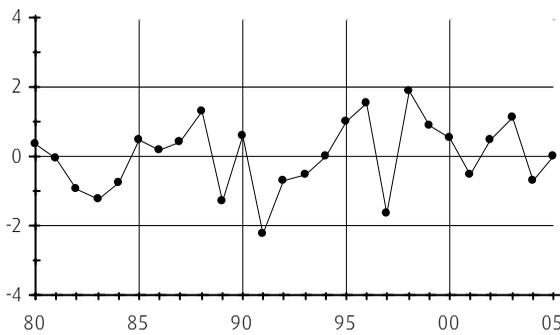


$Q(7) = 20.0$

pacf



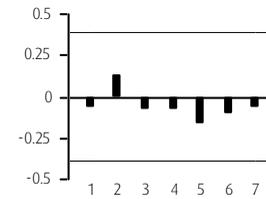
r-us-vivienda



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.02 \% (0.03 \%)$

$\hat{\sigma}_W = 0.14 \%$

acf



$Q(7) = 2.6$

pacf

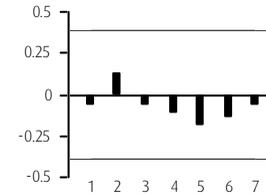
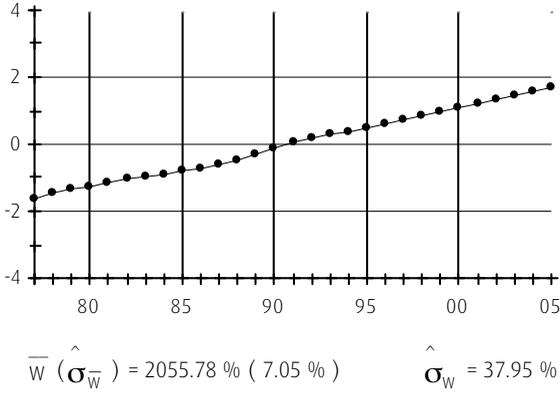


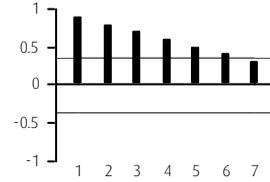
Gráfico 4

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL AGREGADO VIVIENDA

In vivienda-c

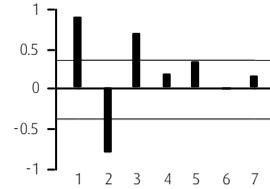


acf

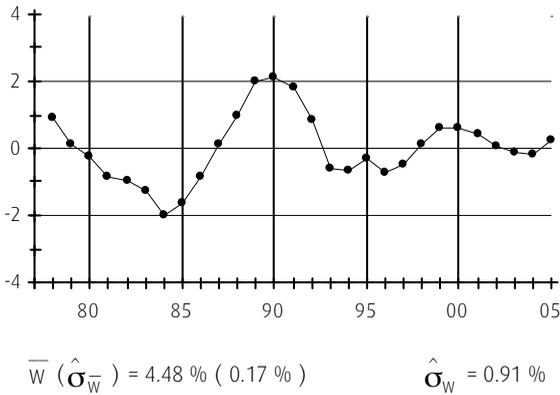


Q ( 7 ) = 97.5

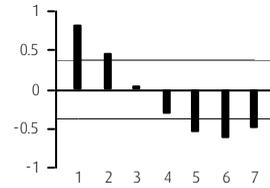
pacf



∇In vivienda-c



acf



Q ( 7 ) = 68.5

pacf

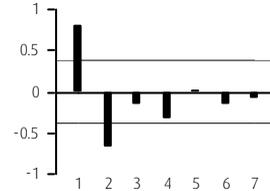
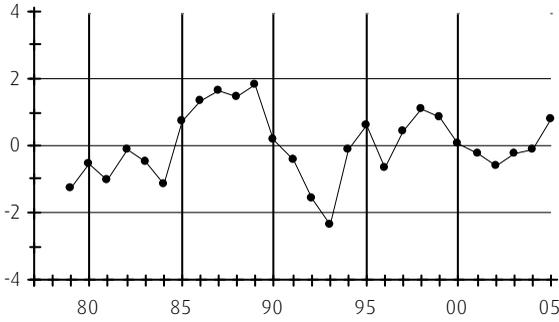


Gráfico 4 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL AGREGADO VIVIENDA

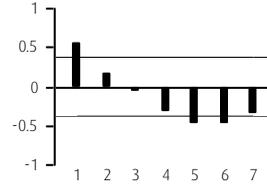
$\nabla^2 \ln$  vivienda-c



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = -0.02 \% (0.11 \%)$

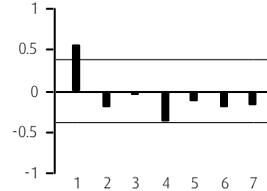
$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.55 \%$

acf

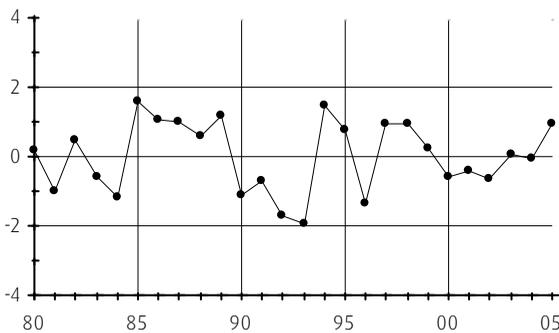


$Q(7) = 35.9$

pacf



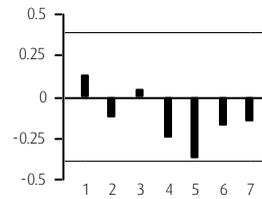
r-us-vivienda-c



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.03 \% (0.09 \%)$

$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.44 \%$

acf



$Q(7) = 10.1$

pacf

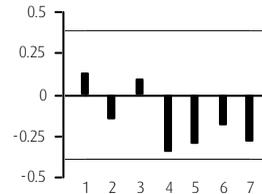


Gráfico 5

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES

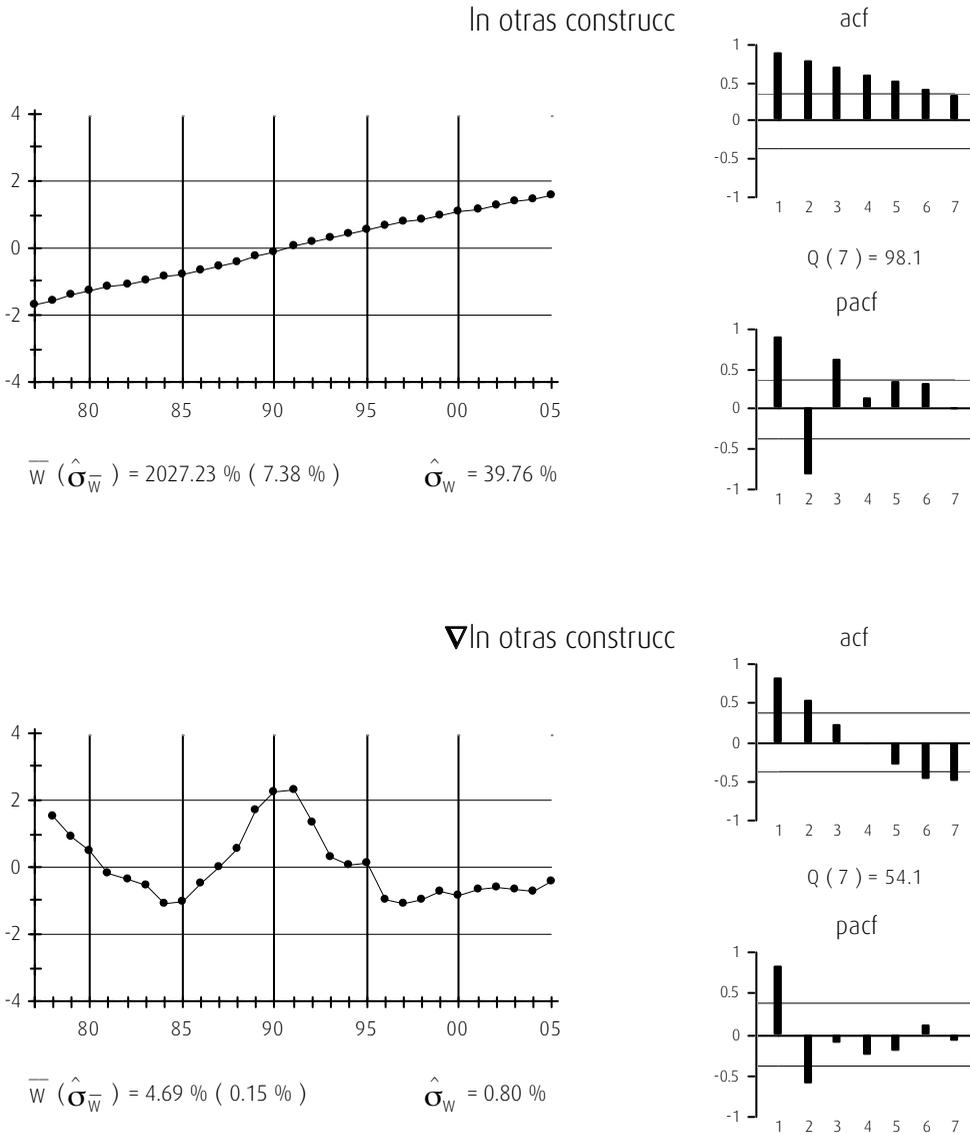


Gráfico 5 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL AGREGADO  
OTRAS CONSTRUCCIONES

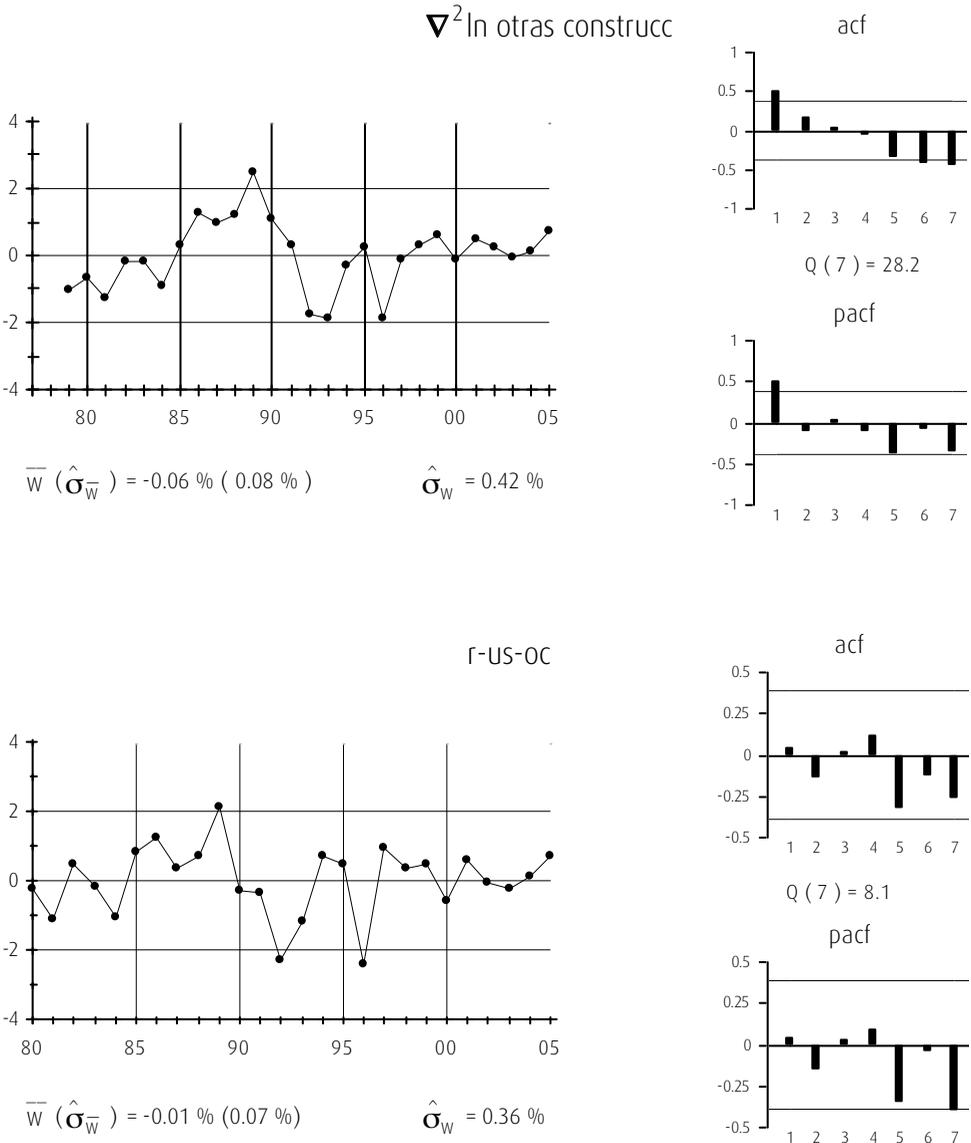


Gráfico 6

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES

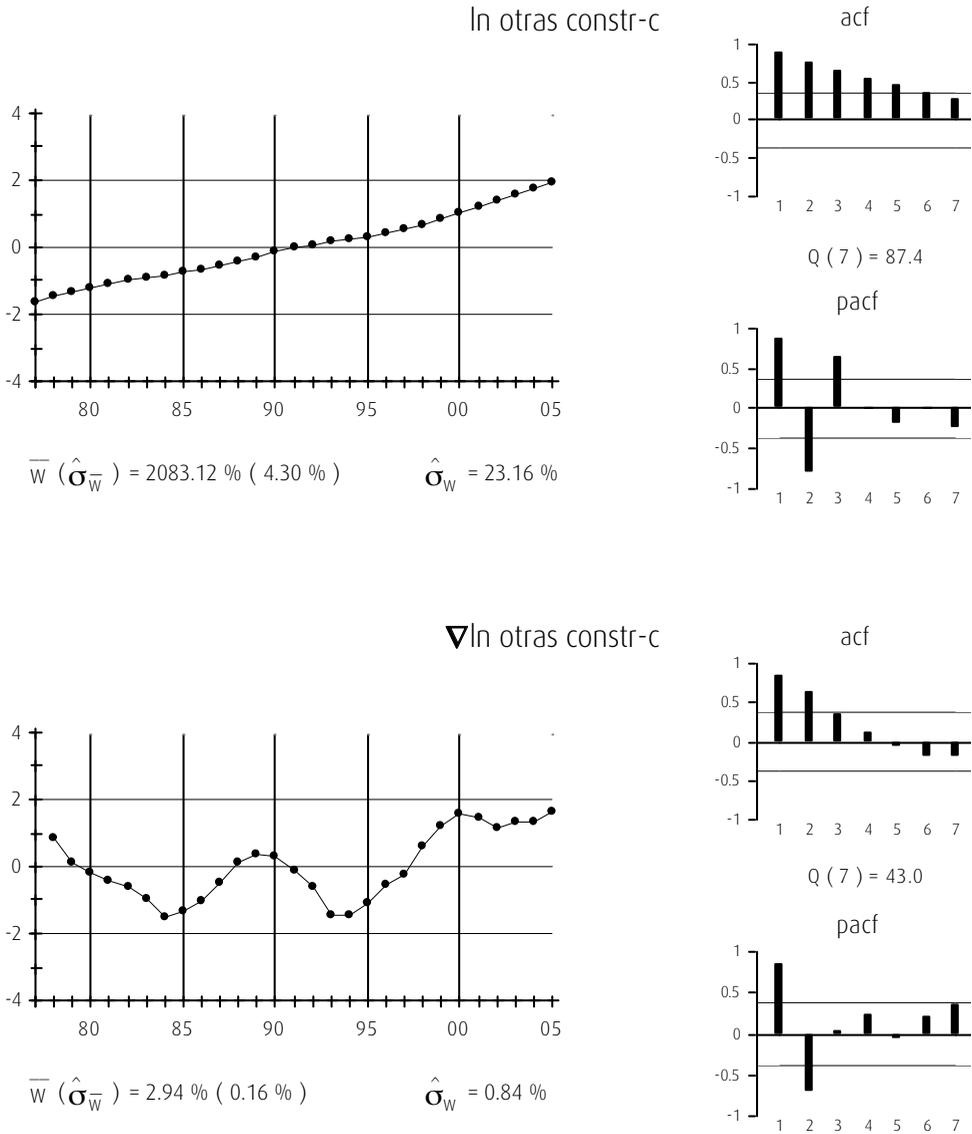


Gráfico 6 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES

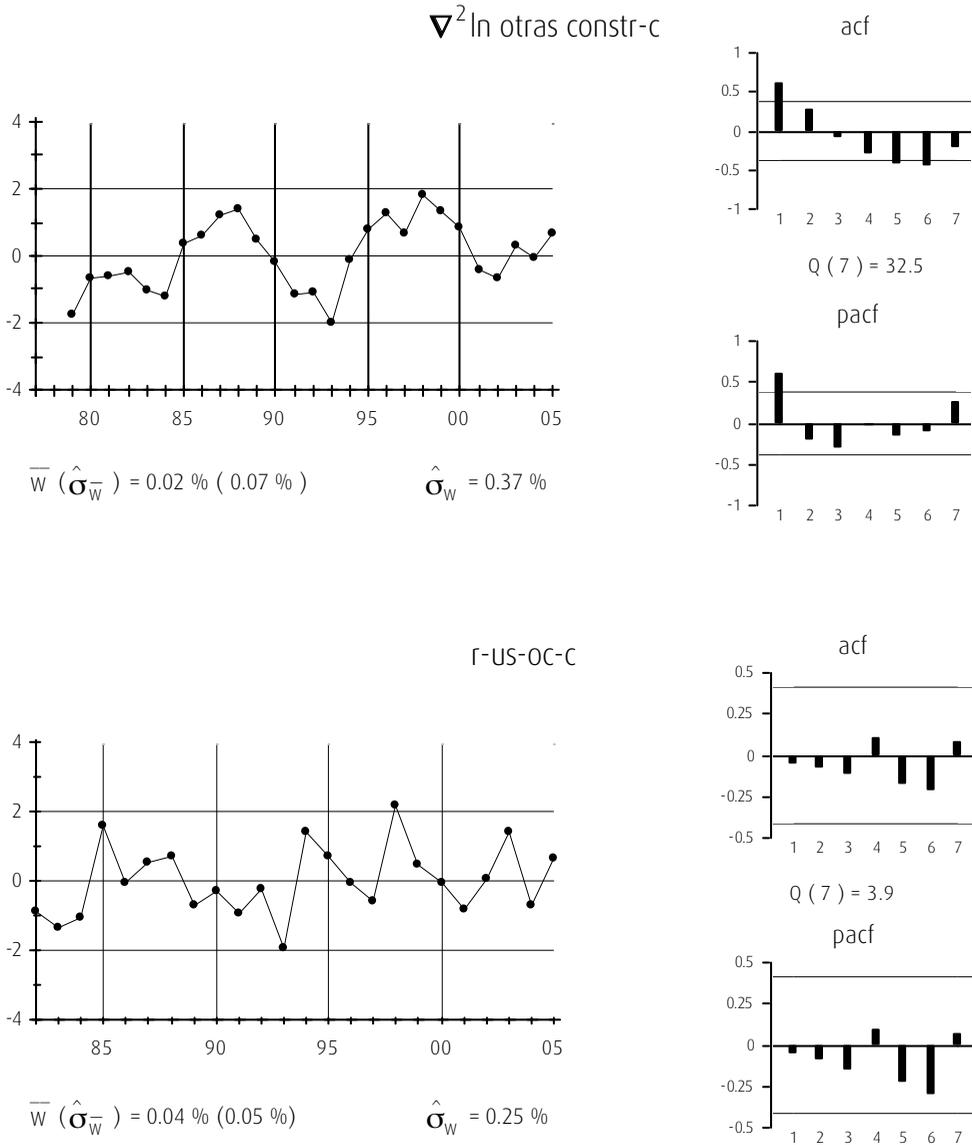
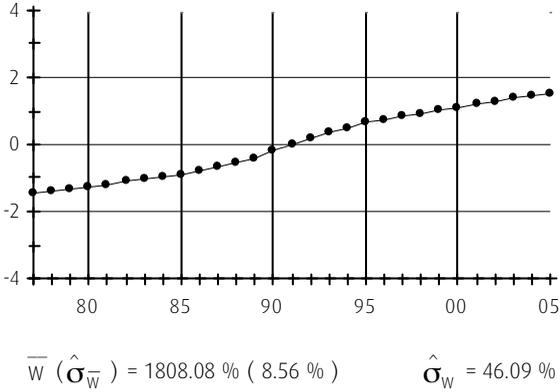


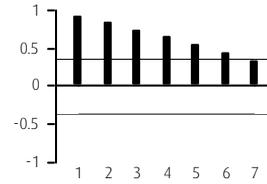
Gráfico 7

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS

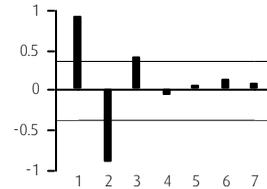
ln oc-viarias



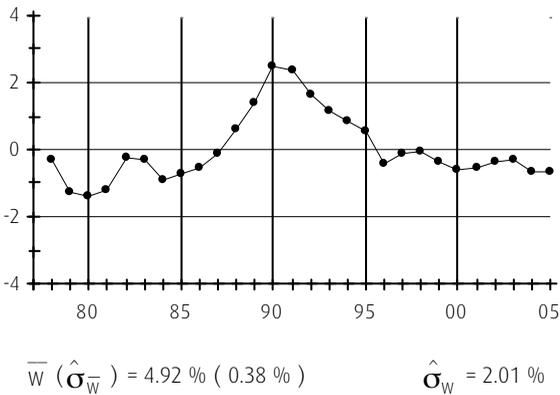
acf



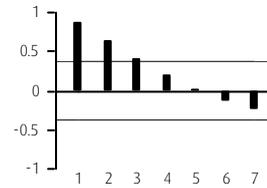
pacf



∇ln oc-viarias



acf



pacf

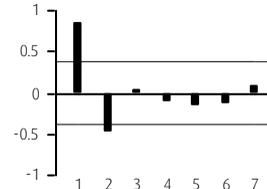
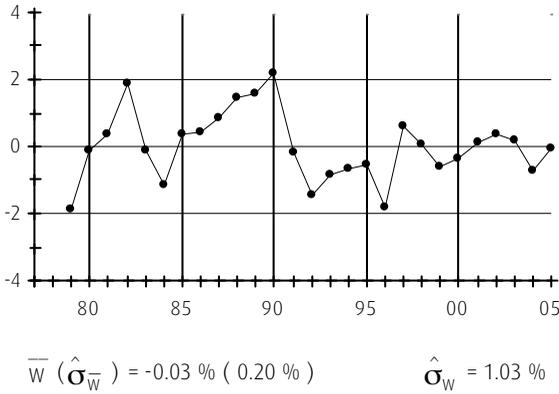


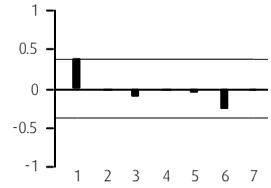
Gráfico 7 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS

$\nabla^2 \ln$  oc-viarias

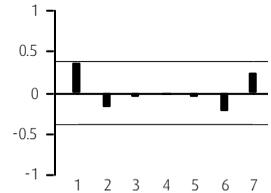


acf

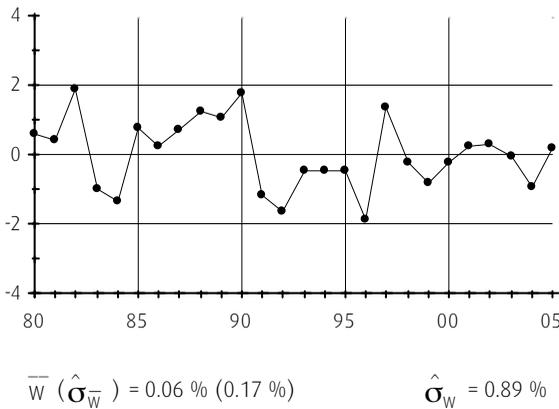


$Q(7) = 7.6$

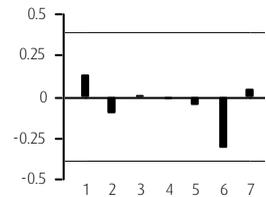
pacf



r-US-OC-Viar



acf



$Q(7) = 4.5$

pacf

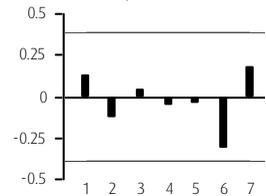


Gráfico 8

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS

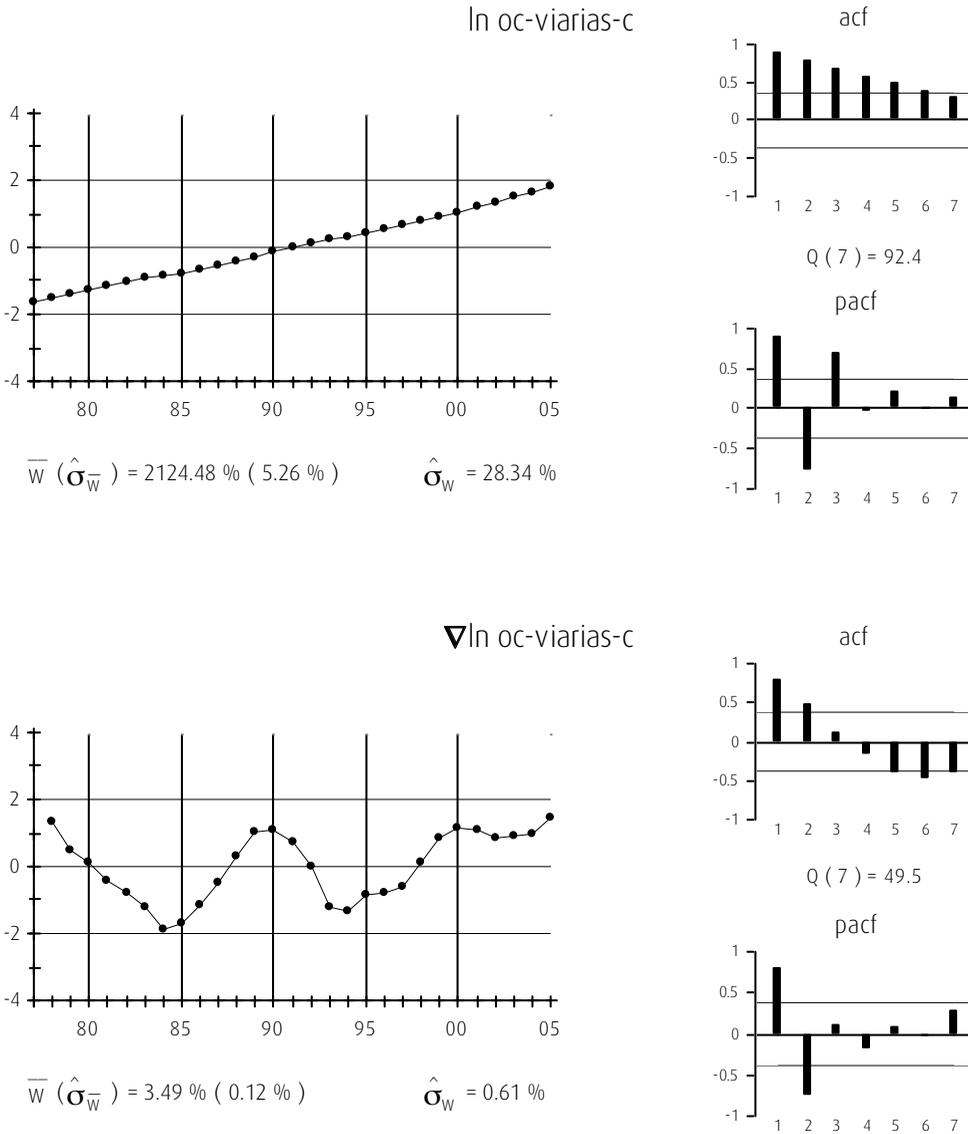


Gráfico 8 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS

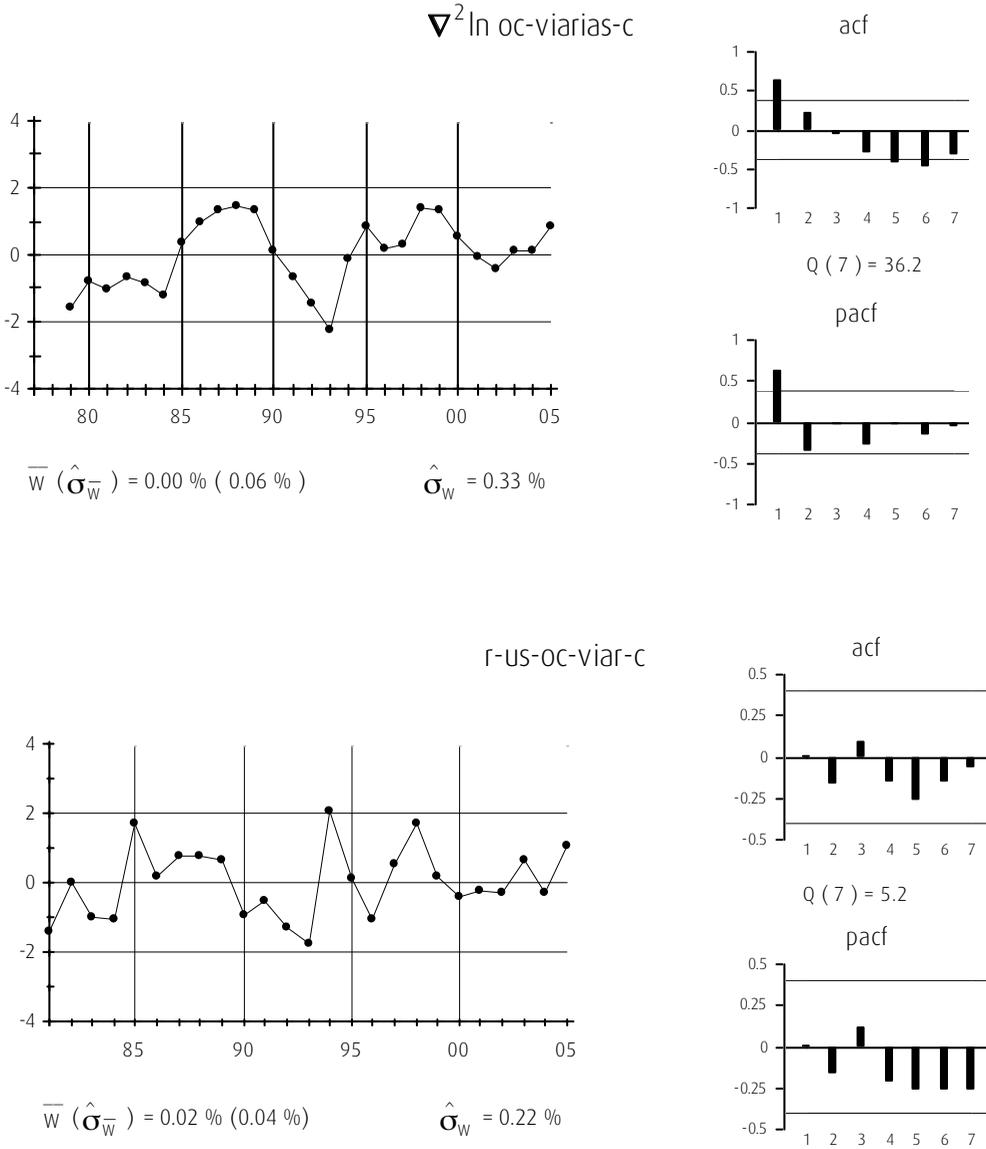
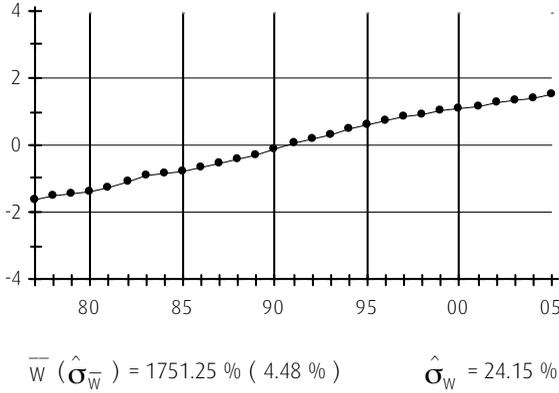


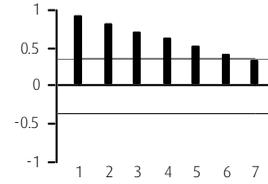
Grafico 9

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS

ln oc-hidraulicas

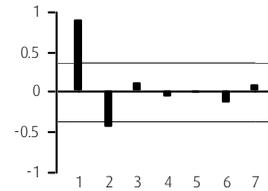


acf

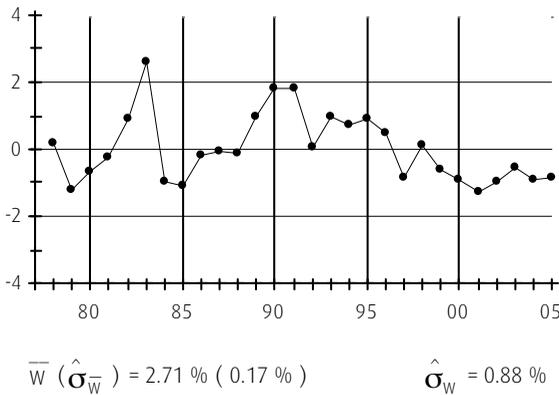


Q ( 7 ) = 101.4

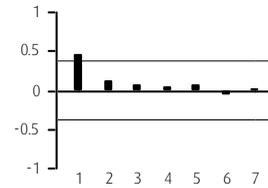
pacf



∇ln oc-hidraulicas



acf



Q ( 7 ) = 7.7

pacf

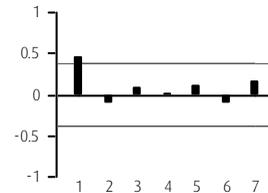
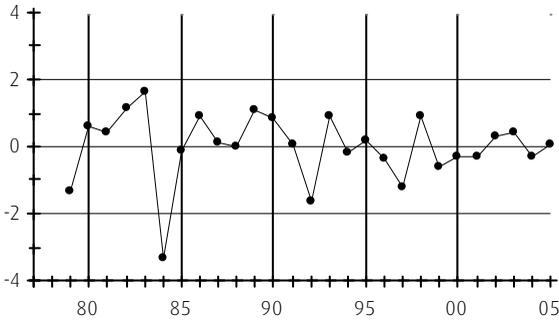


Gráfico 9 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS

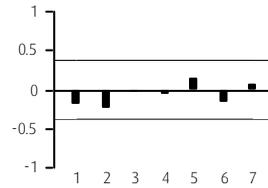
$\nabla^2 \ln$  oc-hidraulicas



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = -0.03 \% (0.18 \%)$

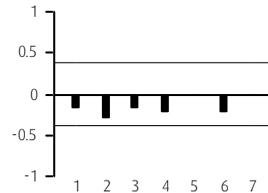
$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.92 \%$

acf

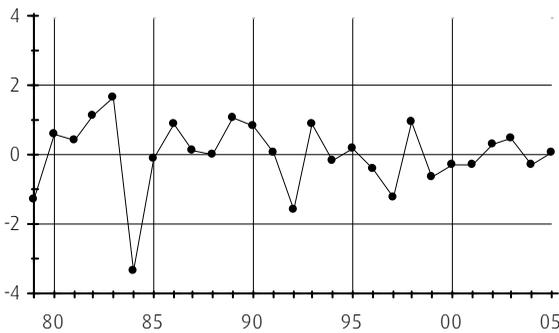


$Q(7) = 5.6$

pacf



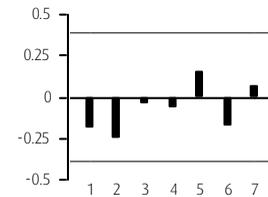
r-us-oc-hidra



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = -0.00 \% (0.18 \%)$

$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.92 \%$

acf



$Q(7) = 5.6$

pacf

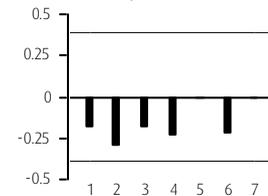
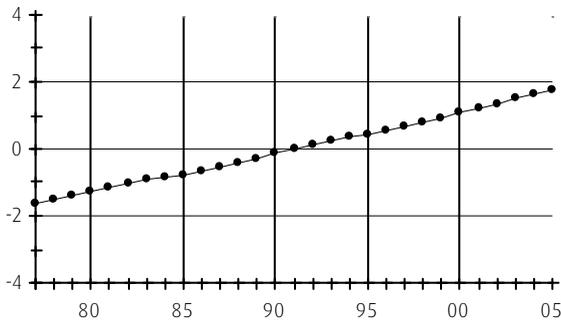


Gráfico 10

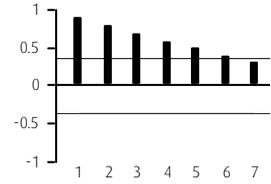
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS

ln oc-hidra-c



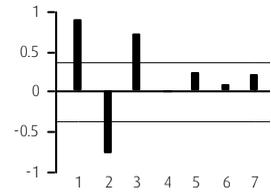
$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 2126.36 \% ( 5.42 \% )$        $\hat{\sigma}_W = 29.16 \%$

acf

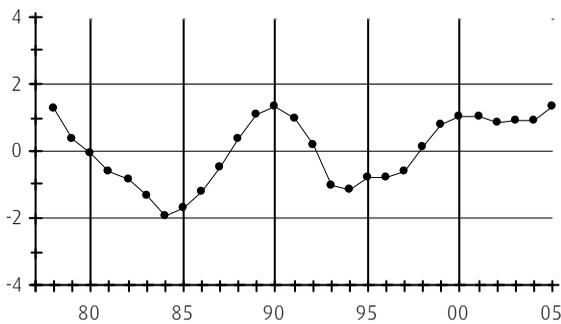


$Q(7) = 93.2$

pacf

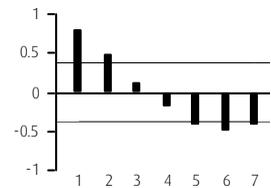


$\nabla$ ln oc-hidra-c



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 3.57 \% ( 0.12 \% )$        $\hat{\sigma}_W = 0.62 \%$

acf



$Q(7) = 53.2$

pacf

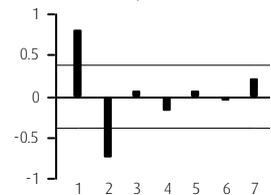


Gráfico 10 (continuación)

### ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS

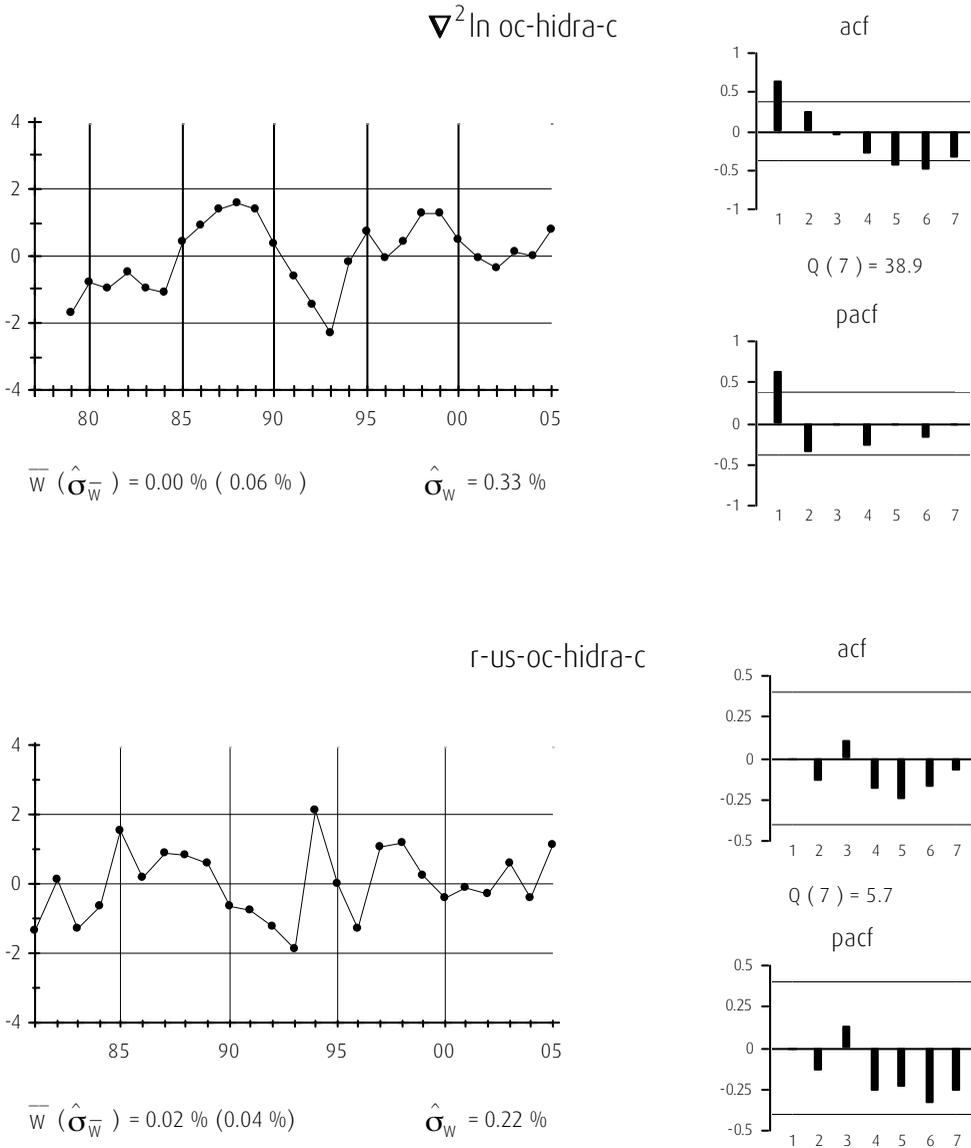


Gráfico 11

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS

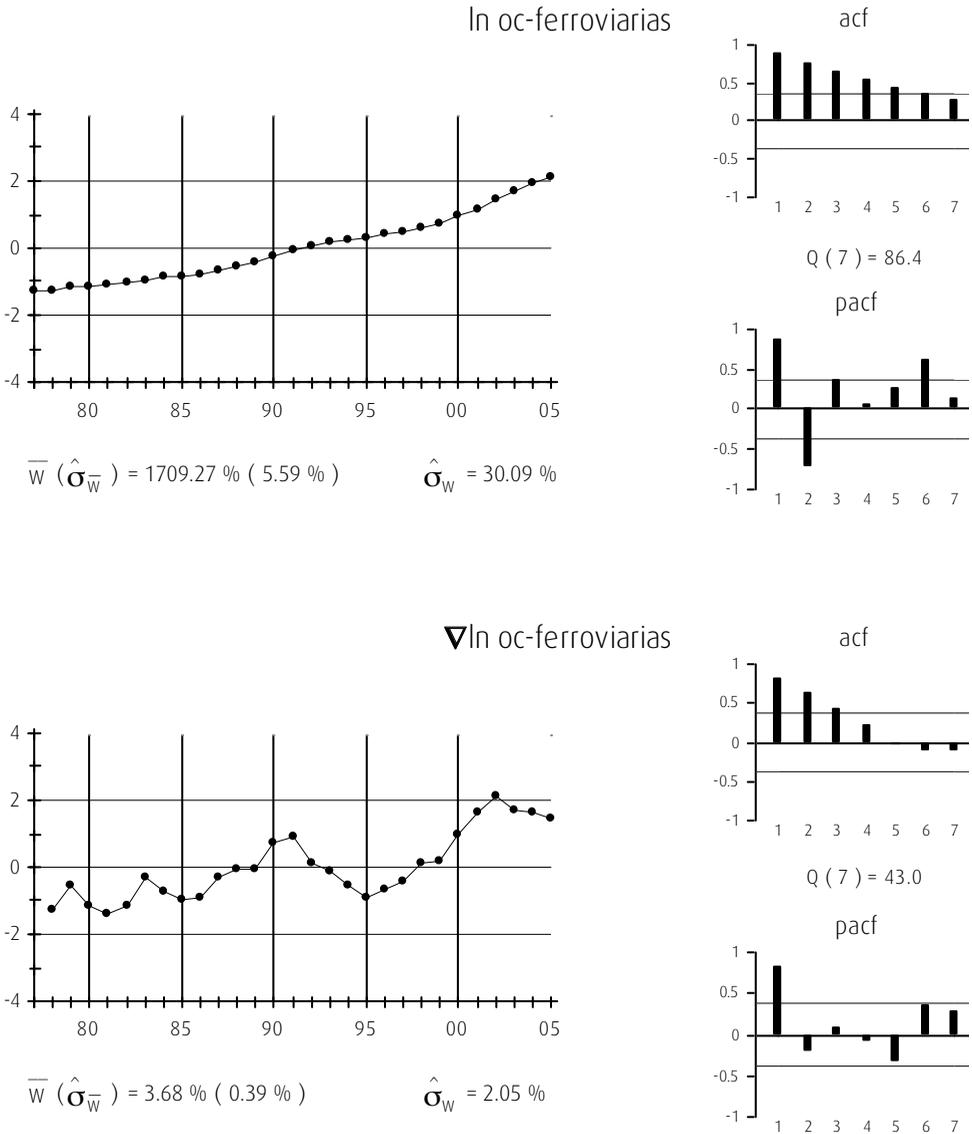
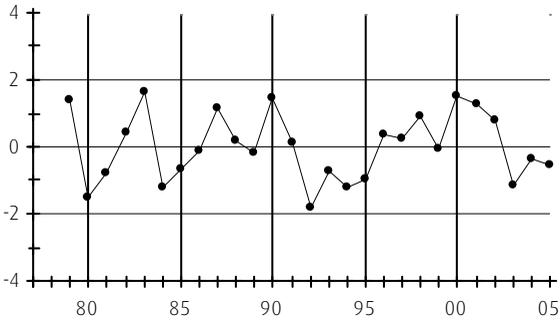


Gráfico 11 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS

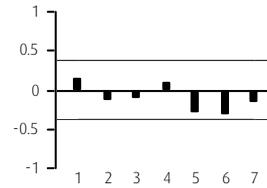
$\nabla^2 \ln$  oc-ferroviarias



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.21 \% (0.18 \%)$

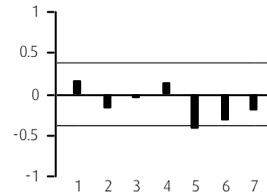
$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.95 \%$

acf

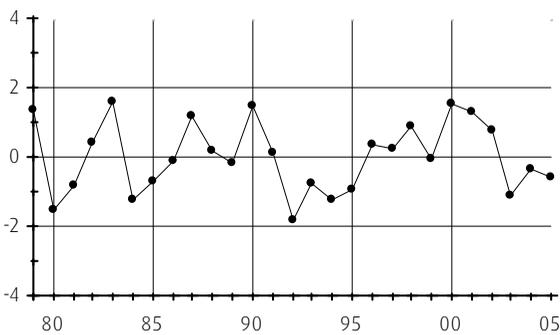


$Q(7) = 10.1$

pacf



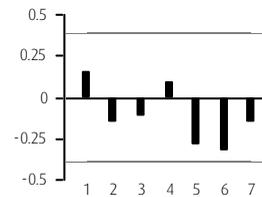
r-us-oc-ferro



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = -0.00 \% (0.18 \%)$

$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.95 \%$

acf



$Q(7) = 10.1$

pacf

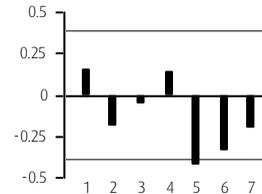
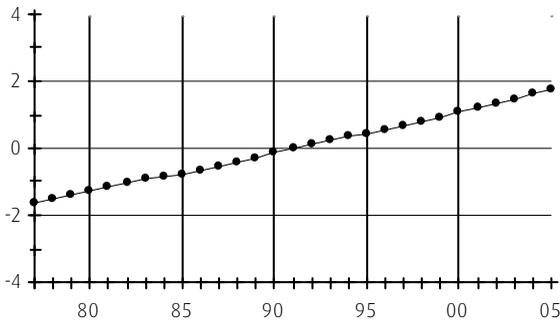


Gráfico 12

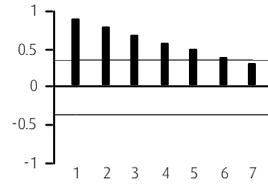
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS

ln oc-ferroviar-c



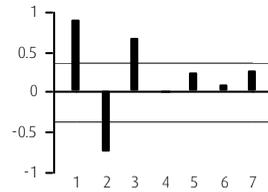
$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 2127.16 \% (5.39 \%)$        $\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 29.04 \%$

acf

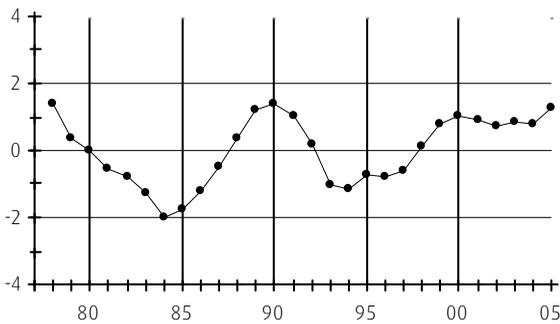


$Q(7) = 93.5$

pacf

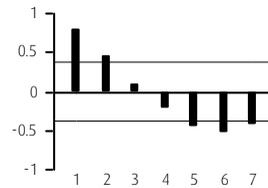


$\nabla$ ln oc-ferroviar-c



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 3.55 \% (0.11 \%)$        $\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.59 \%$

acf



$Q(7) = 53.9$

pacf

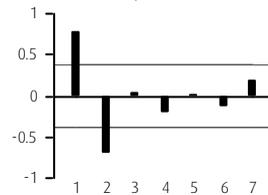


Gráfico 12 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS

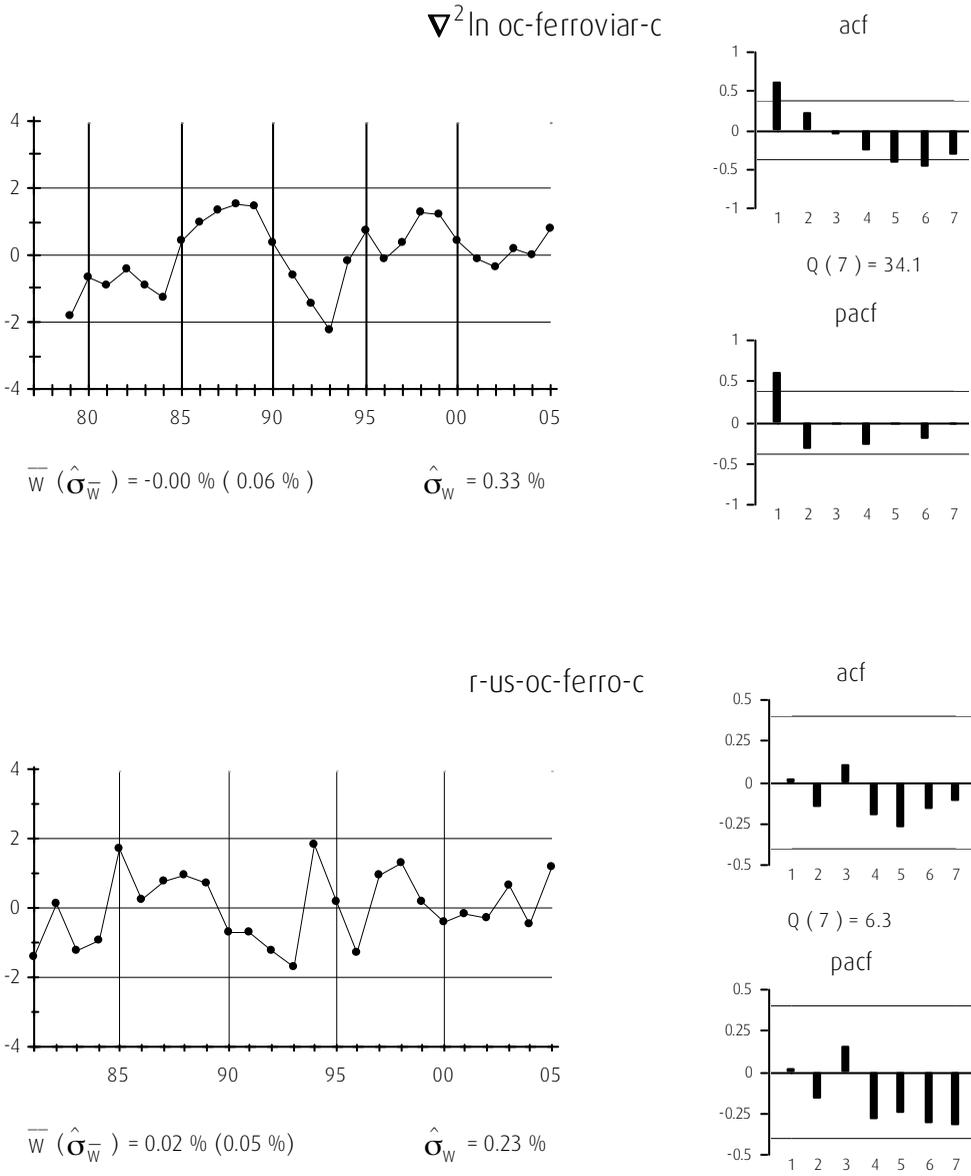


Gráfico 13

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS

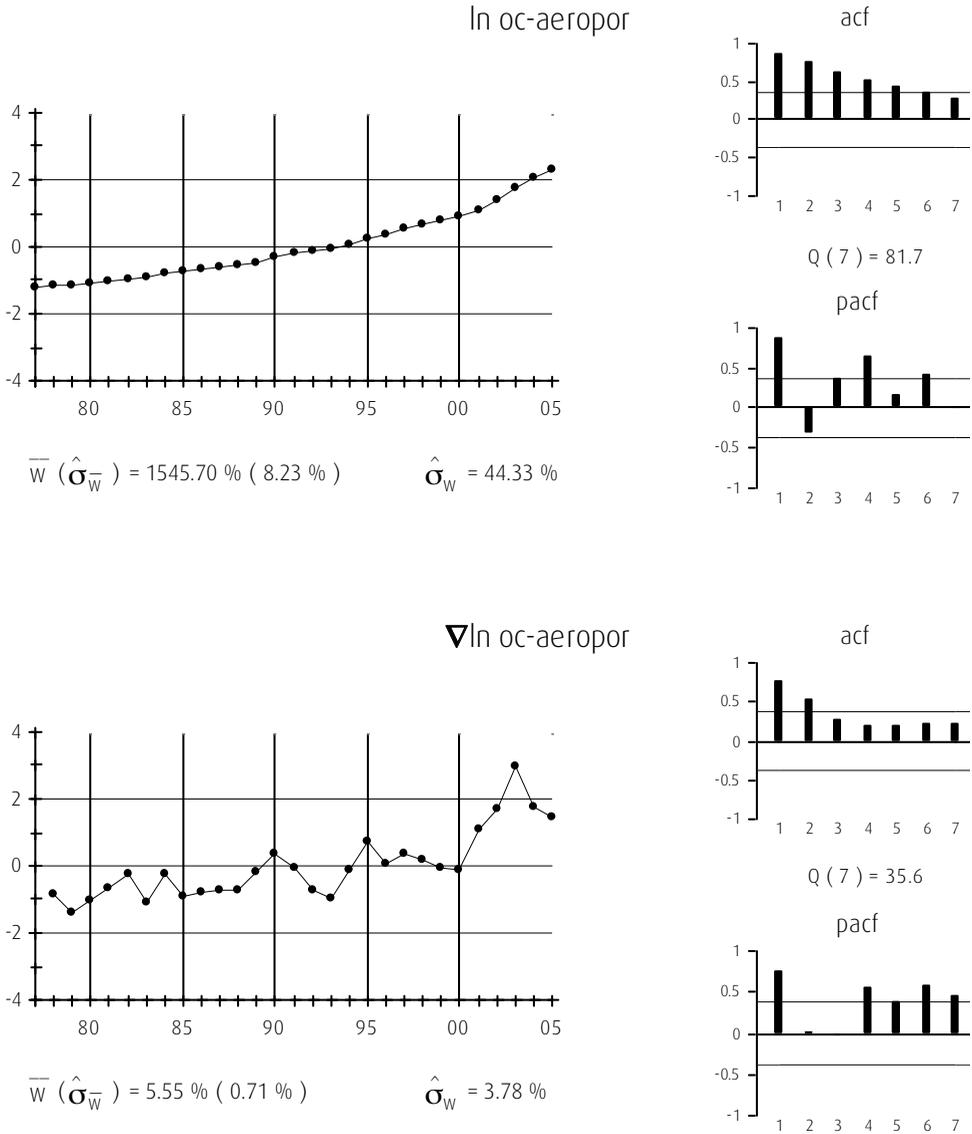


Gráfico 13 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS

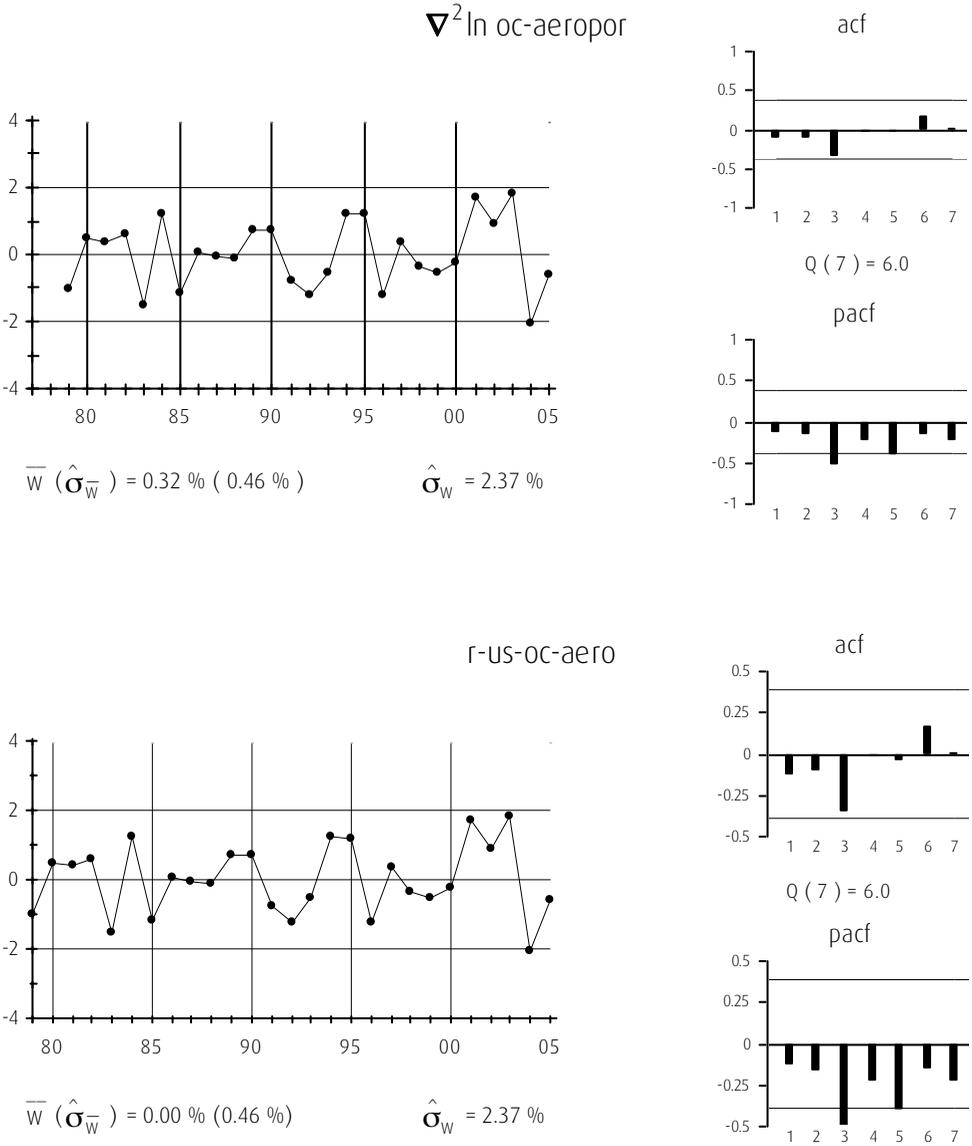
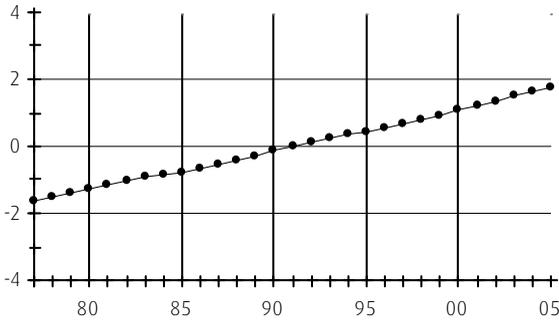


Gráfico 14

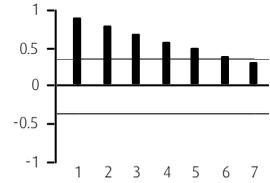
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS

ln oc-aeroporc



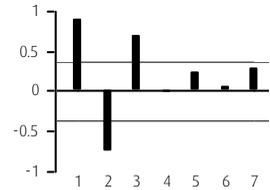
$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 2128.38 \% (5.39 \%)$        $\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 29.00 \%$

acf

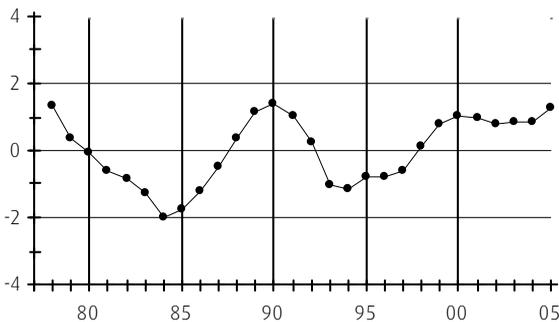


$Q(7) = 93.5$

pacf

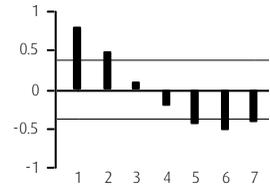


$\nabla$ ln oc-aeroporc



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 3.54 \% (0.11 \%)$        $\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.60 \%$

acf



$Q(7) = 54.3$

pacf

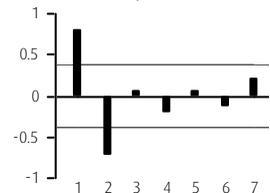


Gráfico 14 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS

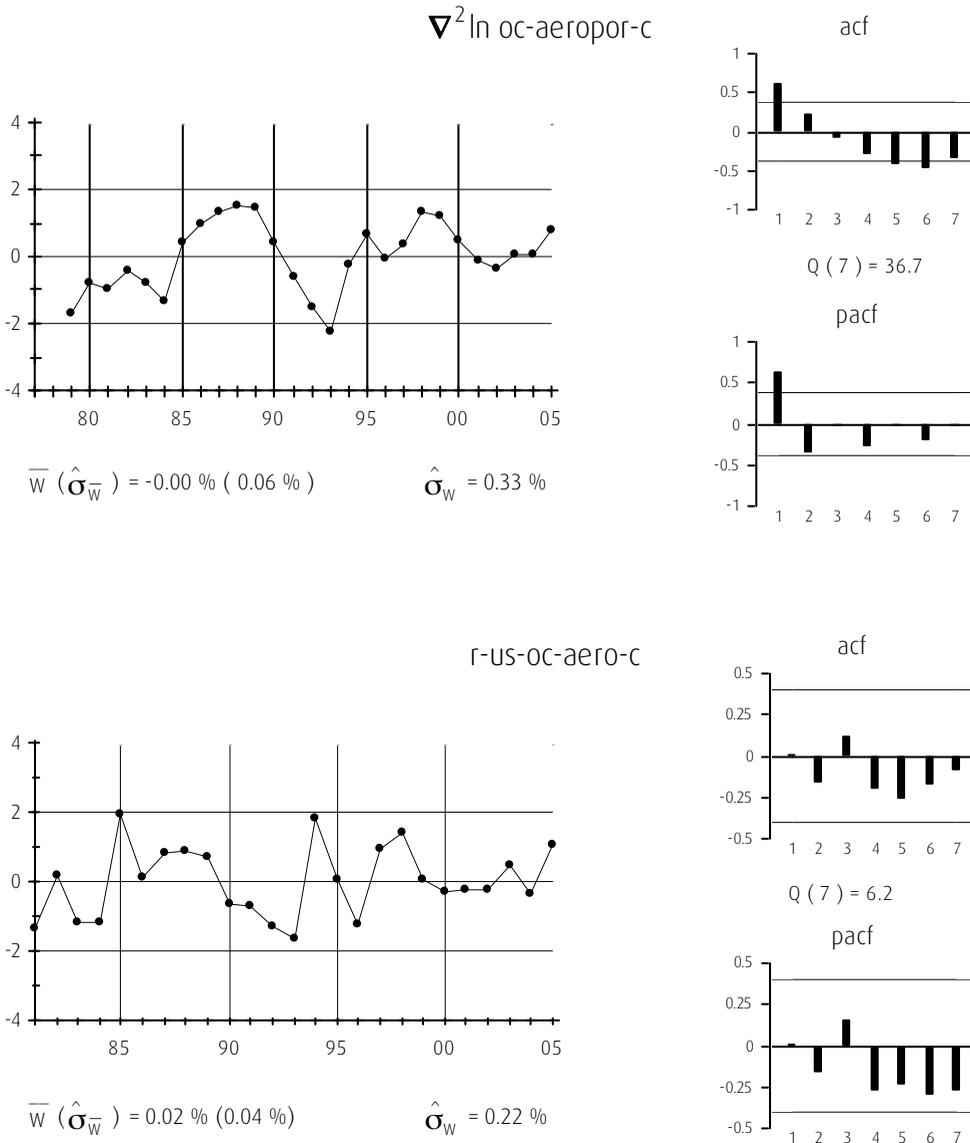
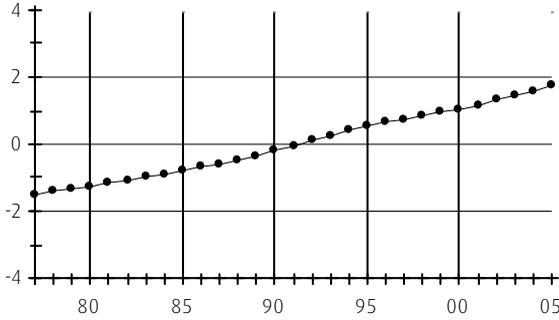


Gráfico 15

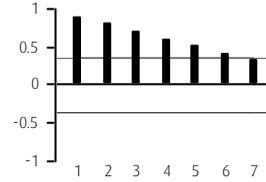
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS

ln oc-portuar



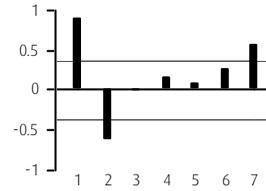
$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 1605.61 \% ( 5.16 \% ) \quad \hat{\sigma}_W = 27.78 \%$

acf

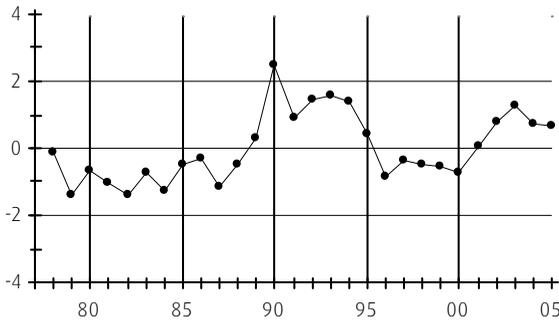


$Q(7) = 98.9$

pacf

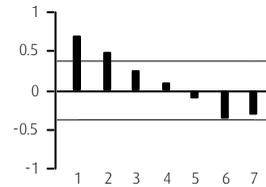


$\nabla$ ln oc-portuar



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 3.24 \% ( 0.15 \% ) \quad \hat{\sigma}_W = 0.78 \%$

acf



$Q(7) = 34.4$

pacf

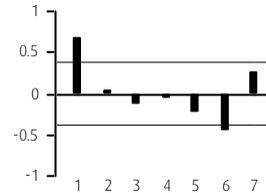


Gráfico 15 (continuación)

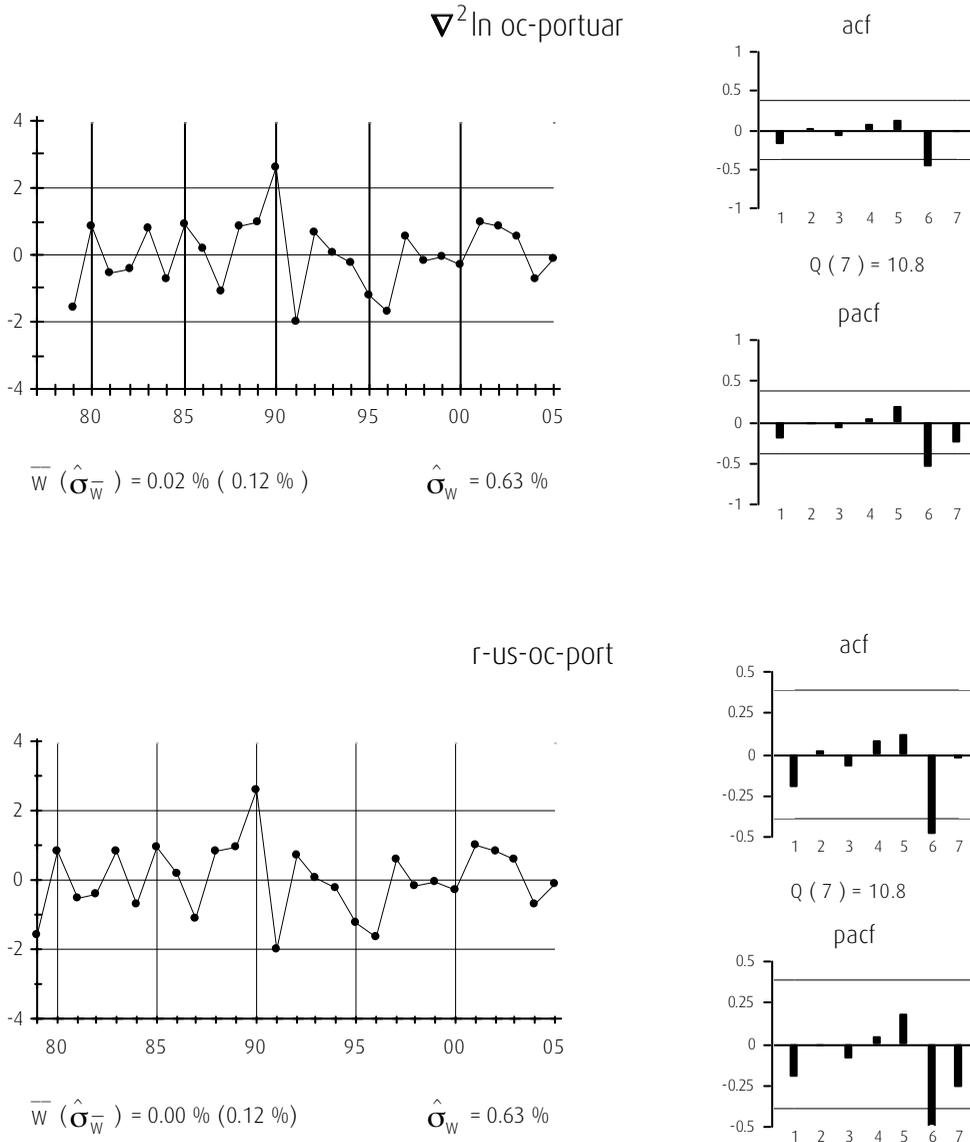
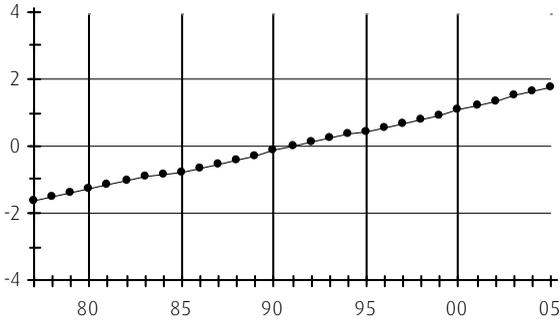
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO  
OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS

Gráfico 16

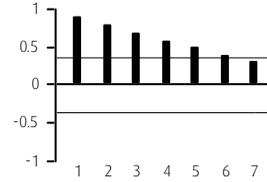
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS

In oc-portuar-c



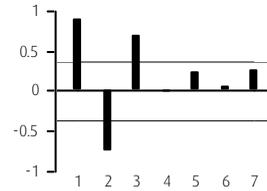
$\bar{W} (\hat{\sigma}_W) = 2128.15 \% ( 5.40 \% ) \quad \hat{\sigma}_W = 29.05 \%$

acf

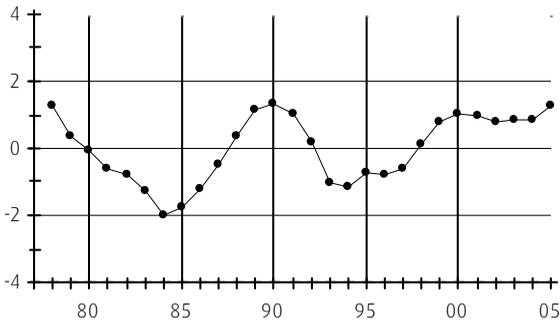


$Q(7) = 93.4$

pacf

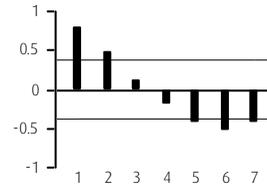


$\nabla$ In oc-portuar-c



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W) = 3.55 \% ( 0.11 \% ) \quad \hat{\sigma}_W = 0.60 \%$

acf



$Q(7) = 53.2$

pacf

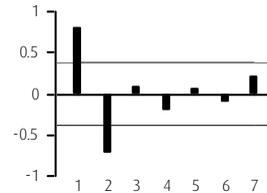


Gráfico 16 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS

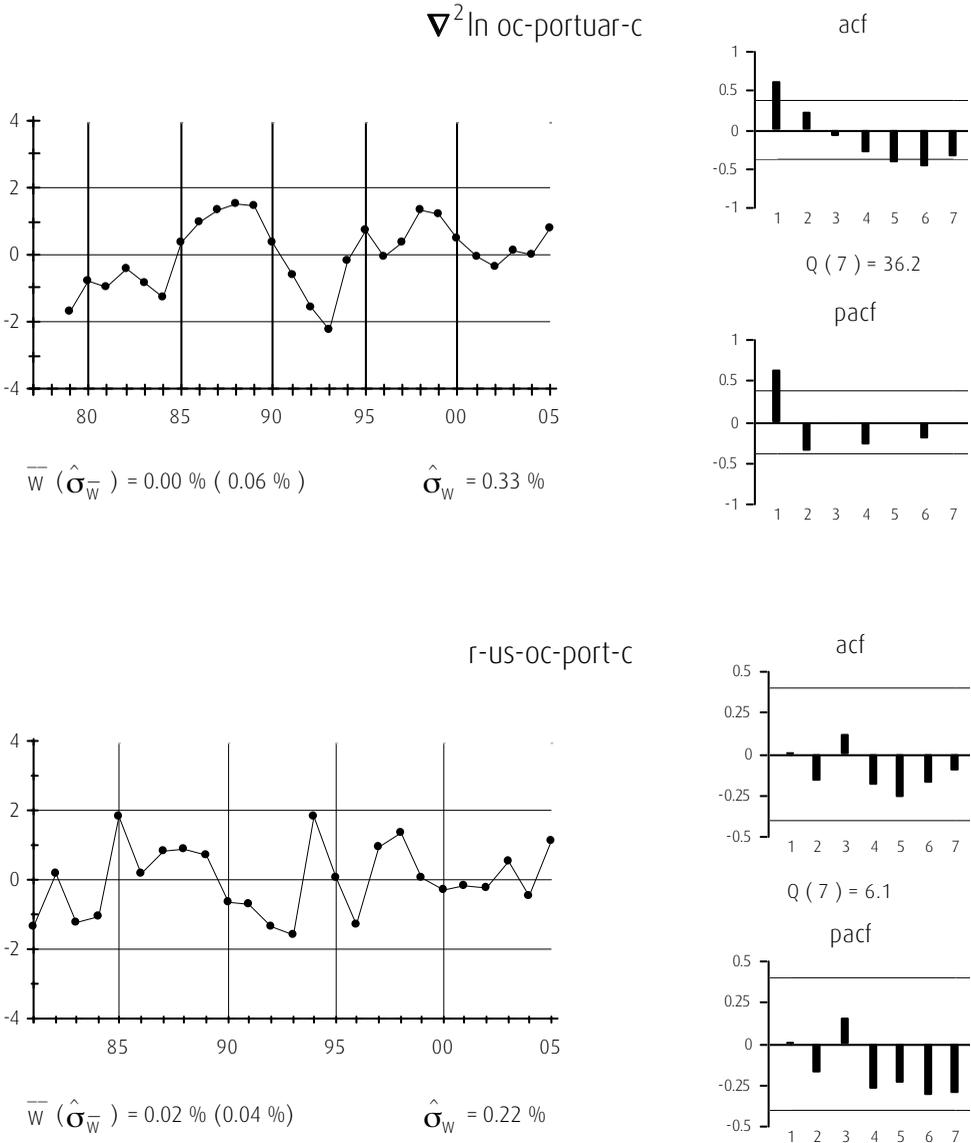


Gráfico 17

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES

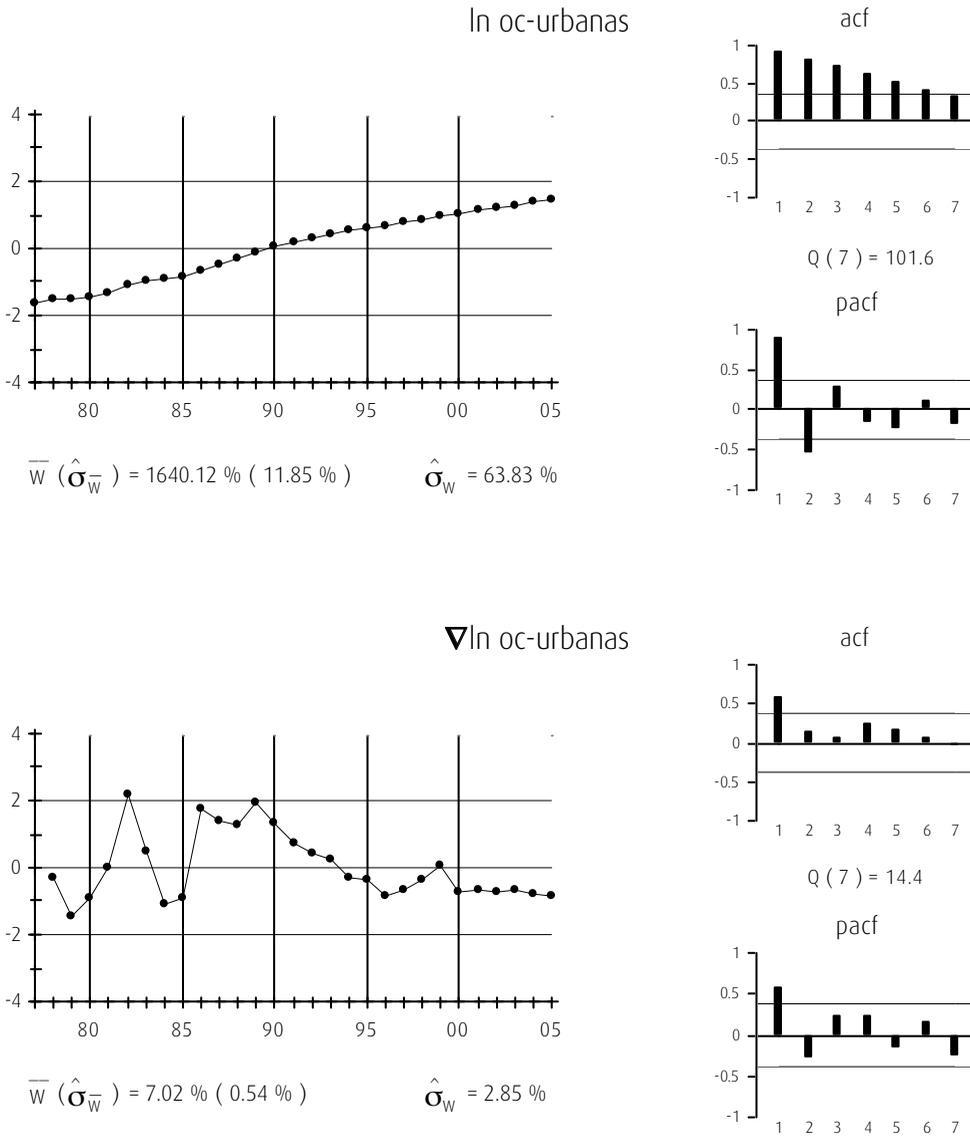


Gráfico 17 (continuación)

## ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES

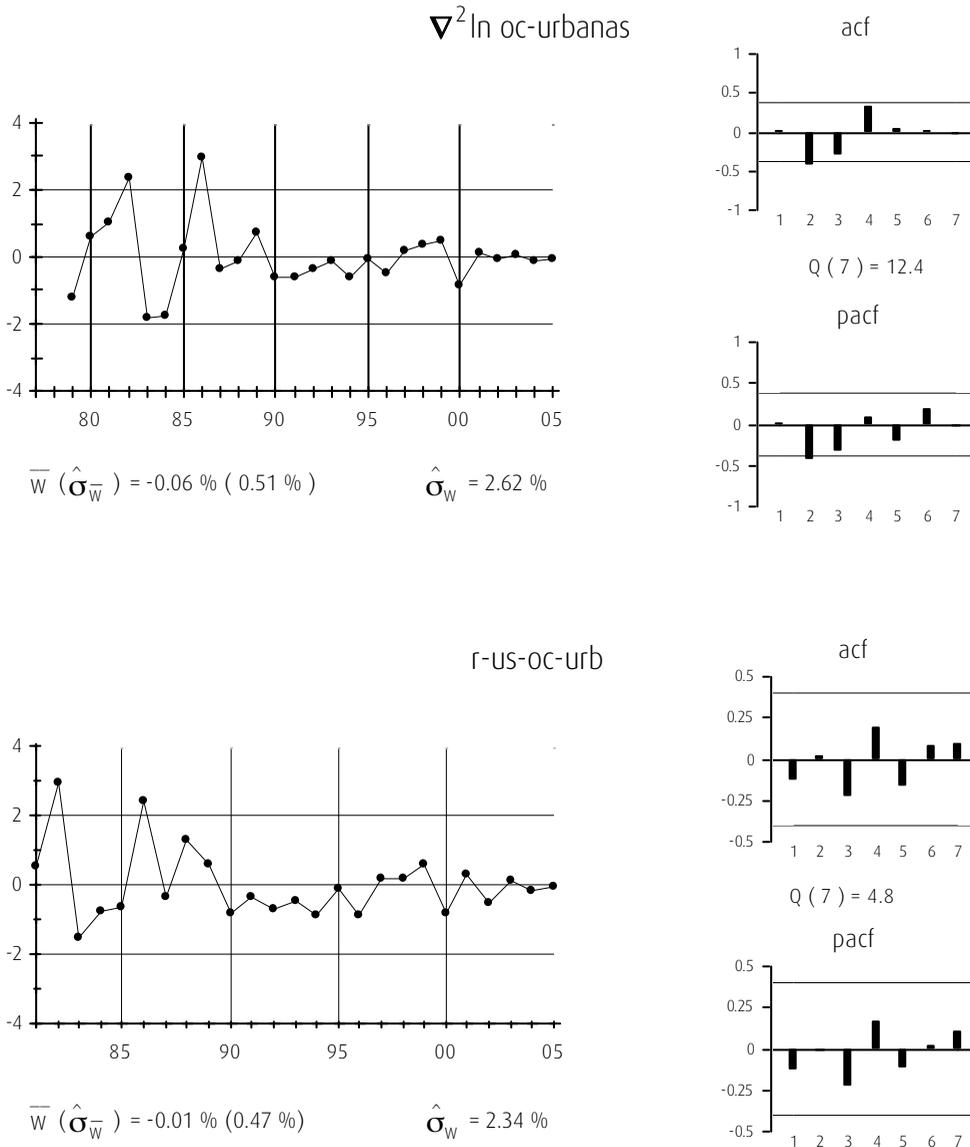
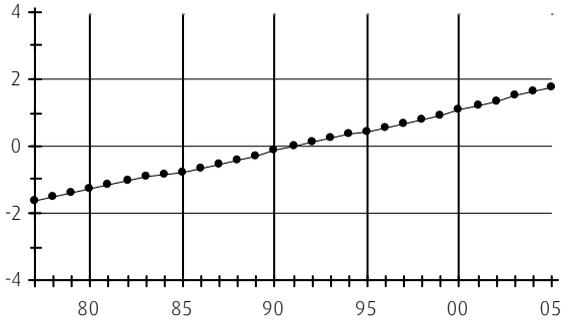


Gráfico 18

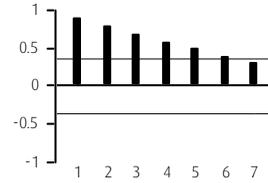
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES

ln oc-urbanas-c



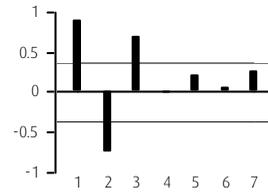
$\bar{W} (\hat{\sigma}_W) = 2127.88 \% ( 5.35 \% )$        $\hat{\sigma}_W = 28.79 \%$

acf

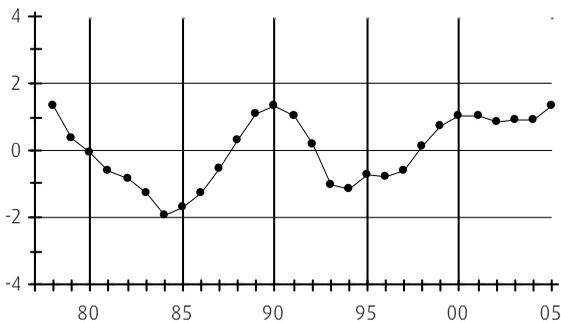


$Q(7) = 93.2$

pacf

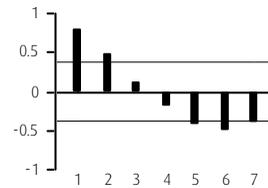


$\nabla$ ln oc-urbanas-c



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W) = 3.53 \% ( 0.11 \% )$        $\hat{\sigma}_W = 0.60 \%$

acf



$Q(7) = 51.9$

pacf

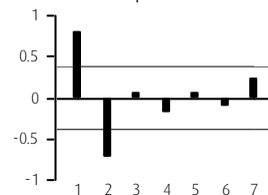


Gráfico 18 (continuación)

## ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES

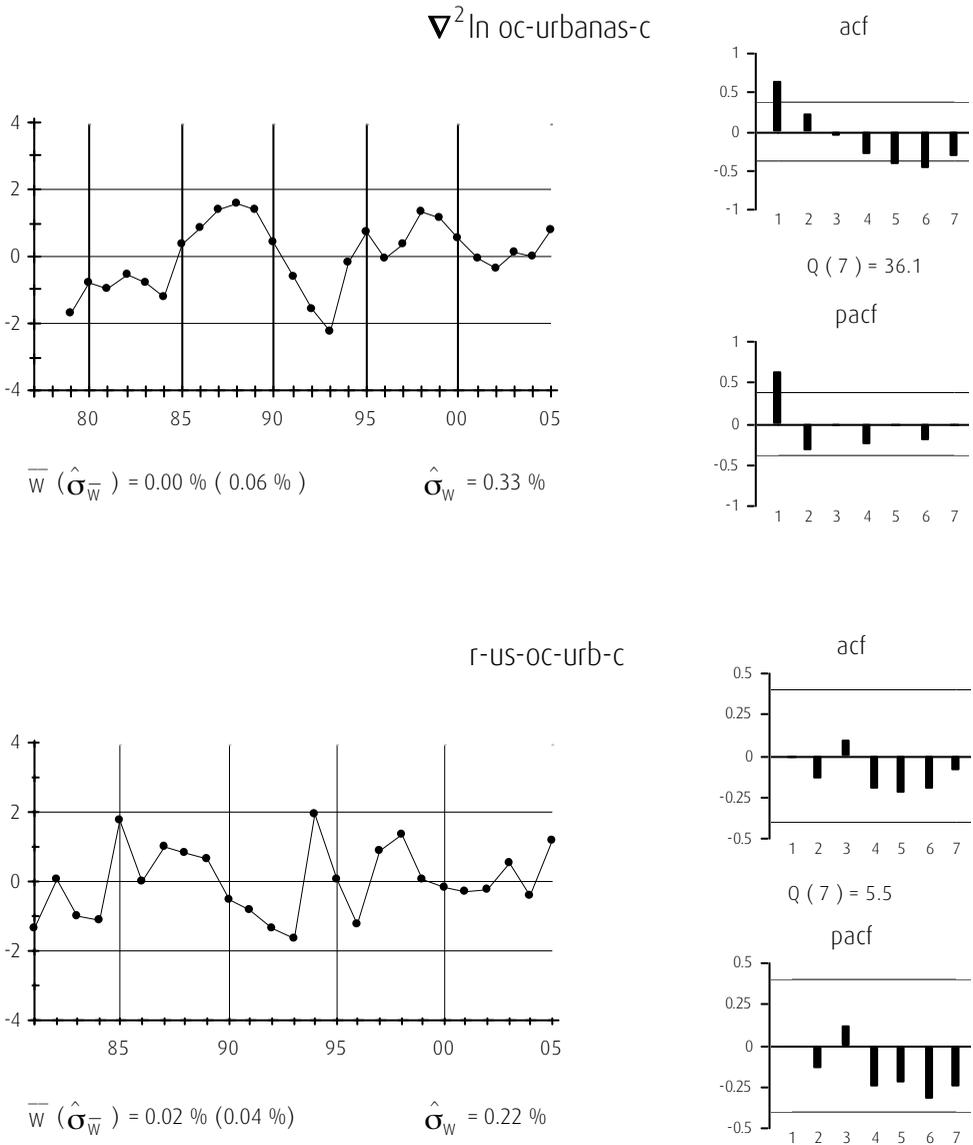
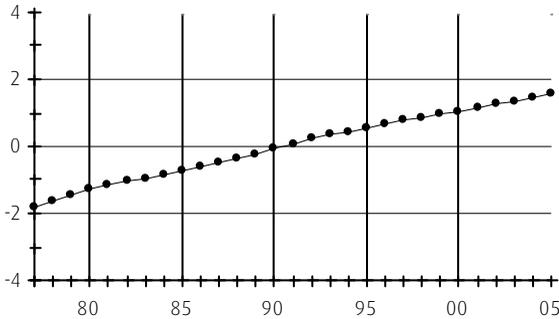


Gráfico 19

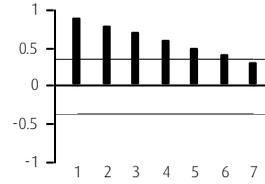
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES NO ESPECÍFICAS

ln oc-otras



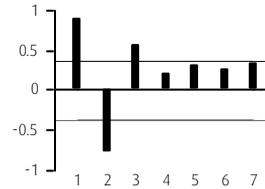
$\overline{W}(\hat{\sigma}_W) = 1996.76 \% (7.50 \%)$        $\hat{\sigma}_W = 40.38 \%$

acf

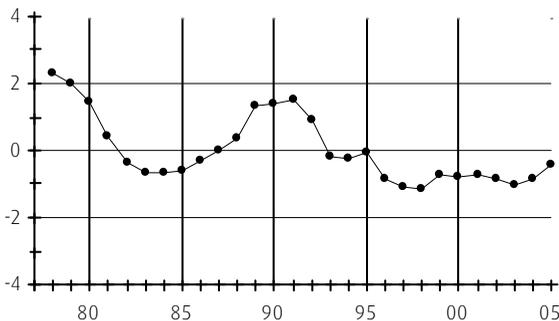


$Q(7) = 96.2$

pacf

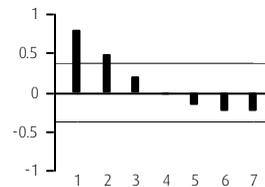


$\nabla$ ln oc-otras



$\overline{W}(\hat{\sigma}_W) = 4.85 \% (0.18 \%)$        $\hat{\sigma}_W = 0.94 \%$

acf



$Q(7) = 34.8$

pacf

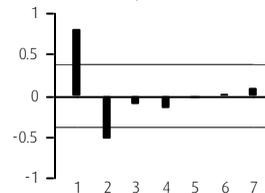


Gráfico 19 (continuación)

## ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES NO ESPECÍFICAS

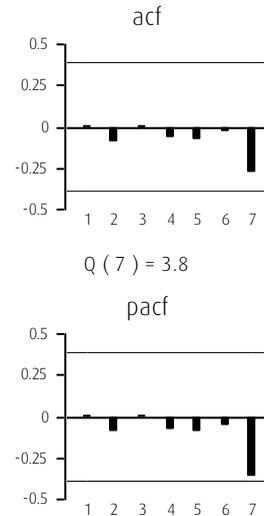
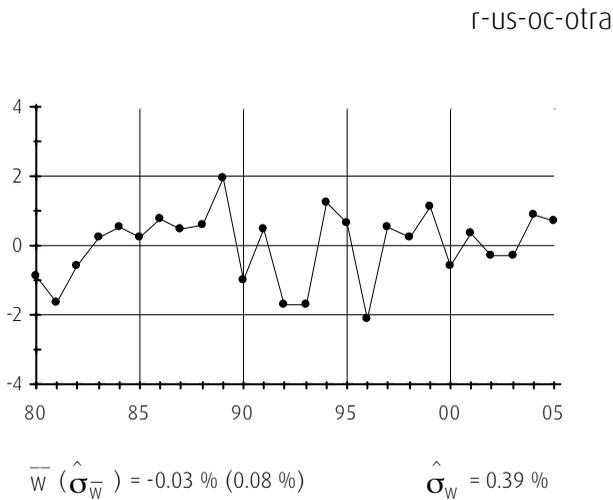
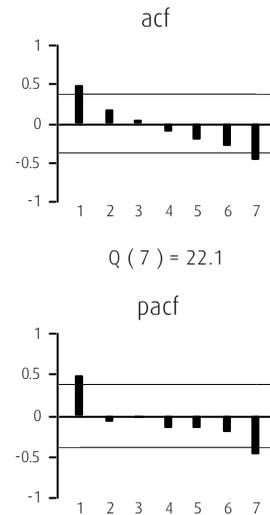
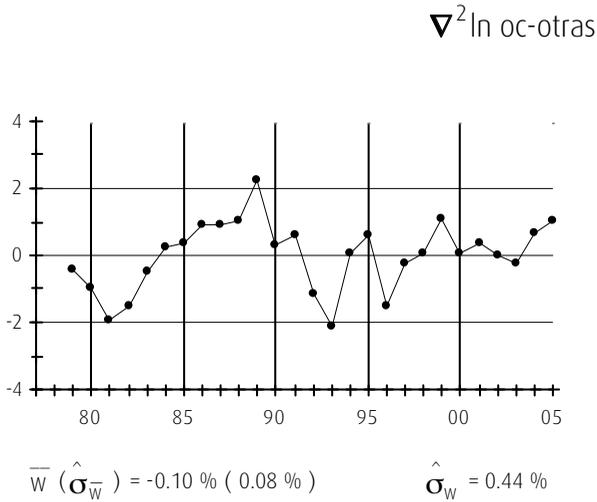
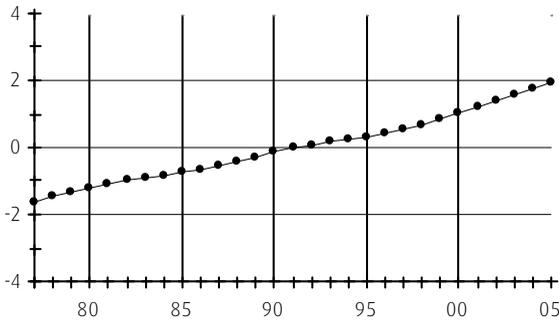


Gráfico 20

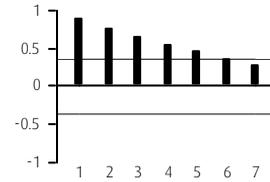
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES NO ESPECÍFICAS

ln oc-otras-c



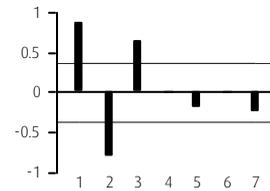
$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 2083.12 \% (4.30 \%) \quad \hat{\sigma}_{\bar{W}} = 23.16 \%$

acf

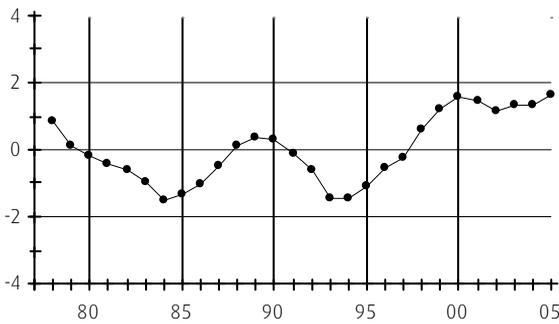


$Q(7) = 87.4$

pacf

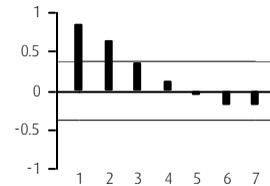


$\nabla$ ln oc-otras-c



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 2.94 \% (0.16 \%) \quad \hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.84 \%$

acf



$Q(7) = 43.0$

pacf

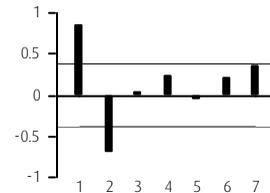
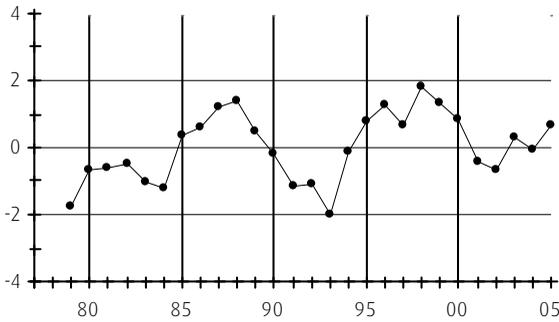


Gráfico 20 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES NO ESPECÍFICAS

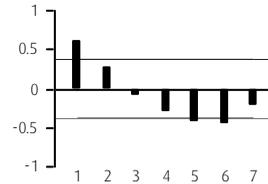
$\nabla^2 \ln \text{oc-otras-c}$



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.02 \% (0.07 \%)$

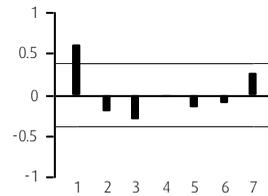
$\hat{\sigma}_W = 0.37 \%$

acf

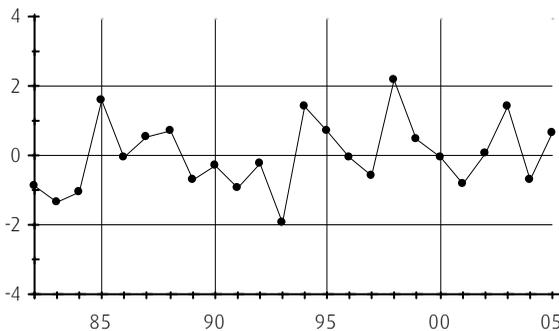


$Q(7) = 32.5$

pacf



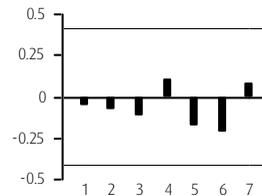
$r\text{-US-OC-otra-c}$



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.04 \% (0.05 \%)$

$\hat{\sigma}_W = 0.25 \%$

acf



$Q(7) = 3.9$

pacf

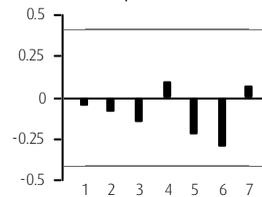


Gráfico 21

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE

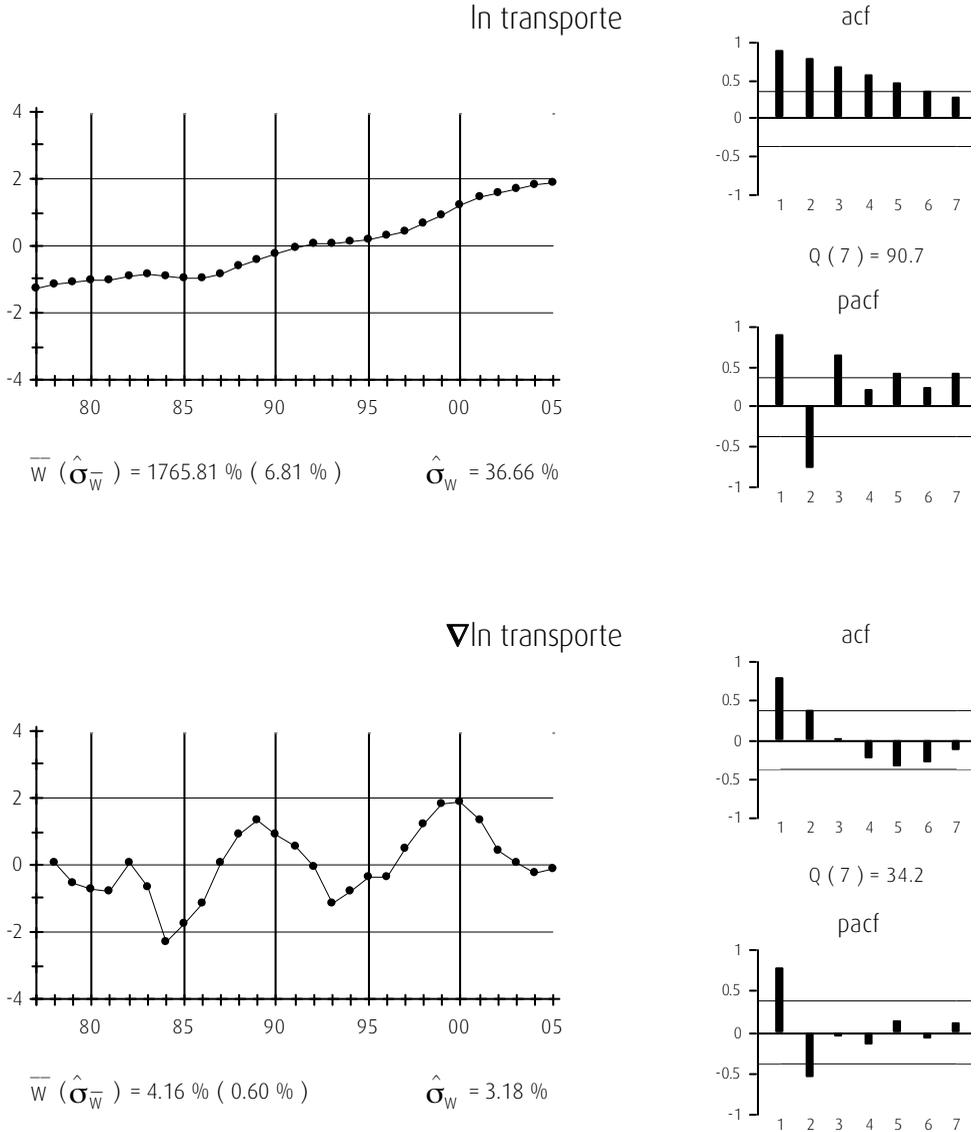
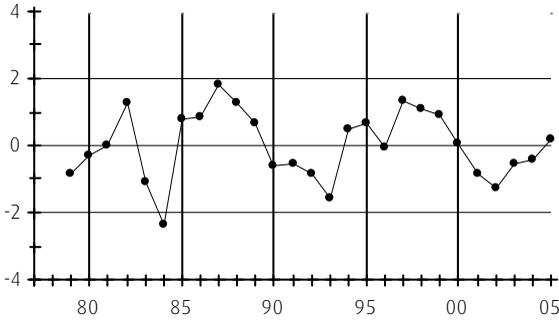


Gráfico 21 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE

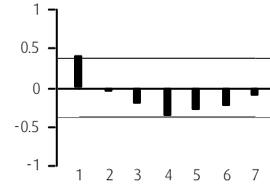
$\nabla^2 \ln \text{transporte}$



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = -0.02 \% (0.41 \%)$

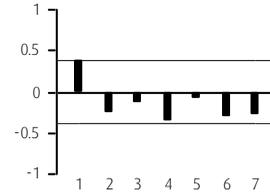
$\hat{\sigma}_W = 2.15 \%$

acf

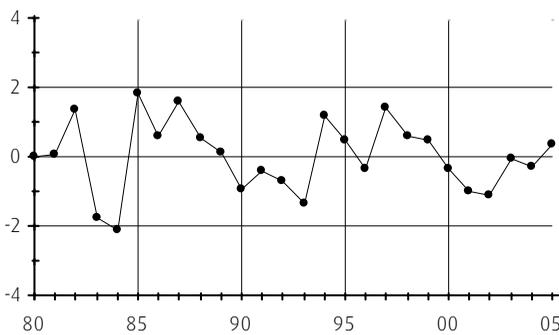


$Q(7) = 17.0$

pacf



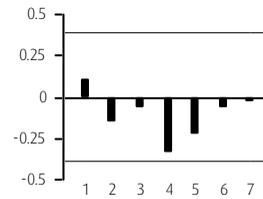
r-us-trans



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.06 \% (0.39 \%)$

$\hat{\sigma}_W = 1.98 \%$

acf



$Q(7) = 7.0$

pacf

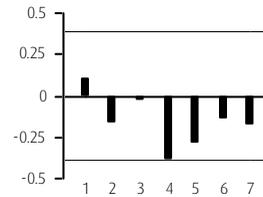
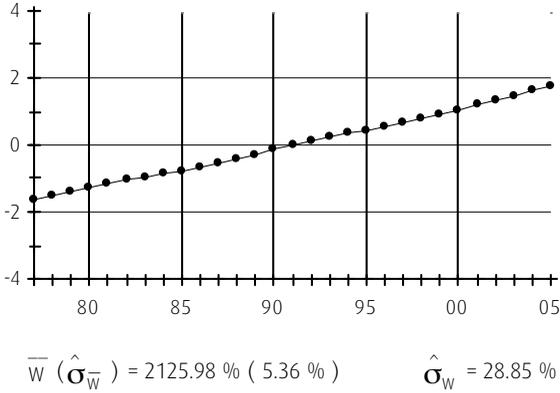


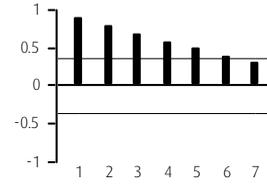
Gráfico 22

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE

ln transporte-c

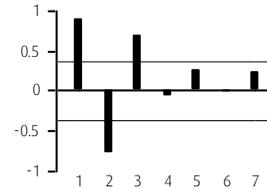


acf

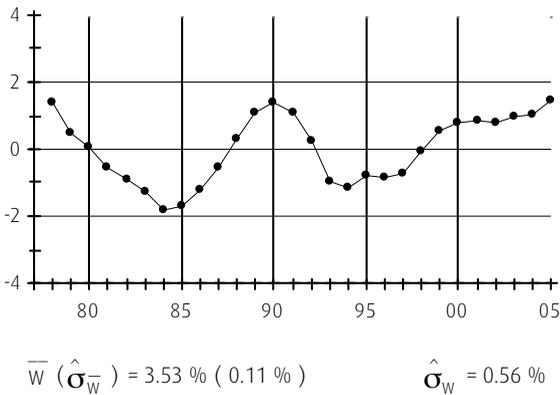


Q ( 7 ) = 93.4

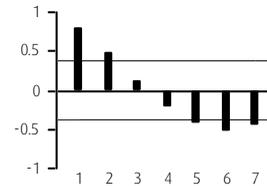
pacf



∇ln transporte-c



acf



Q ( 7 ) = 54.5

pacf

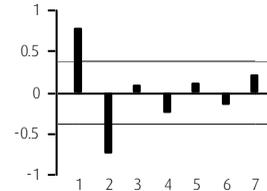


Gráfico 22 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE

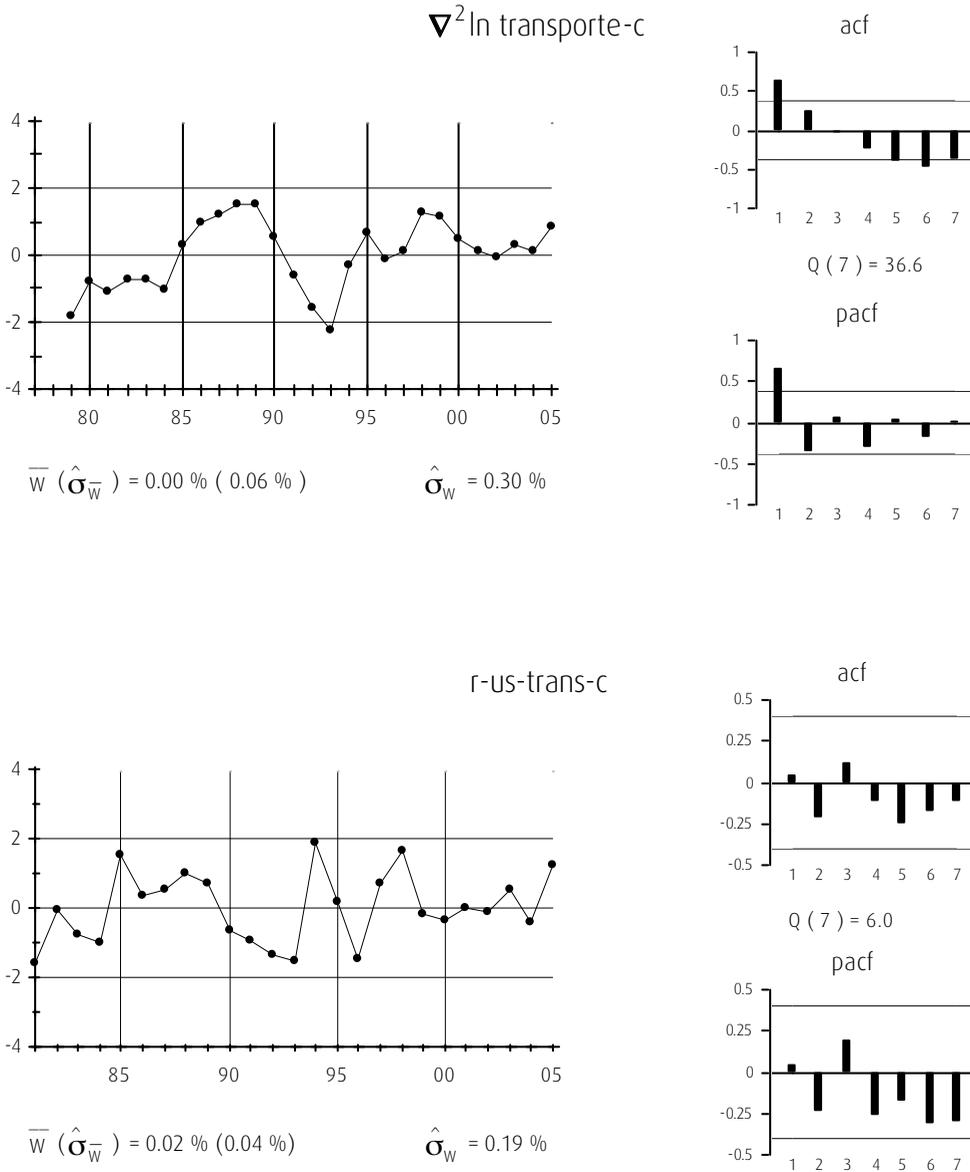


Gráfico 23

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR

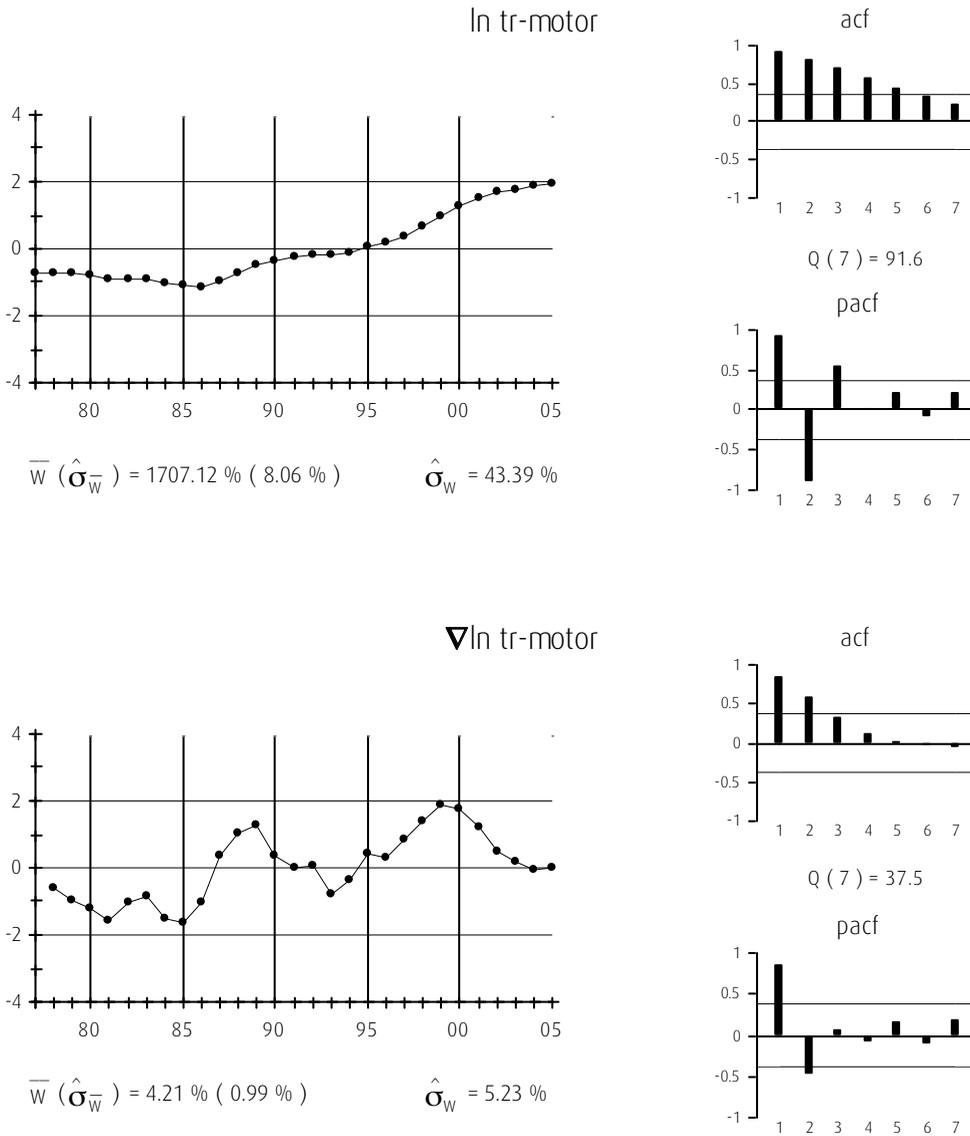


Gráfico 23 (continuación)

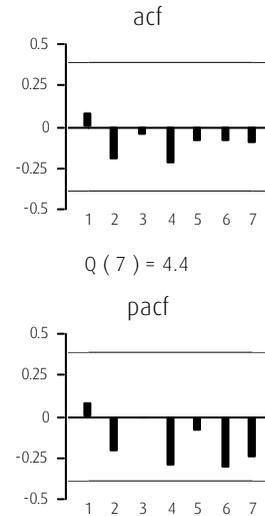
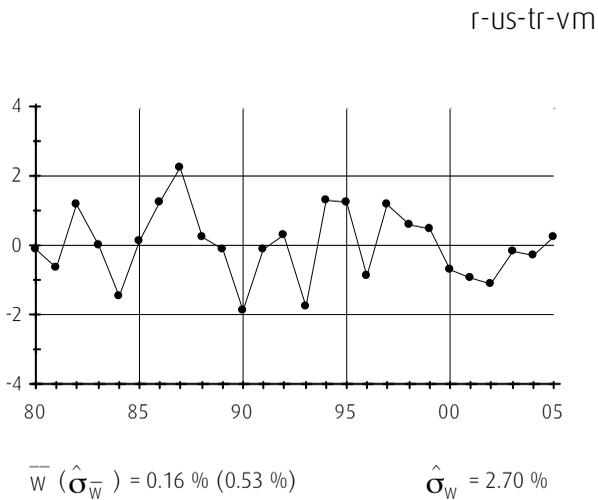
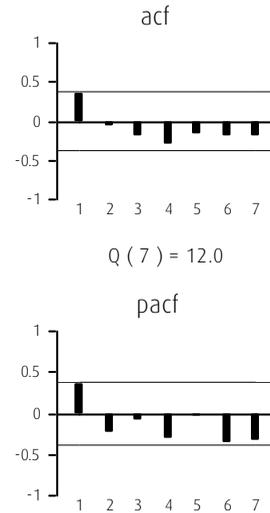
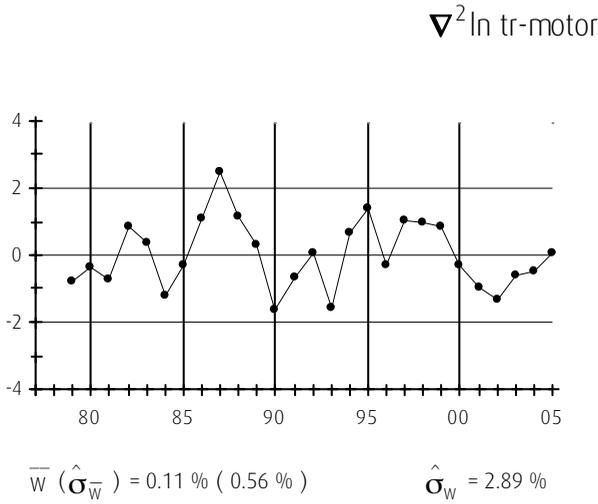
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO  
TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR

Gráfico 24

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR

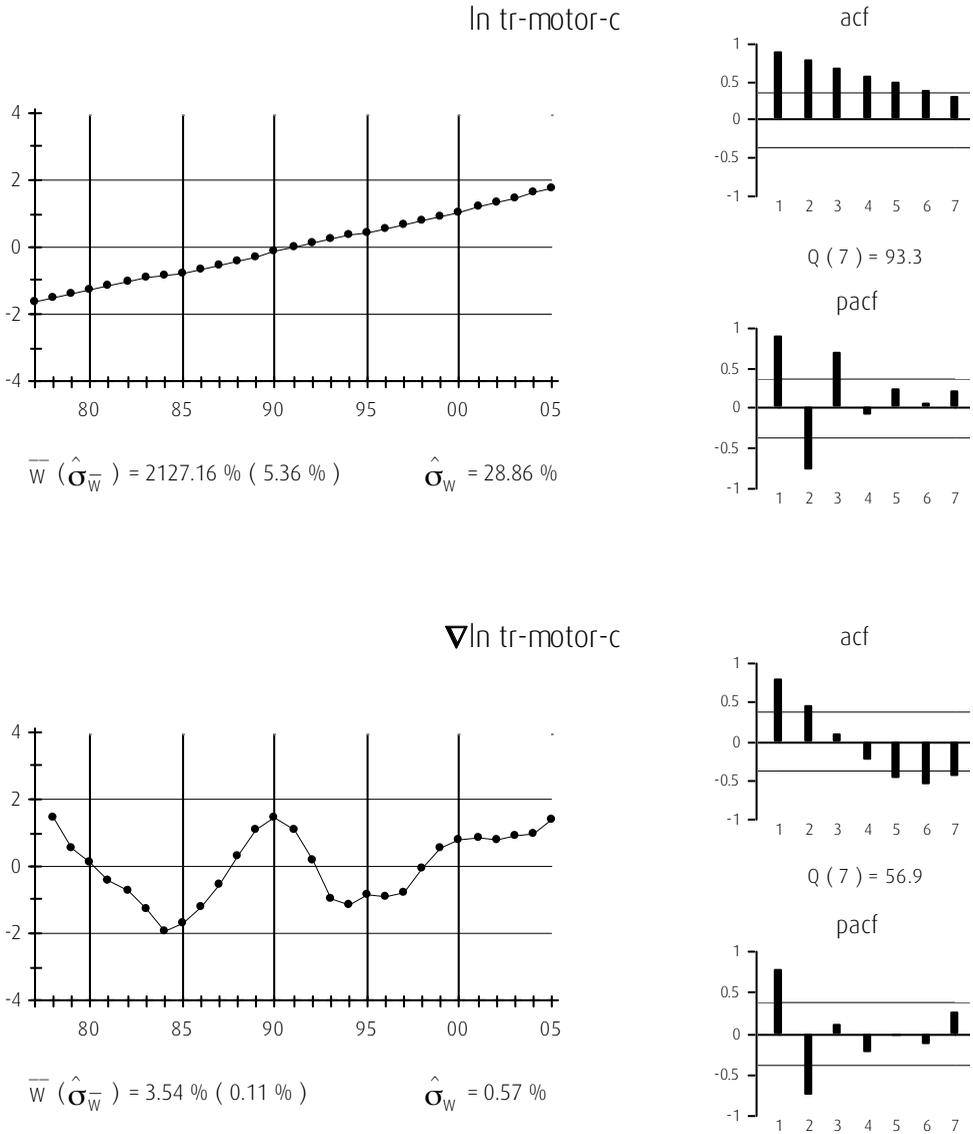


Gráfico 24 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR

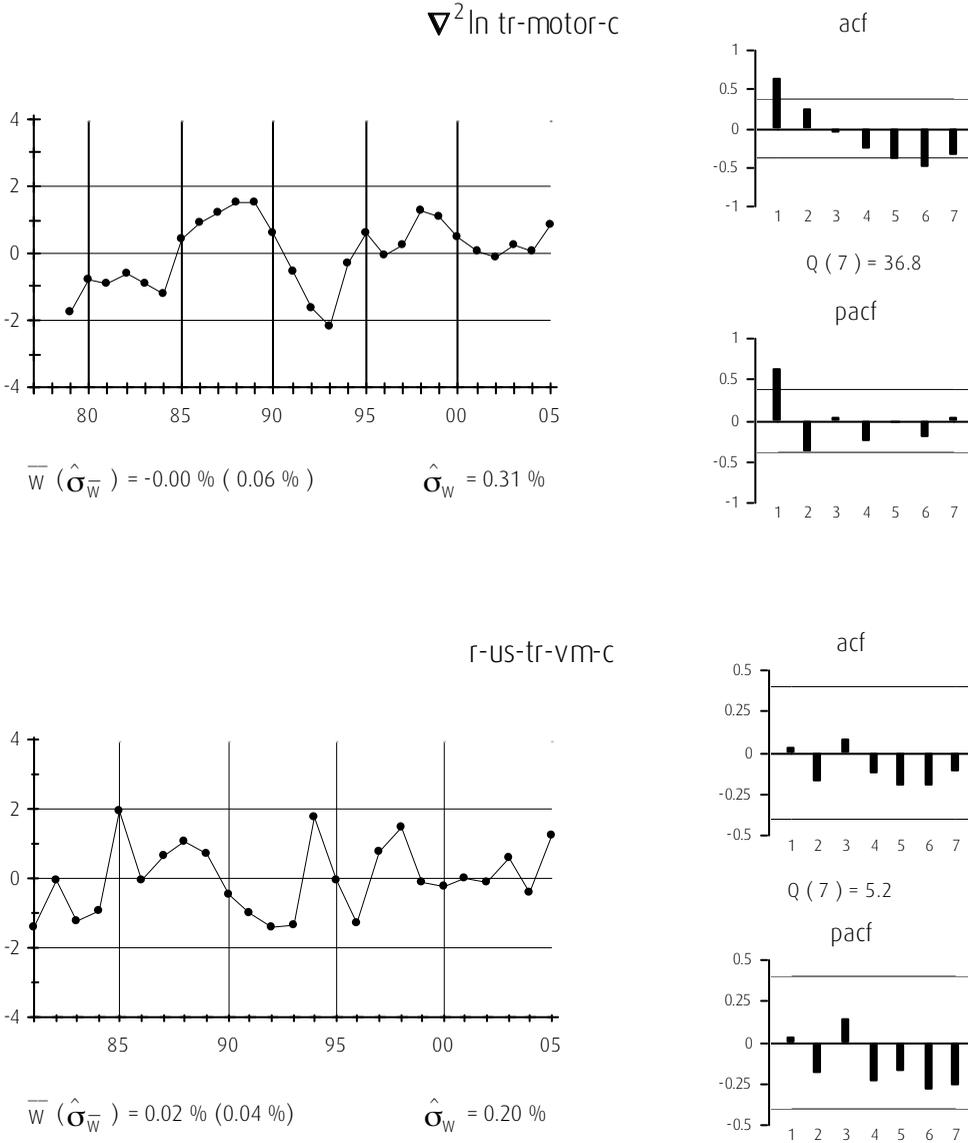
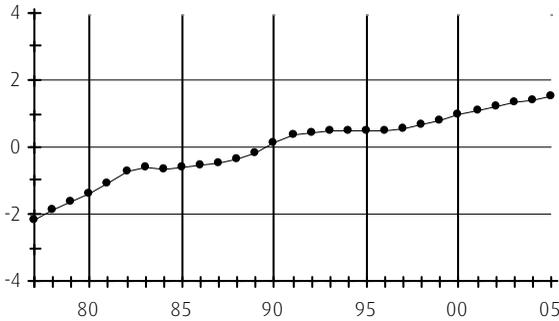


Grafico 25

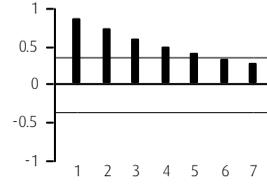
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO TRANSPORTE OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE

ln tr-otro



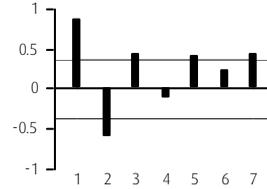
$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 1683.01 \% ( 5.71 \% )$        $\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 30.75 \%$

acf

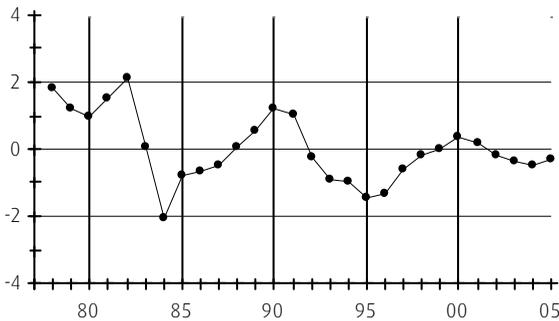


$Q(7) = 77.4$

pacf

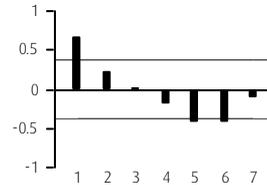


$\nabla$ ln tr-otro



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 4.07 \% ( 0.61 \% )$        $\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 3.21 \%$

acf



$Q(7) = 30.6$

pacf

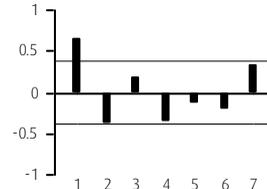


Gráfico 25 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO  
TRANSPORTE OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE

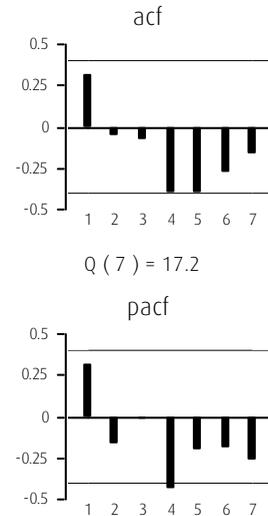
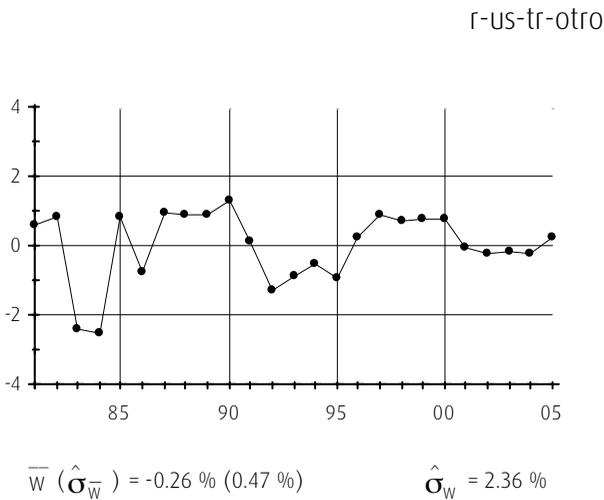
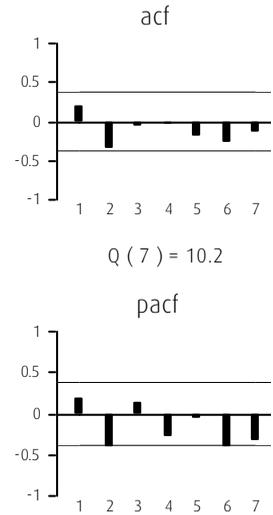
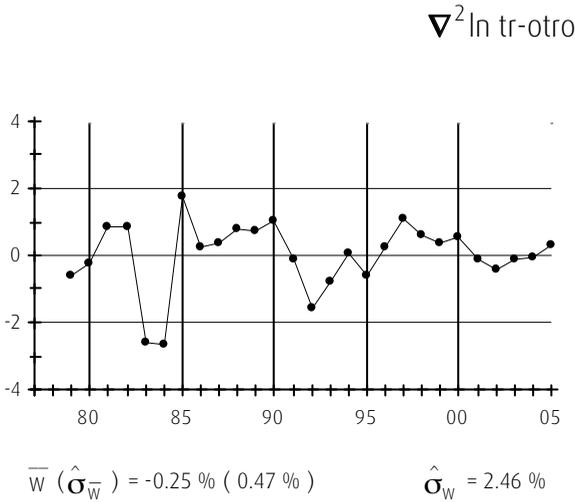
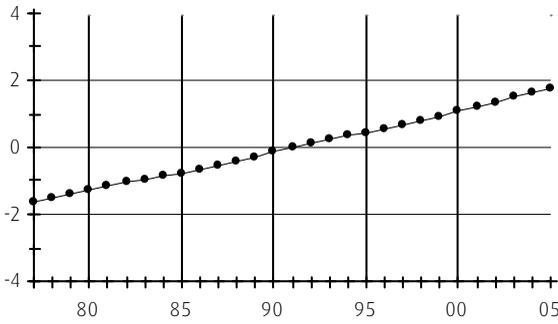


Grafico 26

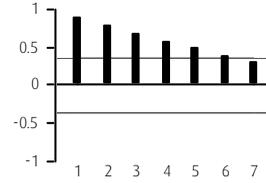
ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO TRANSPORTE OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE

ln tr-otro-c



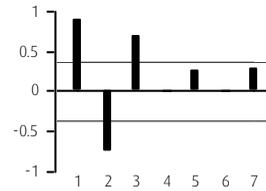
$\bar{W}(\hat{\sigma}_W) = 2127.51 \% (5.39 \%)$        $\hat{\sigma}_W = 29.04 \%$

acf

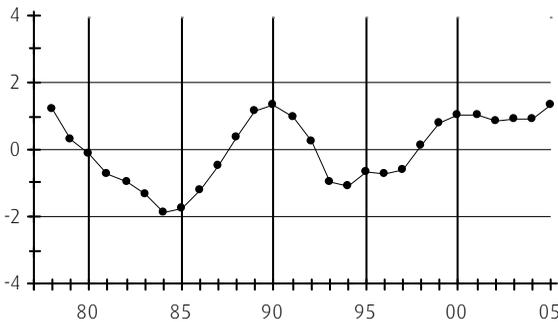


$Q(7) = 93.5$

pacf

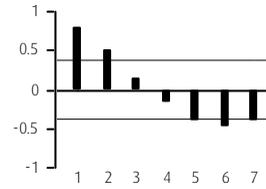


$\nabla$ ln tr-otro-c



$\bar{W}(\hat{\sigma}_W) = 3.55 \% (0.11 \%)$        $\hat{\sigma}_W = 0.59 \%$

acf



$Q(7) = 50.9$

pacf

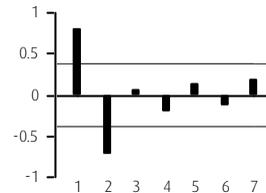


Gráfico 26 (continuación)

## ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO TRANSPORTE OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE

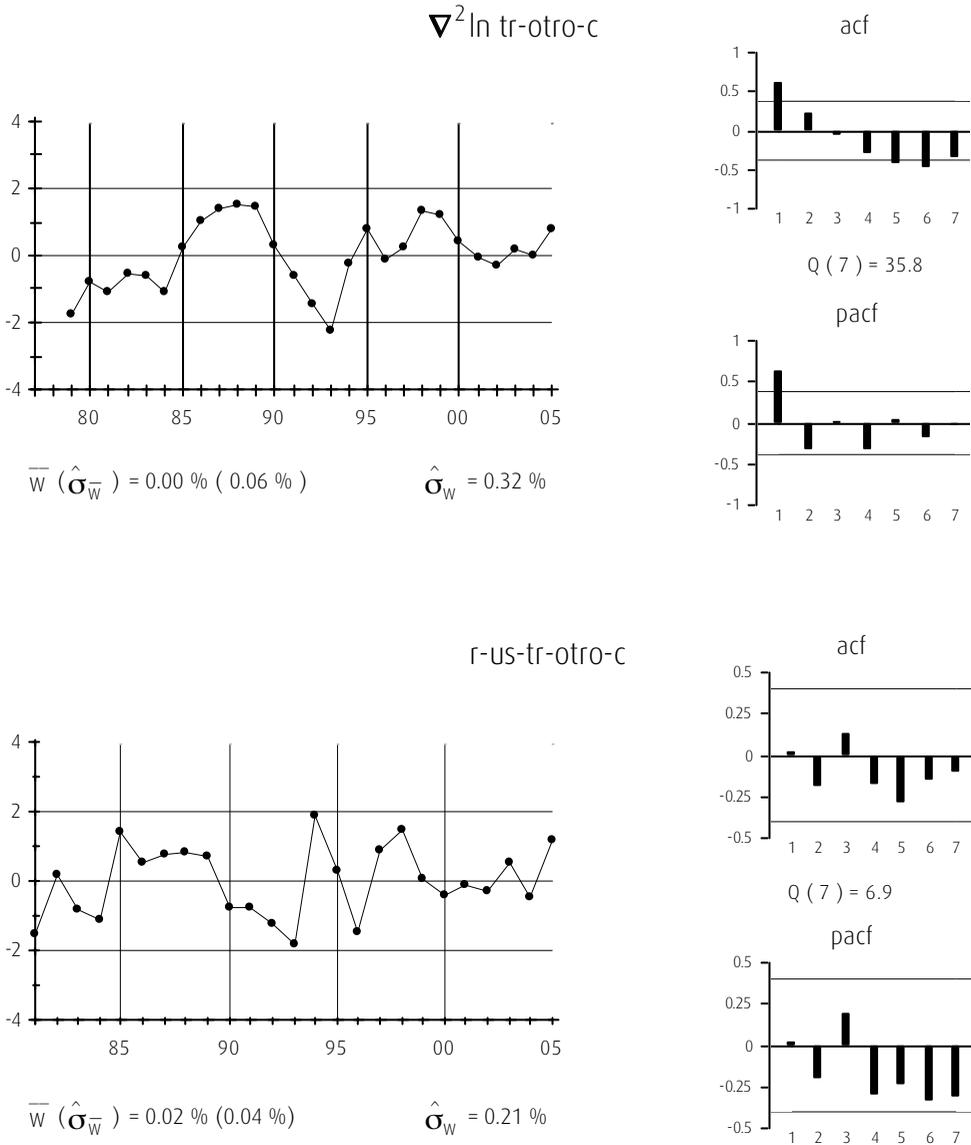


Gráfico 27

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA

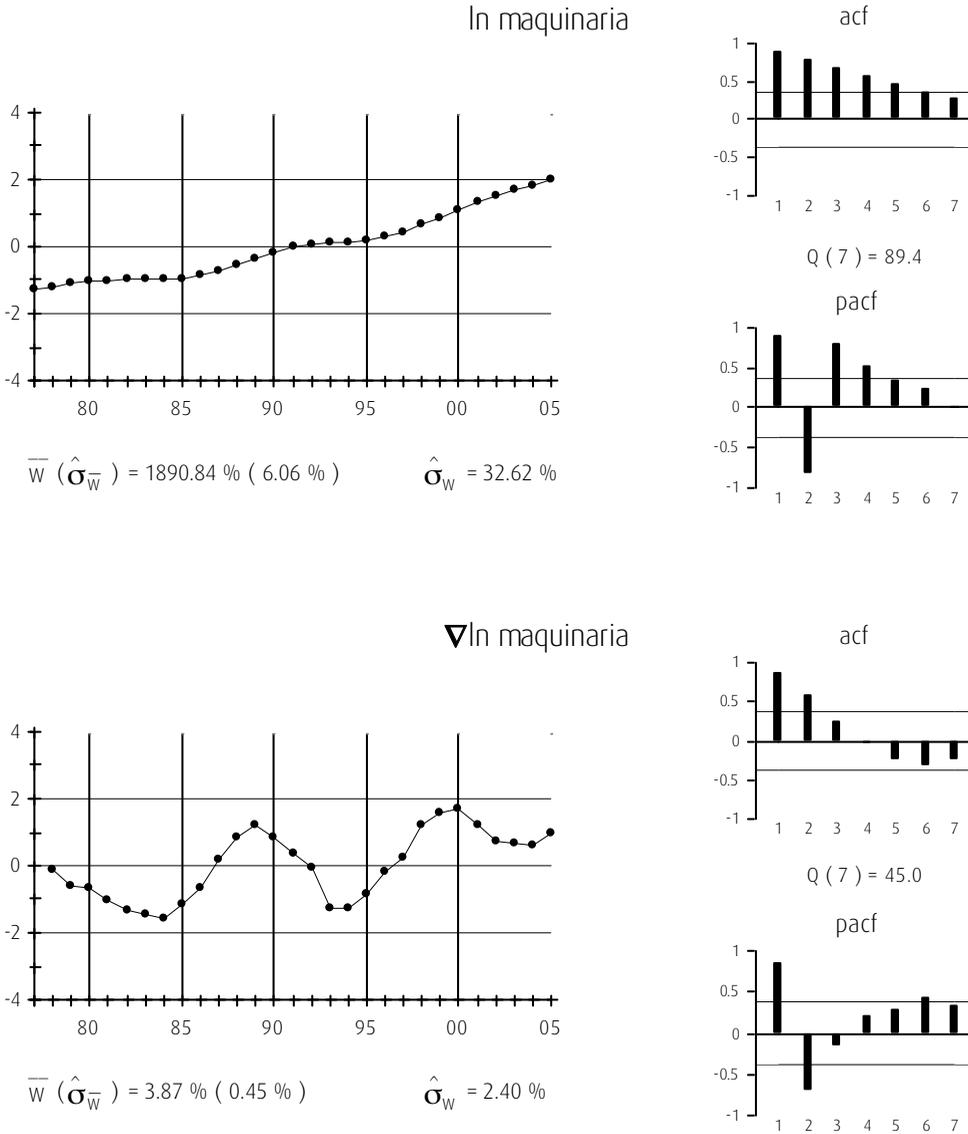
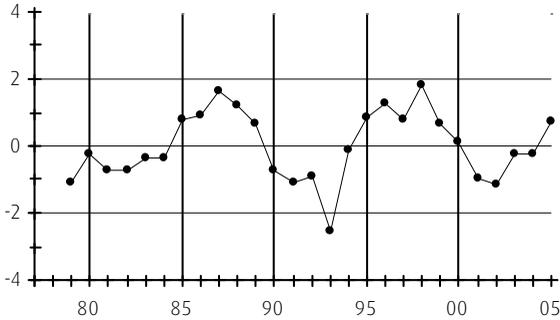


Gráfico 27 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA

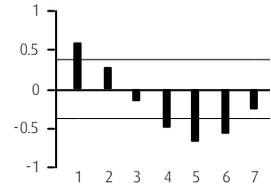
$\nabla^2 \ln$  maquinaria



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.10 \% (0.23 \%)$

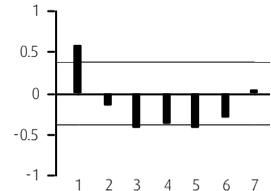
$\hat{\sigma}_W = 1.20 \%$

acf

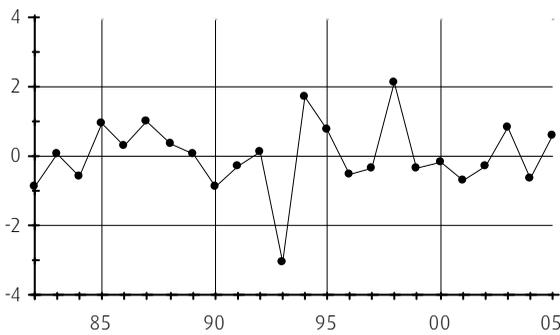


$Q(7) = 53.7$

pacf



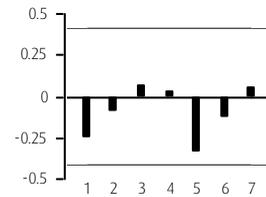
r-us-maquinaria



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.14 \% (0.18 \%)$

$\hat{\sigma}_W = 0.87 \%$

acf



$Q(7) = 6.8$

pacf

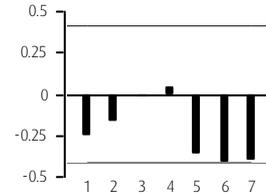


Gráfico 28

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA

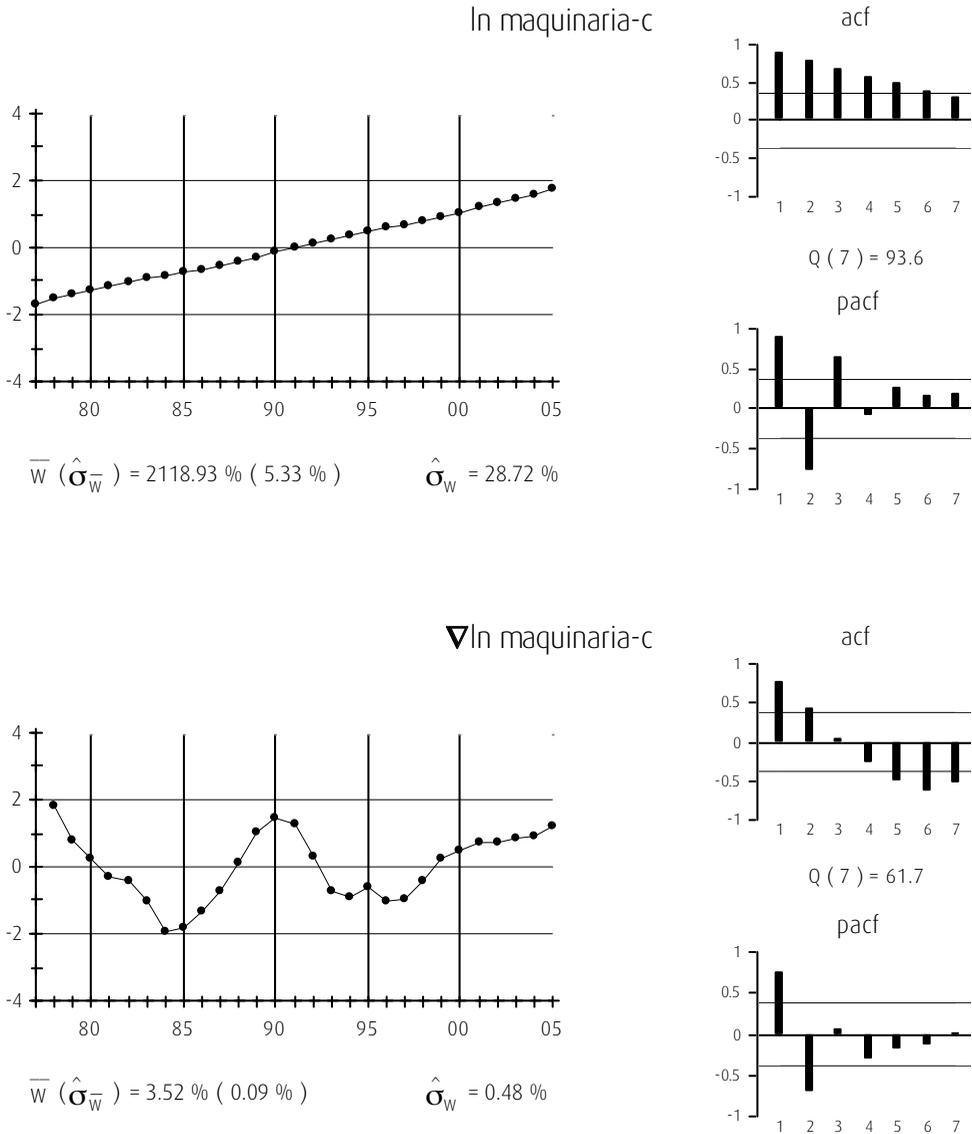


Gráfico 28 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA

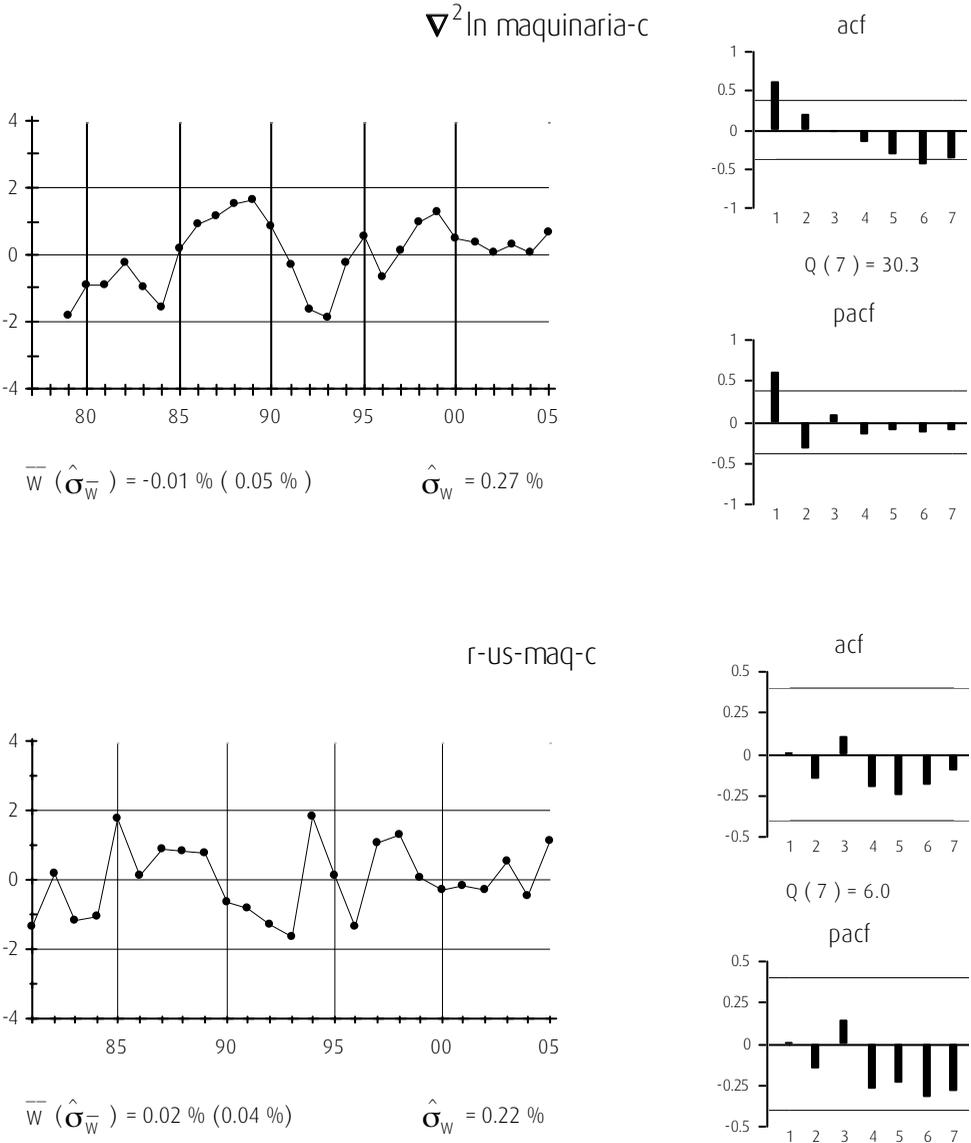
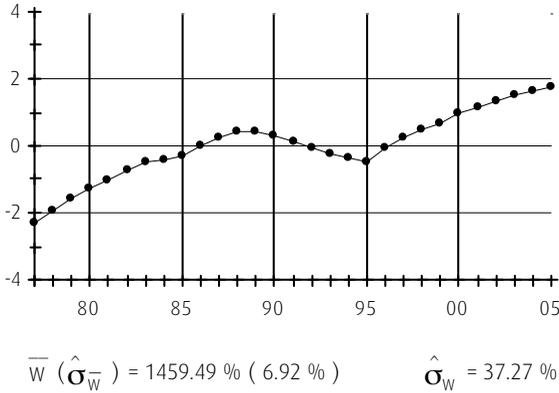


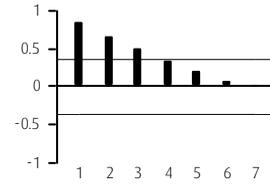
Gráfico 29

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA

ln mq-agricola

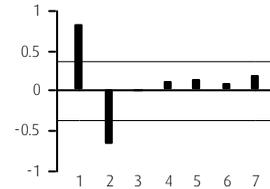


acf

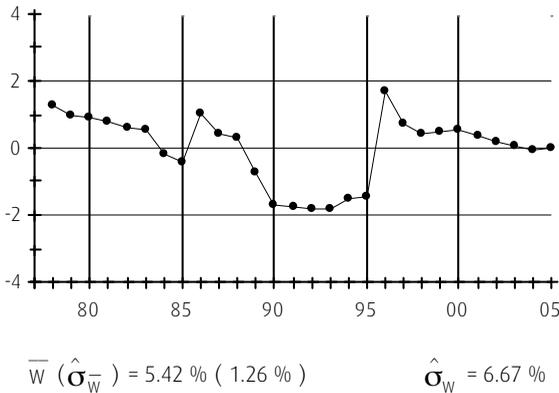


Q ( 7 ) = 50.3

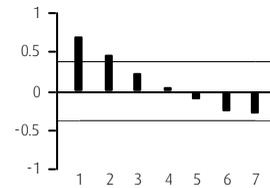
pacf



∇ln mq-agricola



acf



Q ( 7 ) = 29.4

pacf

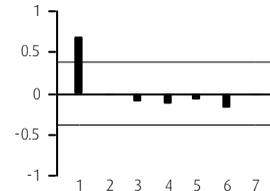


Grafico 29 (continuacion)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA

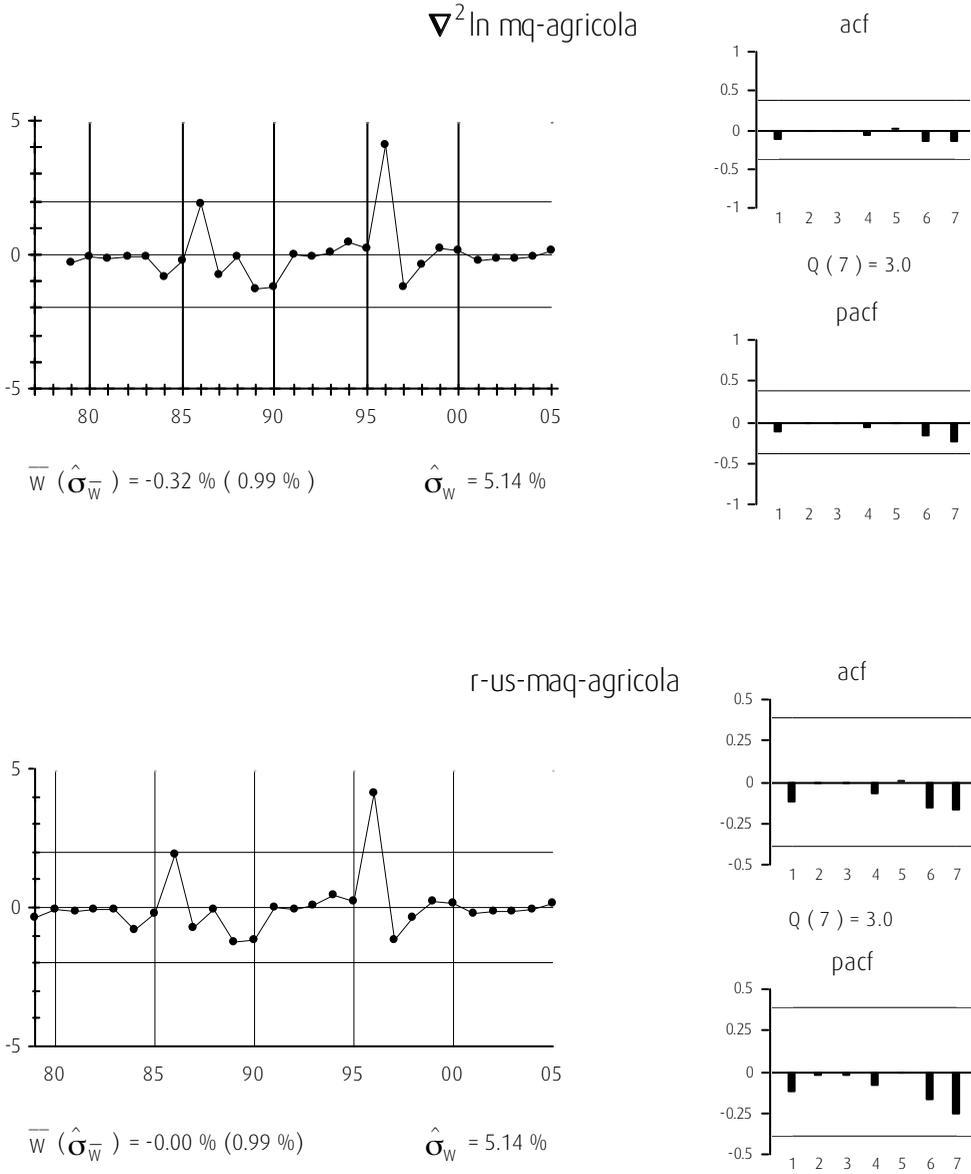
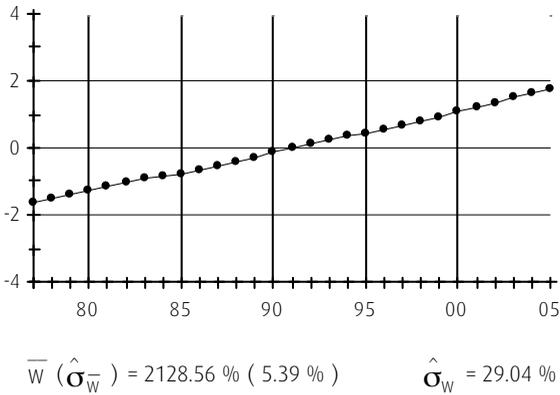


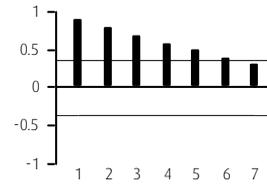
Grafico 30

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA

ln mq-agricola-c

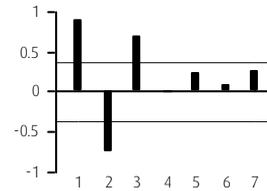


acf

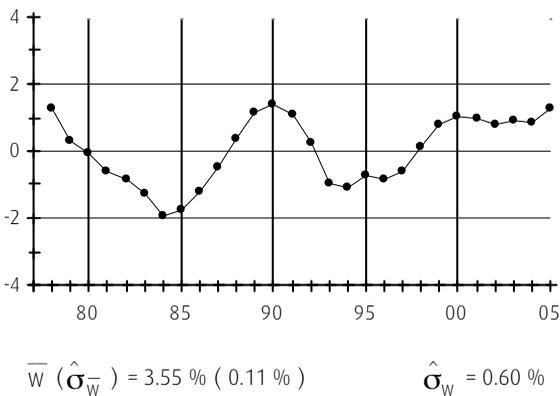


Q ( 7 ) = 93.5

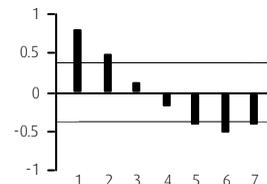
pacf



∇ln mq-agricola-c



acf



Q ( 7 ) = 53.5

pacf

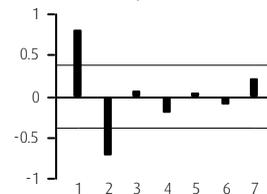


Gráfico 30 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA

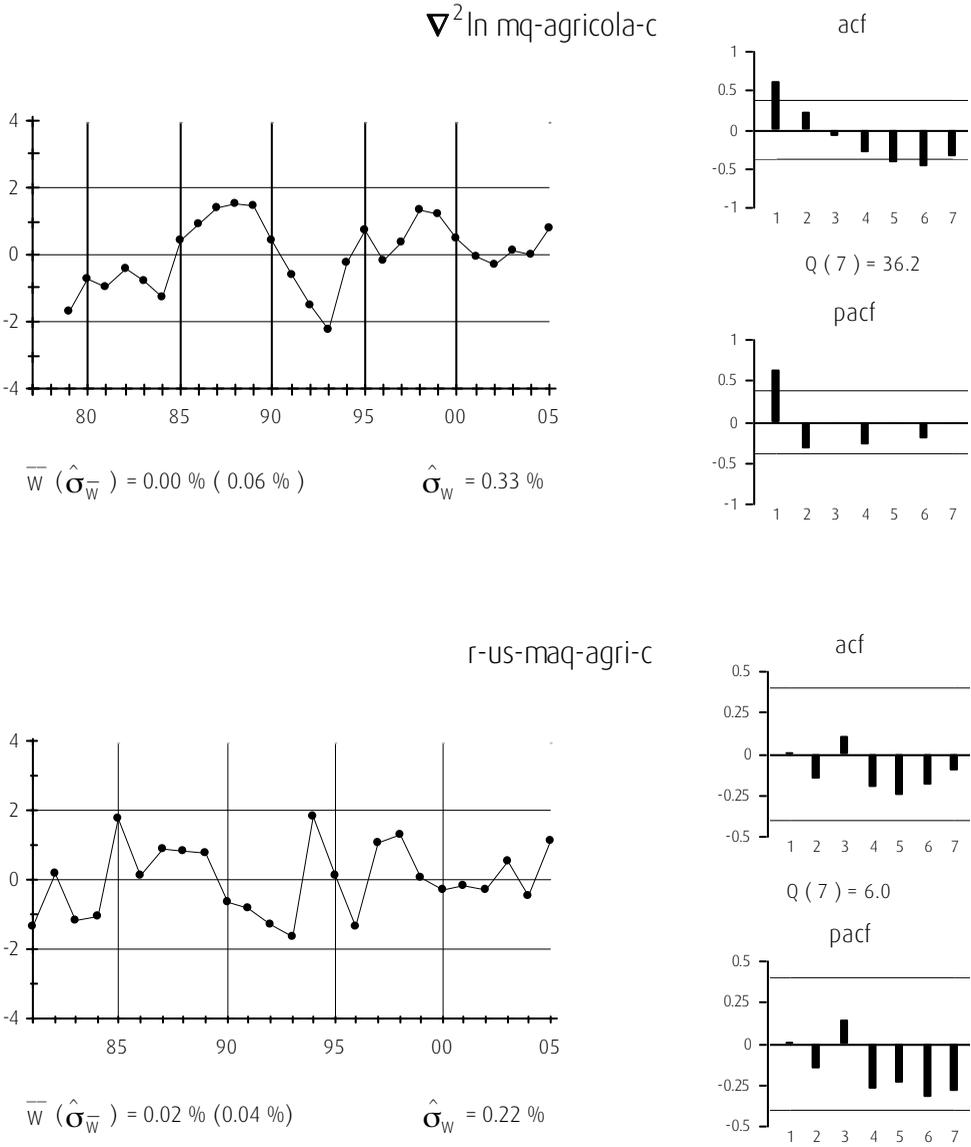
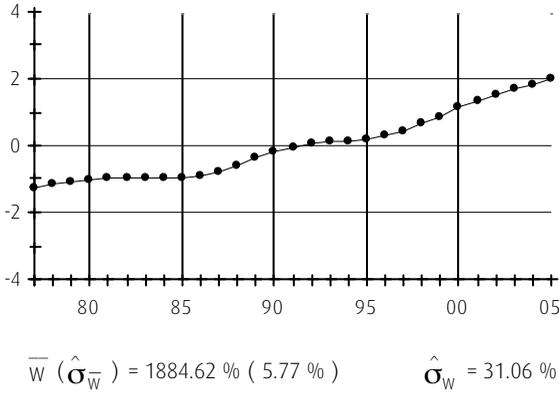


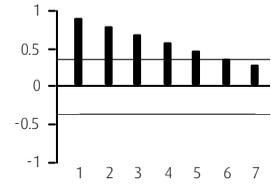
Grafico 31

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA DE PRODUCTOS METÁLICOS

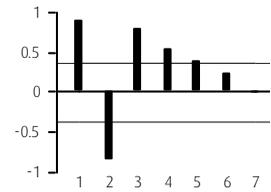
ln mq-metalicos



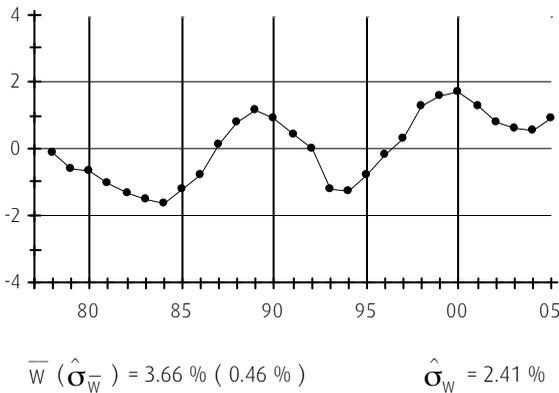
acf



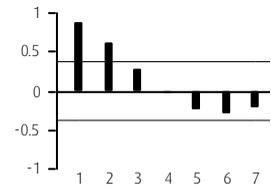
pacf



∇ln mq-metalicos



acf



pacf

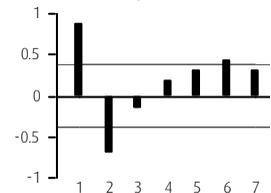
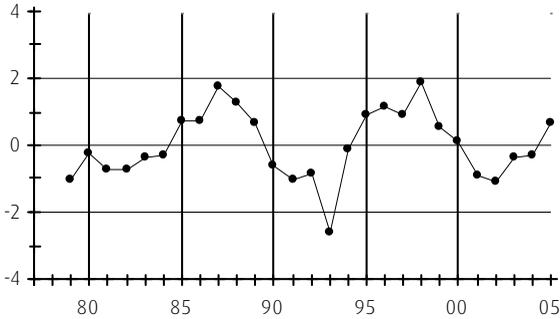


Gráfico 31 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA DE PRODUCTOS METÁLICOS

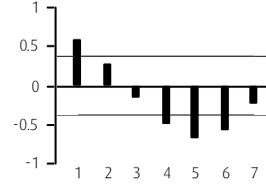
$\nabla^2 \ln$  mq-metalicos



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.09 \% (0.23 \%)$

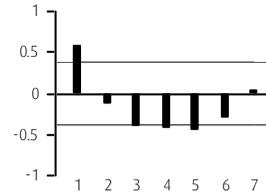
$\hat{\sigma}_W = 1.21 \%$

acf

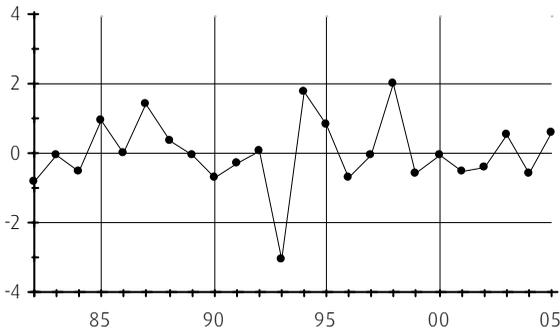


$Q(7) = 54.1$

pacf



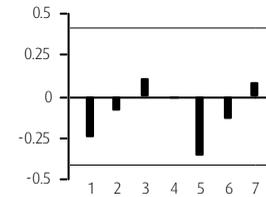
r-us-maq-met



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.14 \% (0.18 \%)$

$\hat{\sigma}_W = 0.88 \%$

acf



$Q(7) = 7.7$

pacf

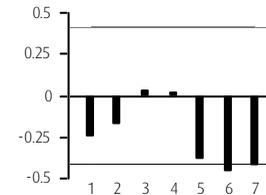
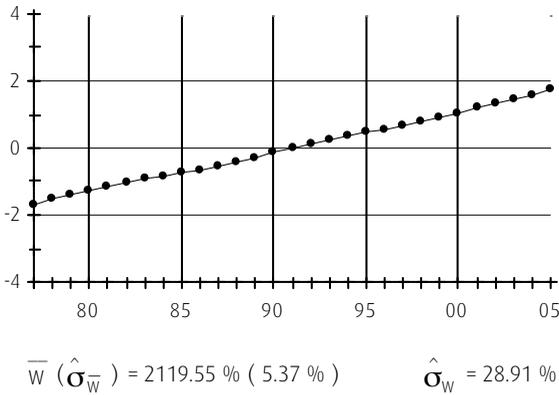


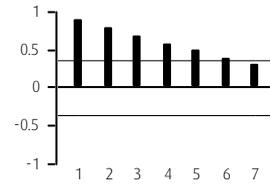
Grafico 32

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA PRODUCTOS METÁLICOS

ln mq-metali-c

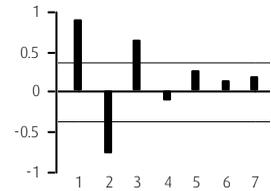


acf

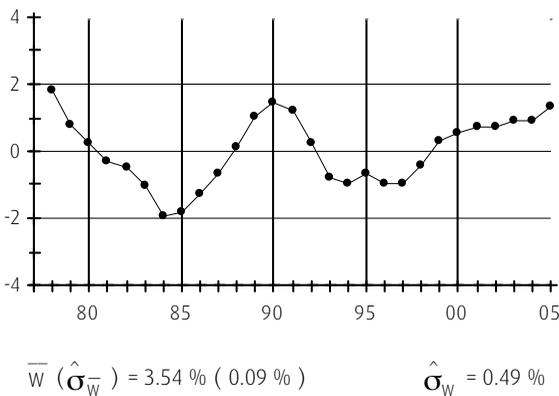


Q ( 7 ) = 93.5

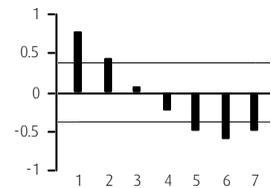
pacf



∇ln mq-metali-c



acf



Q ( 7 ) = 60.1

pacf

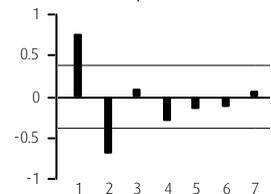


Grafico 32 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA PRODUCTOS METÁLICOS

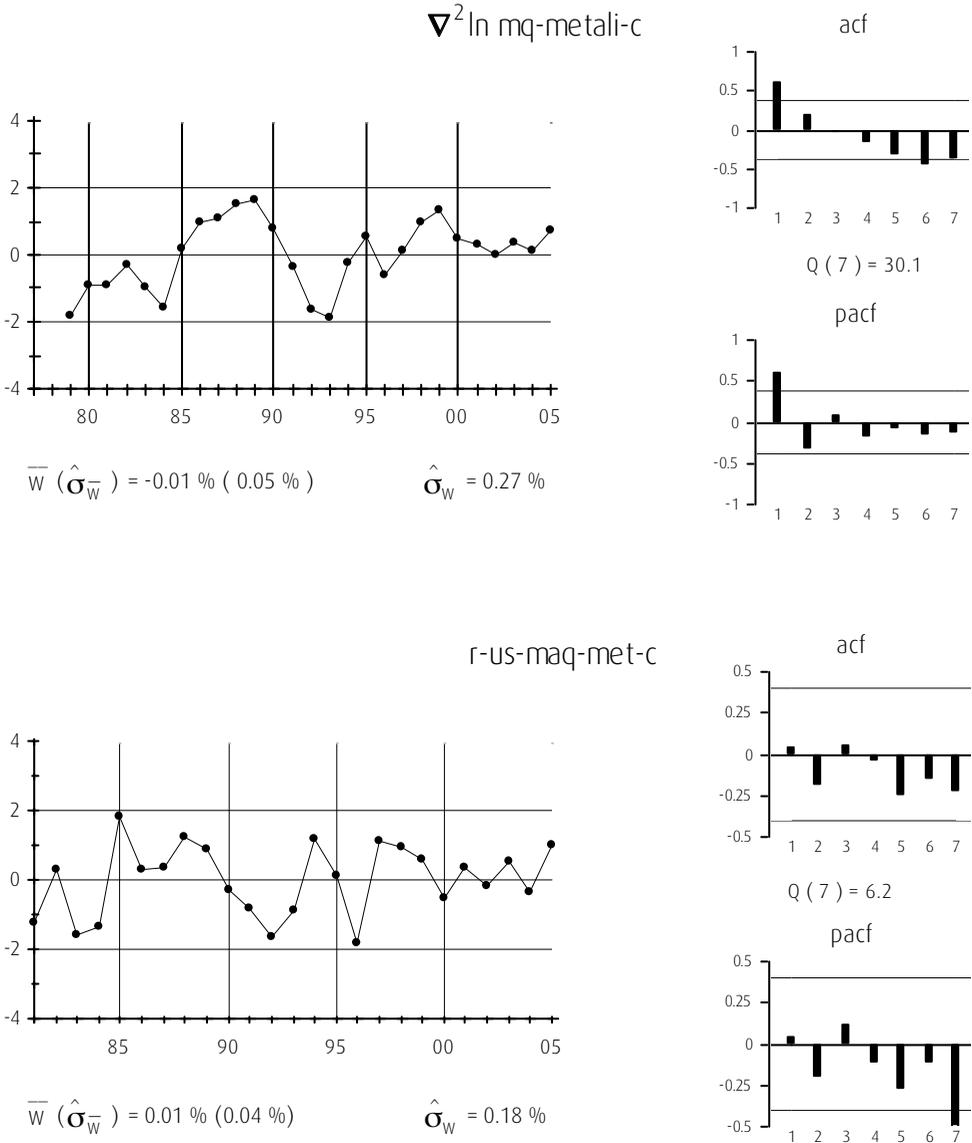
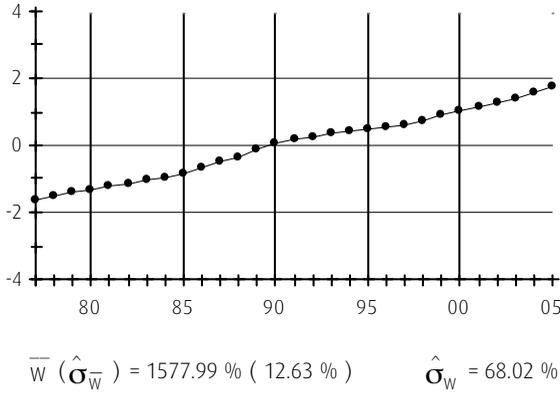


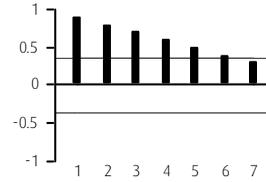
Gráfico 33

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE

ln mq-otros

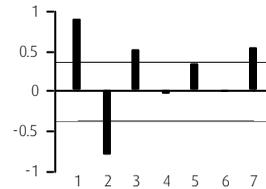


acf

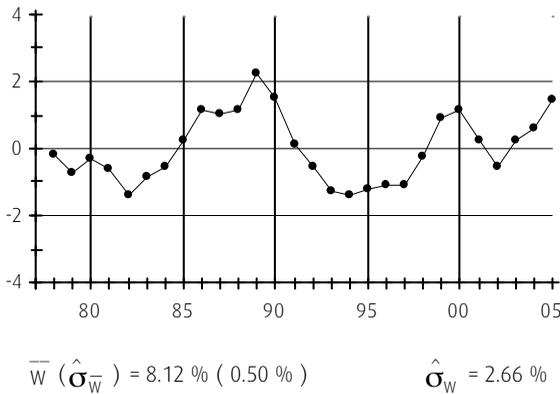


Q ( 7 ) = 95.1

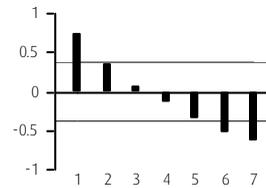
pacf



∇ln mq-otros



acf



Q ( 7 ) = 53.0

pacf

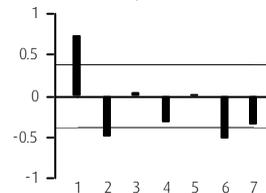


Grafico 33 (continuación)

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE

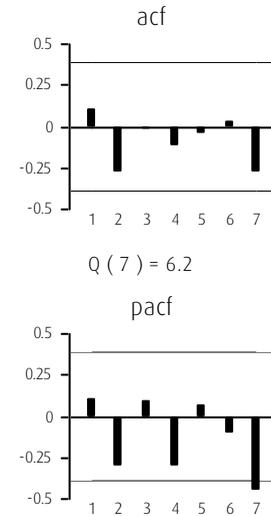
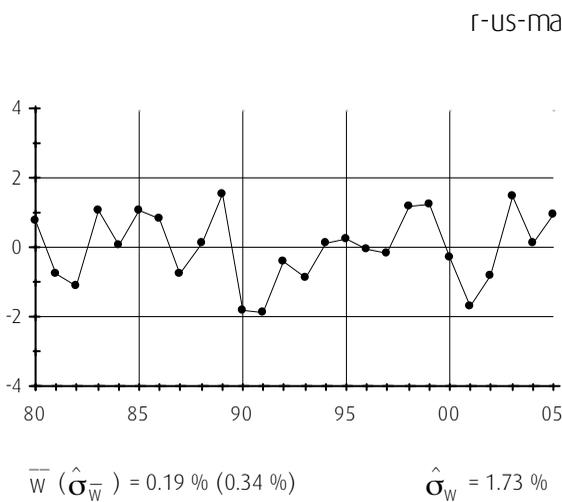
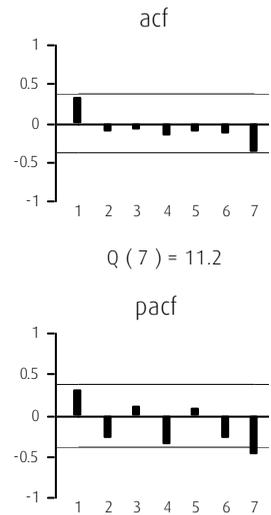
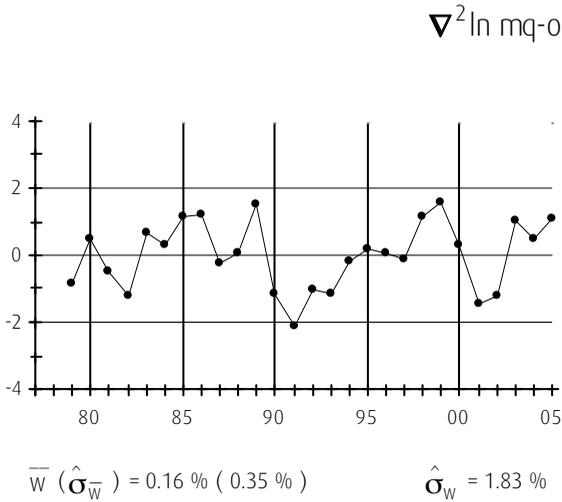
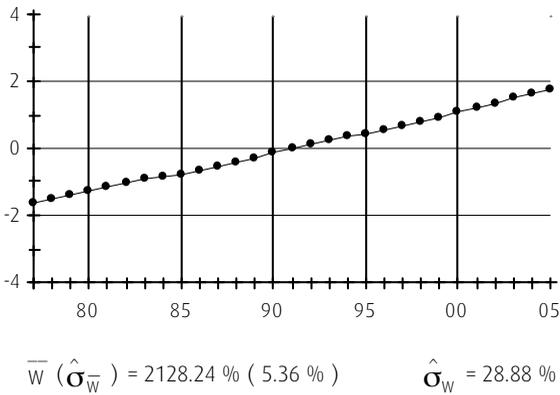


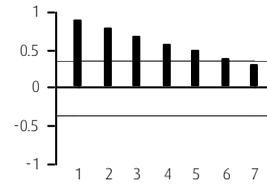
Grafico 34

ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE

ln mq-otros-c

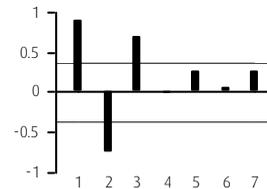


acf

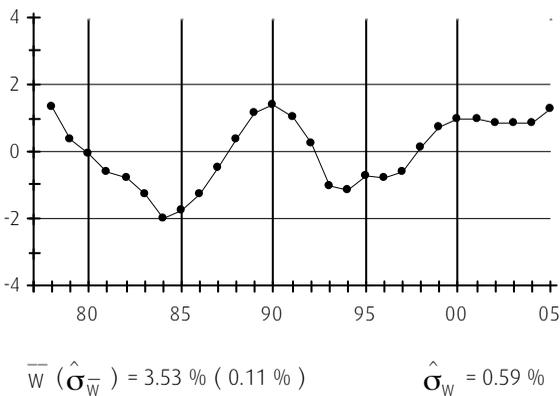


Q ( 7 ) = 93.4

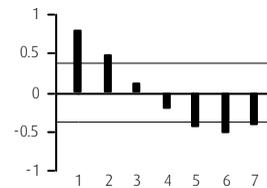
pacf



∇ln mq-otros-c



acf



Q ( 7 ) = 53.7

pacf

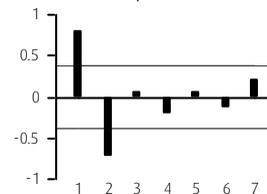
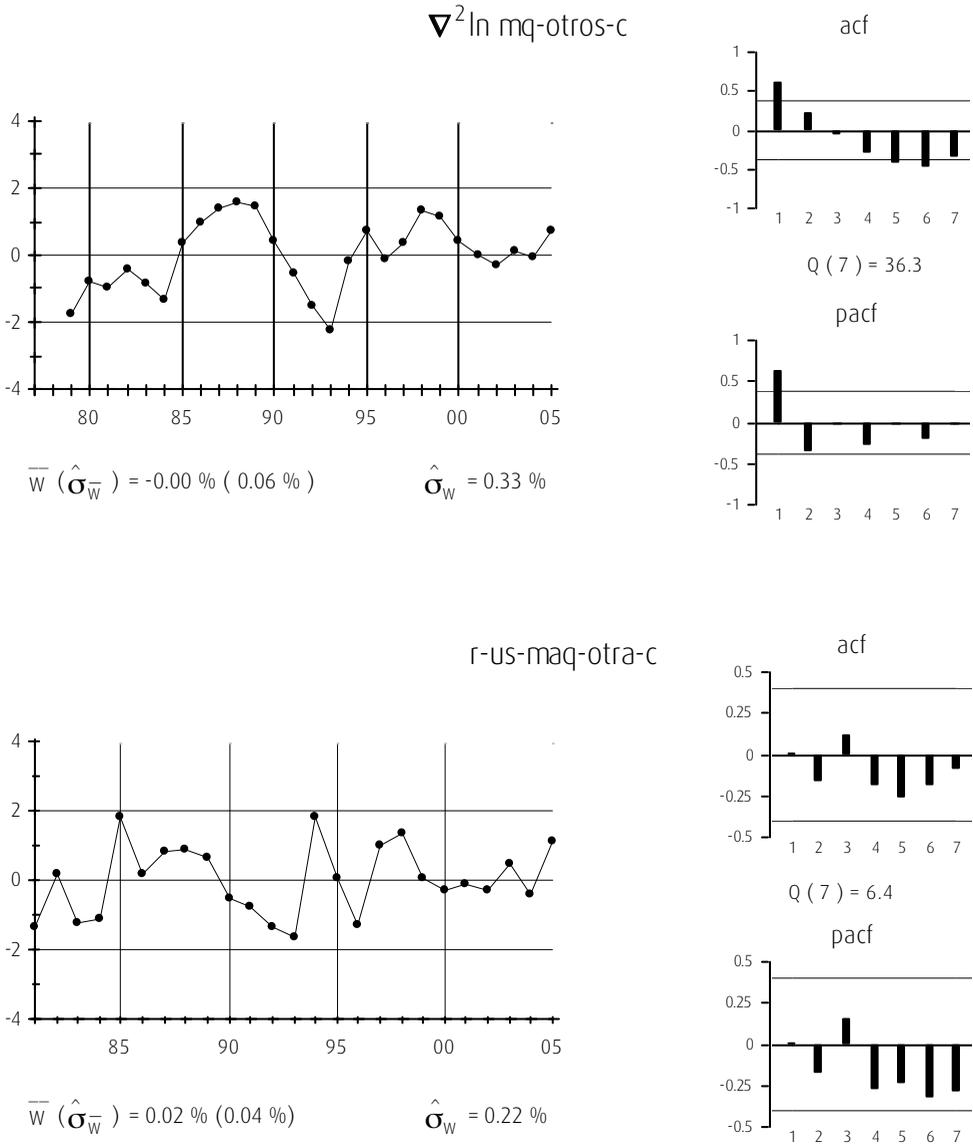


Gráfico 34 (continuación)

## ANÁLISIS UNIVARIANTE DEL STOCK DE CAPITAL COMPLEMENTARIO AL STOCK DE CAPITAL SUB-AGREGADO MAQUINARIA OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE





## X

## CAPÍTULO 4. CAPITAL VIVIENDA ( $K_{1t}$ )

Este capítulo recoge la estimación de las respuestas del PIB ( $Y$ ) y el empleo ( $L$ ) ante un *shock* permanente unitario en el nivel del agregado del *stock* de capital vivienda. También recoge la respuesta del *stock* de capital total, excluida la vivienda.

En primer lugar, se estudian las relaciones de cointegración entre las variables del vector de variables  $I(1)$  ( $\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{1t}, \nabla \ln \bar{K}_{1t}$ )'. En segundo lugar, se elabora, a partir de los datos, el modelo VEC correspondiente. En tercer lugar, a partir de la matriz de correlaciones instantáneas del término de error del modelo VEC, se obtiene el modelo VAR ortogonalizado o versión estimada del modelo [V] del MRC. Por último, utilizando la expresión [VIII] se obtiene la estimación de cada una de las respuestas mencionadas.

Esta organización se repetirá para los siguientes capítulos donde se estiman los efectos del resto de componentes del *stock* de capital.

### ■ 4.1. ESTUDIO DE LA COINTEGRACIÓN

Para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables del vector ( $\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{1t}, \nabla \ln \bar{K}_{1t}$ )' se utilizan, de forma combinada, los métodos de Johansen (Johansen, 1988, 1991) y Engel y Granger (Engel y Granger, 1987).

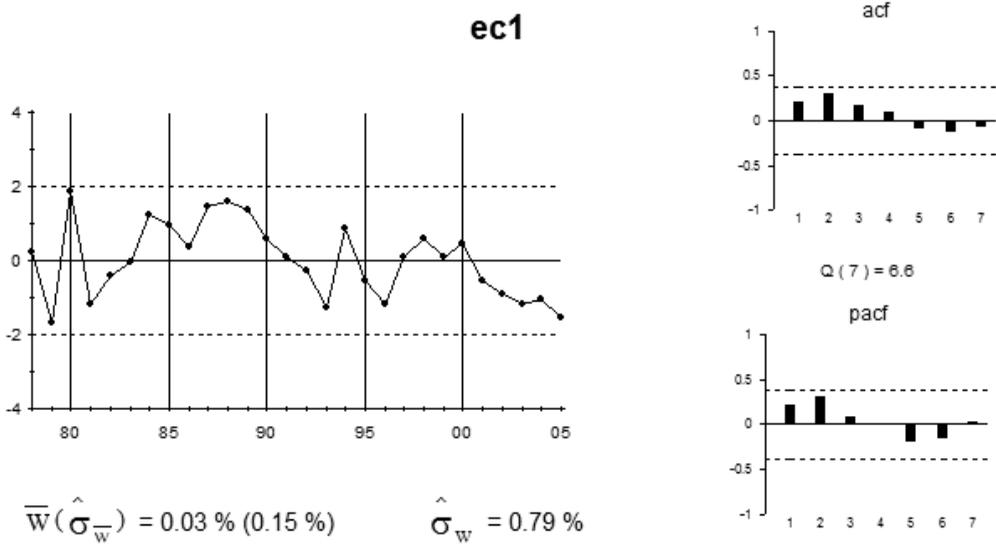
El método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987), más robusto a la elección del orden del proceso VAR para las variables  $I(1)$ , se aplica en primer lugar. Se comprueba gráficamente y a través del contraste ADF que la relación de cointegración encontrada tenga apariencia estacionaria. Posteriormente, se aplica el método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) para contrastar que no hubiera alguna relación de cointegración no detectada por el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987).

El gráfico 35 muestra la única relación de cointegración encontrada entre las variables del vector analizado por el método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987). Tanto el gráfico, como los resultados del contraste ADF, sugieren que se trata de una relación de cointegración entre las tasas de crecimiento del PIB y el empleo solamente, es decir, ninguno de los capitales forma parte de la misma.

El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) probablemente debido al reducido tamaño muestral, sugiere la presencia de relaciones de cointegración claramente no estacionarias.

El lector puede encontrar un estudio detallado de la cointegración, entre las variables relevantes al caso de este sub-agregado, en el anexo de la página 159 al final del capítulo.

Gráfico 35

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_1$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47 (0.05) \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)}$$

[XI]

#### ■ 4.2. ESTIMACIÓN DEL MODELO

La tabla 15 recoge el modelo VEC elaborado a partir de los datos. Todos los coeficientes se han estimado de forma conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 166, al final de este capítulo.

Tabla 15

## VEC ESTIMADO POR MCG (VIVIENDA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{1t}$	$\nabla^2 \ln K_{1t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.63 (0.16)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				0.04 (0.02)
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.23 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{1t-1}$			0.61 (0.09)	
$\nabla^2 \ln K_{1t-1}$				0.67 (0.13)
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.27 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{1t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{1t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Las desviaciones típicas se muestran entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos ( $\rho$ ) es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.81 & 0.16 \\ & 1 & 0.82 & 0.23 \\ & & 1 & 0.09 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XII}]$$

Al no ser significativa la correlación instantánea residual entre los capitales, no es preciso hacer ningún supuesto adicional sobre la relación de causalidad entre los mismos. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2.07 & 0 \\ & 1 & -2.84 & -1.92 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XIII}]$$

La tabla 16 recoge el modelo VEC ortogonalizado, resultado de multiplicar el modelo de la tabla 15 por la matriz  $\Pi(0)$ .

Tabla 16

## VEC ESTIMADO ORTOGONALIZADO (VIVIENDA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{1t}$	$\nabla^2 \ln K_{1t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.63			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$		-0.08		0.04
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.23		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{1t-1}$	-1.25	-1.73	0.61	
$\nabla^2 \ln K_{1t-1}$		-1.29		0.67
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.27		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{1t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{1t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{1t}$	2.07	2.84		
$\nabla^2 \ln K_{1t}$		1.92		

Cada columna corresponde a una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente al *stock* de capital complementario con el signo esperado y de forma retardada, a éste y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente, con los signos esperados, a los dos tipos de capital, vivienda y complementario. De forma retardada responde a variaciones en la producción, *stock* de vivienda y su complementario. El *stock* de capital vivienda responde de forma retardada y positiva a la producción, mientras que el capital complementario no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital de vivienda producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de vivienda irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior viene recogida en la tabla 17.

Tabla 17

## MODELO VAR ORTOGONALIZADO (VIVIENDA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{1t}$	$\nabla \ln K_{1t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.37	-0.08		0.04
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.29	1.23		
$\nabla \ln \bar{K}_{1t-1}$	-3.32	-4.57	1.61	
$\nabla \ln K_{1t-1}$		-3.21		1.67
$\nabla \ln Y_{t-2}$		0.08		-0.04
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.50		
$\nabla \ln \bar{K}_{1t-2}$	1.25	1.73	-0.61	
$\nabla \ln K_{1t-2}$		1.29		-0.67
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.27		
$\nabla \ln \bar{K}_{1t-3}$				
$\nabla \ln K_{1t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{1t}$	2.07	2.84		
$\nabla \ln K_{1t}$		1.92		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\pi_z(B) = \begin{bmatrix} 1 - 0.37B & -0.29B \\ 0.08B - 0.08B^2 & 1 - 1.23B + 0.50B^2 - 0.27B^3 \end{bmatrix}$$

$$-\pi_z(B)v_z(B) = \begin{bmatrix} 3.32B - 1.25B^2 - 2.07 & 0 \\ 4.57B - 1.73B^2 - 2.84 & 3.21B - 1.29B^2 - 1.92 \end{bmatrix}$$

$$-P_{K_t} \pi_K(B)v_K(B) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -0.04B + 0.04B^2 & 0 \end{bmatrix} \quad [XIV]$$

$$P_{K_t} \pi_K(B) = \begin{bmatrix} 1 - 1.61B + 0.61B^2 & 0 \\ 0 & 1 - 1.67B + 0.67B^2 \end{bmatrix}$$

$$P_{K_t} = I; \quad z_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; \quad K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{1t} \\ \nabla \ln K_{1t} \end{bmatrix}$$

### ■ 4.3. FUNCIONES DE RESPUESTA ANTE UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL VIVIENDA ( $K_{1,t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 18 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{1,t}$  y  $\ln \bar{K}_{1,t}$ , ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{1,t}$ . La tabla 19 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 18

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL VIVIENDA

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_1$	$\ln K_1$
1	0.00	1.92	0.00	1.00
2	0.54	2.38	0.00	1.69
3	0.92	2.00	0.00	2.15
4	0.92	1.77	0.00	2.54
5	0.85	1.85	0.00	2.77
6	0.85	1.92	0.00	2.85
7	0.85	1.92	0.00	3.00
8	0.92	1.92	0.00	3.08
9	0.92	1.85	0.00	3.08
10	0.92	1.92	0.00	3.15
11	0.92	1.92	0.00	3.15
12	0.92	1.92	0.00	3.15
13	0.92	1.92	0.00	3.15
14	0.92	1.92	0.00	3.15
15	0.92	1.92	0.00	3.15
16	0.92	1.92	0.00	3.15
17	0.92	1.92	0.00	3.15
18	0.92	1.92	0.00	3.15
19	0.92	1.92	0.00	3.15
20	0.92	1.92	0.00	3.15

Tabla 19

### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL VIVIENDA

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_1)$	$\sigma_2(\bar{K}_1)$	$\sigma_1(K_1)$	$\sigma_2(K_1)$
1	0.00	0.00	-1.77	3.77	0.00	0.00	0.69	1.15
2	-0.77	1.31	-2.38	4.85	0.00	0.00	1.00	2.08
3	-1.08	1.85	-1.85	4.15	0.00	0.00	1.08	2.92
4	-0.92	1.92	-1.54	3.77	0.00	0.00	1.15	3.54
5	-0.77	1.77	-1.77	3.85	0.00	0.00	1.15	4.15
6	-0.85	1.77	-1.92	3.92	0.00	0.00	1.15	4.77
7	-0.85	1.85	-1.85	4.00	0.00	0.00	1.15	5.23
8	-0.85	1.85	-1.77	4.00	0.00	0.00	1.15	5.69
9	-0.85	1.85	-1.77	3.92	0.00	0.00	1.15	6.00
10	-0.85	1.85	-1.85	3.92	0.00	0.00	1.15	6.31
11	-0.85	1.85	-1.85	4.00	0.00	0.00	1.15	6.62
12	-0.85	1.85	-1.85	4.00	0.00	0.00	1.15	7.00
13	-0.85	1.85	-1.77	4.00	0.00	0.00	1.15	7.23
14	-0.85	1.85	-1.77	4.00	0.00	0.00	1.15	7.54
15	-0.85	1.85	-1.85	4.00	0.00	0.00	1.15	7.77
16	-0.85	1.85	-1.85	4.00	0.00	0.00	1.15	8.00
17	-0.85	1.85	-1.77	4.00	0.00	0.00	1.15	8.23
18	-0.85	1.85	-1.77	4.00	0.00	0.00	1.15	8.38
19	-0.85	1.85	-1.85	4.00	0.00	0.00	1.15	8.54
20	-0.85	1.85	-1.85	4.00	0.00	0.00	1.15	8.69

A largo plazo, la inercia y los efectos de retroalimentación, hacen que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de vivienda, se convierta, al cabo de 10 años en 3.15 puntos porcentuales (pp.). Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.92pp y 1.92pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.29% y la del empleo en el 0.61%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

La primera variable en reaccionar es el empleo que lo hace instantáneamente. A continuación lo hacen la producción y el mismo *stock* de capital vivienda. Al cabo de tres años, tanto la producción como el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 36, gráfico 37 y el gráfico 38 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 36

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL VIVIENDA

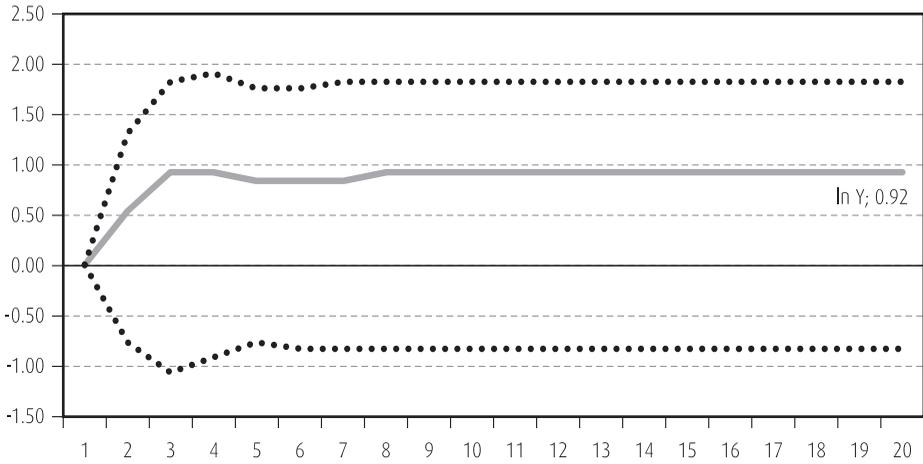


Gráfico 37

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL VIVIENDA

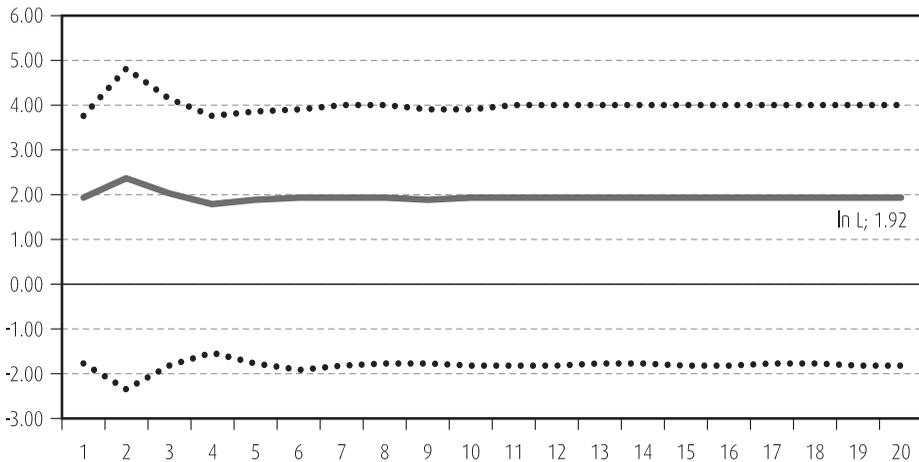
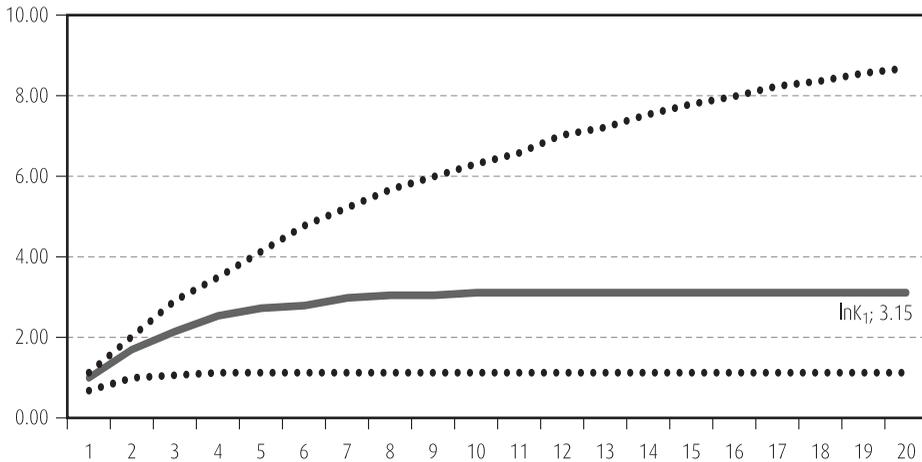


Gráfico 38

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL VIVIENDA ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL



#### ■ 4.4. ANEXO VI. ESTUDIO DE LA COINTEGRACIÓN: CAPITAL VIVIENDA

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{1t}$ ,  $\nabla \ln \bar{K}_{1t}$ , se detectan formalmente dos relaciones de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero una de ellas claramente no estacionaria (gráfico 40). Ante lo cual se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 39) y confiar en el análisis gráfico.

A continuación y tomando como relación de cointegración la primera (gráfico 39), se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 20, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Gráfico 39

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL VIVIENDA Y SU COMPLEMENTARIO

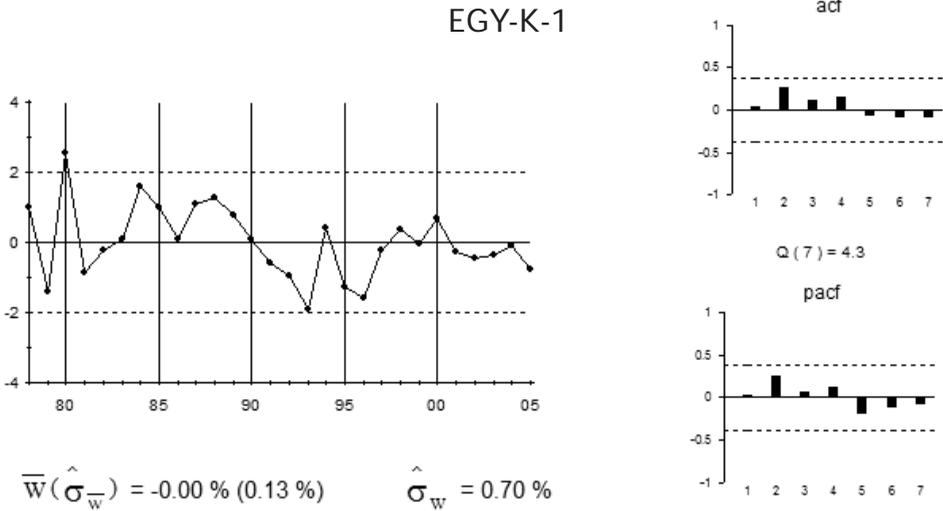


Gráfico 40

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL VIVIENDA Y SU COMPLEMENTARIO

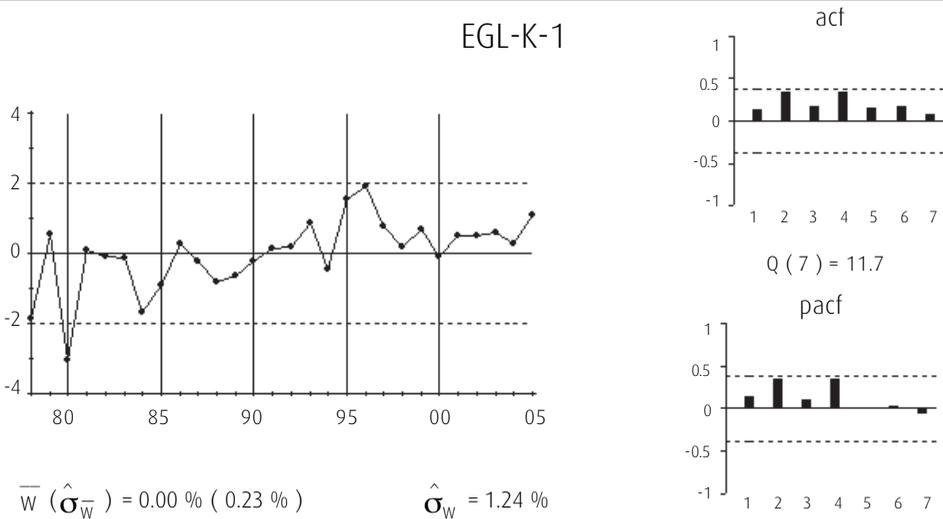


Tabla 20

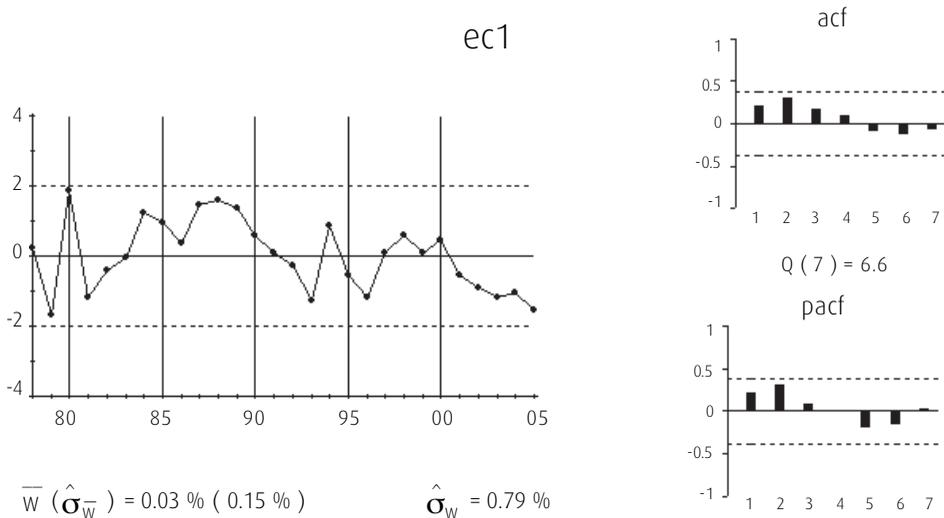
## TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (VIVIENDA)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)											
	RETARDOS	EGY	ESTADÍSTICO T	EGL	ESTADÍSTICO T	EGC	ESTADÍSTICO T	EGV	ESTADÍSTICO T	EGY_V	ESTADÍSTICO T	EGY_C_V	ESTADÍSTICO T	EGY_V_L	ESTADÍSTICO T	EGY_C_L	ESTADÍSTICO T	
Valores	0	-4.97 (99%)	-4.59 (95%)	-1.65	-2.57	-2.85	-4.99 (99%)	-2.44	-3.85 (95%)	-2.46	-3.85 (95%)	-2.06	-2.46	-2.39	-2.46	-2.39	-2.39	-2.39
Críticos	1	-2.51	-2.06	-2.85	-0.92	-2.19	-2.45	-2.56	-2.06	-2.57	-2.06	-2.57	-2.57	-2.5	-2.57	-2.5	-2.5	-2.5
Phillips Ouliaris	2	-2.21	-2.57	-3.08	-1.88	-1.29	-2.39	-2.29	-1.29	-2.29	-1.29	-2.29	-2.29	-2.37	-2.29	-2.37	-2.37	-2.37
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.39	-1.01	-3.41	-0.99	-1.19	-1.51	-3.60 (90%)	-1.13	-3.62 (95%)	-3.07	-3.62 (95%)	-3.07	-3.59 (95%)	-3.62 (95%)	-3.59 (95%)	-3.59 (95%)	-3.59 (95%)
10%			-3.83				-3.45						-3.07					
5%			-4.11				-3.77						-3.37					
1%			-4.73				-4.31						-3.96					

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 41) presente en los datos, parece constar sólo de dos variables, la tasa de crecimiento del PIB y la tasa de crecimiento del empleo. Ambas variables parecen evolucionar en paralelo, manteniendo una relación estable o de equilibrio a largo plazo. El término  $(\xi_{1t})$  mide el desequilibrio que existe entre ambas variables en cada periodo  $t$ .

Gráfico 41

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN  $(\xi_{1t})$ 

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [XV]$$

Los resultados del test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se muestran en la tabla 21. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 21

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1) (DATOS:27)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>116.11</b>	<b>0.00</b>	<b>69.55</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>46.57</b>	<b>0.00</b>	<b>32.49</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 2	14.07	0.28	12.92	0.14
Como mucho 3	1.15	0.93	1.15	0.93
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2) (DATOS:26)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>63.56</b>	<b>0.01</b>	<b>37.65</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	25.91	0.35	14.60	0.41
Como mucho 2	11.31	0.51	10.46	0.29
Como mucho 3	0.85	0.97	0.85	0.97
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3) (DATOS:25)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>74.20</b>	<b>0.00</b>	<b>39.23</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	34.96	0.05	21.56	0.06
Como mucho 2	13.40	0.33	10.23	0.31
Como mucho 3	3.17	0.55	3.17	0.55

Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

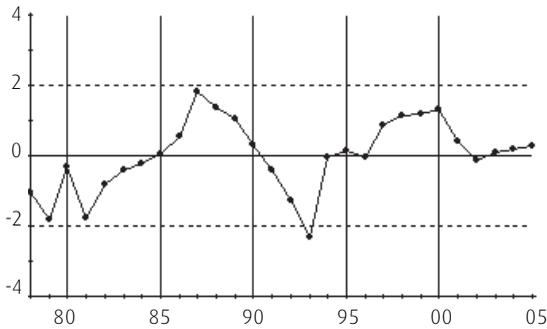
\* Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

\*\* p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para valores de  $p = 2$  y  $3$ , el contraste sugiere una sola relación de cointegración, mientras que para  $p = 1$ , sugiere dos. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y, la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_{ec(1)}} = \nabla \ln Y_t - 0.27_{(0.10)} \nabla \ln \bar{K}_t - 0.14_{(0.17)} \nabla \ln K_t - 0.01_{(0.006)}$$

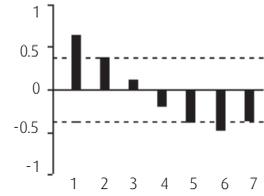
Johan (1) K-1



$$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.14 \% (0.28 \%)$$

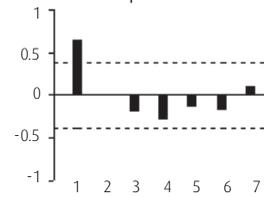
$$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 1.50 \%$$

acf



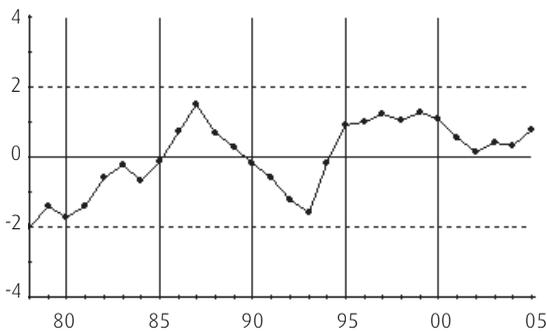
$$Q(7) = 40.0$$

pacf



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)_{ec(2)}} = \nabla \ln L_t - 0.86_{(0.27)} \nabla \ln \bar{K}_t - 1.47_{(0.44)} \nabla \ln K_t + 0.06_{(0.01)}$$

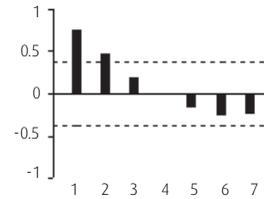
Johan (2) K-1



$$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = -0.08 \% (0.49 \%)$$

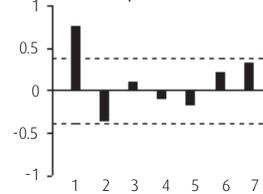
$$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 2.57 \%$$

acf

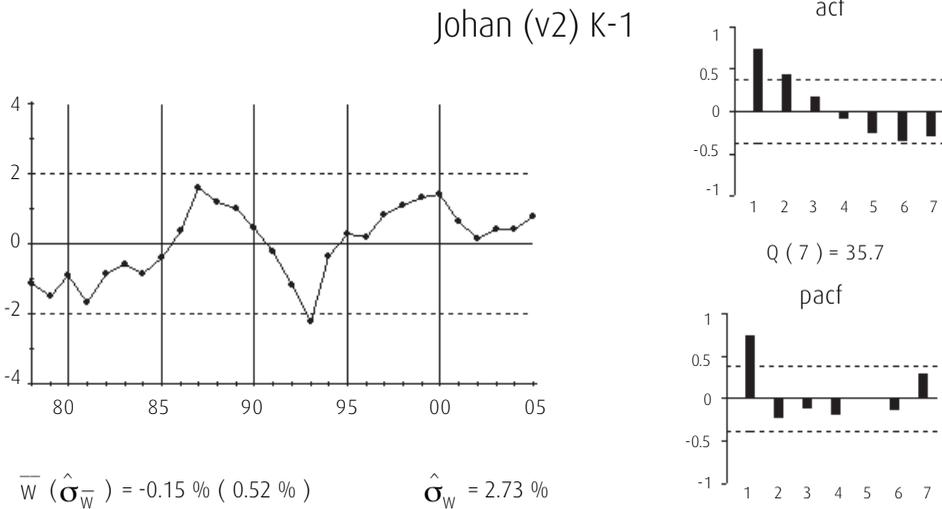


$$Q(7) = 32.2$$

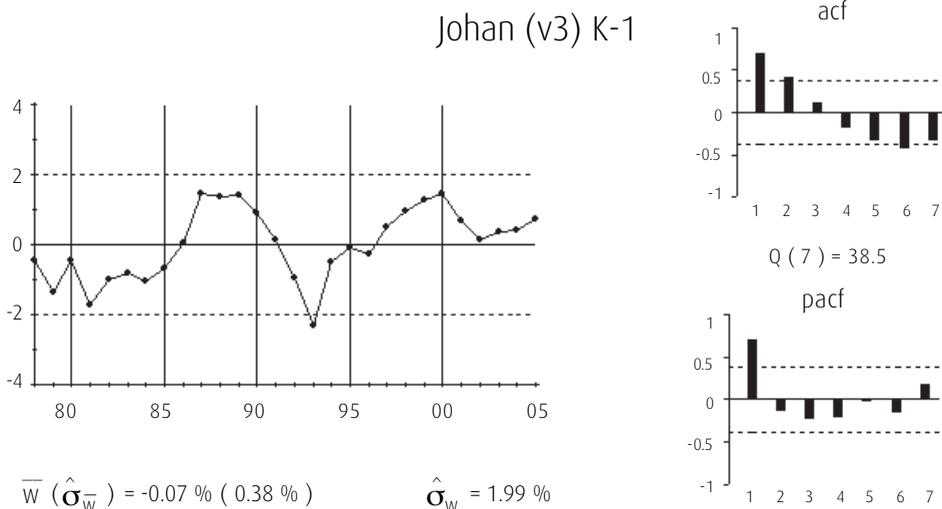
pacf



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t + 0.46_{(0.11)} \nabla L_t - 0.16_{(0.19)} \nabla \ln \bar{K}_{1t} - 0.31_{(0.28)} \nabla \ln K_{1t} - 0.02_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)} = \nabla \ln Y_t + 0.08_{(0.12)} \nabla L_t + 0.38_{(0.11)} \nabla \ln \bar{K}_{1t} + 0.28_{(0.14)} \nabla \ln K_{1t} - 0.05_{(0.01)}$$



Debido a los extraños resultados del contraste de Johansen, derivados, seguramente, de la insuficiencia de grados de libertad que deja el reducido tamaño de la muestra, se confía en el análisis gráfico y en el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{1t}, \nabla \ln \bar{K}_{1t})'$  se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 41.

#### ■ 4.5. ANEXO VII. DIAGNOSIS DEL MODELO ESTIMADO: CAPITAL VIVIENDA ( $K_{1t}$ )

La tabla 22 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables  $I(1)$ . Todos coinciden en seleccionar un VAR(1), no obstante, debido a que no parece coherente con el análisis univariante la estimación de un VEC(0) en el vector de variables estacionarias, ni con la exclusión del capital en la función de producción, se decide sobreparametrizar y estimar un modelo VEC(2). El análisis de sus residuos mostrará si el modelo es adecuado.

Tabla 22

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES $I(1)$ (VIVIENDA)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-25.98	-25.78
1	164.83	-32.94	-31.96
2	15.22	-32.61	-30.85
3	21.11	-33.09	-30.55

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 23) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 23

## CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC VIVIENDA)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.21	0.29	0.20	0.18	0.07	0.16	0.15	0.32	0.13	0.13	0.11	0.26	0.06	0.12	0.25	-0.26
2	-0.03	-0.01	-0.04	0.01	-0.07	-0.01	-0.08	-0.04	-0.08	0.00	-0.15	0.01	-0.02	-0.16	-0.14	0.14
3	0.02	-0.05	-0.11	<b>-0.42</b>	-0.13	-0.22	-0.30	-0.20	0.11	0.05	0.06	-0.12	-0.16	-0.08	-0.27	-0.10
4	-0.18	-0.11	-0.36	-0.04	-0.37	-0.18	-0.38	-0.12	-0.18	-0.04	-0.23	-0.10	-0.01	-0.02	-0.06	0.10
5	-0.19	-0.09	-0.11	-0.22	-0.24	-0.21	-0.19	-0.14	-0.32	-0.28	-0.37	-0.11	-0.02	0.03	0.16	-0.17

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 42 muestra cada una de las series de residuos junto con sus respectivas funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial.

Gráfico 42

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (VIVIENDA)

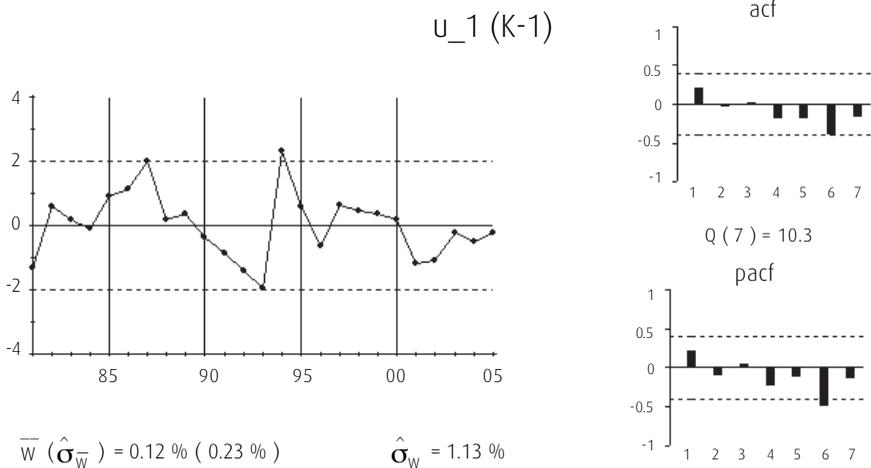


Gráfico 42 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (VIVIENDA)

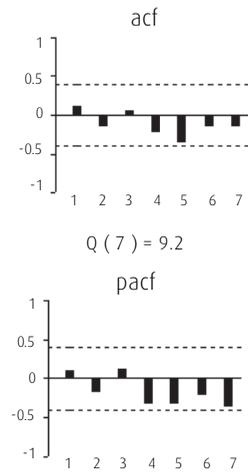
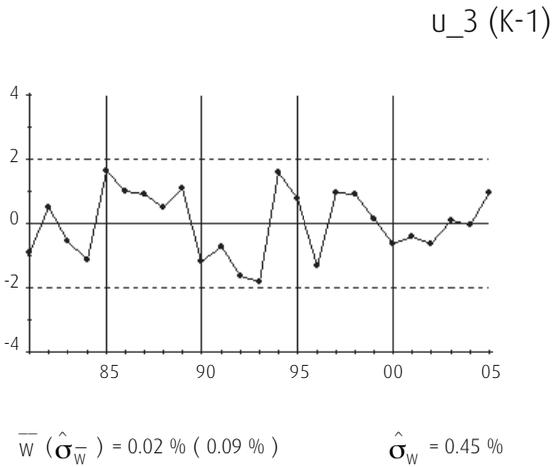
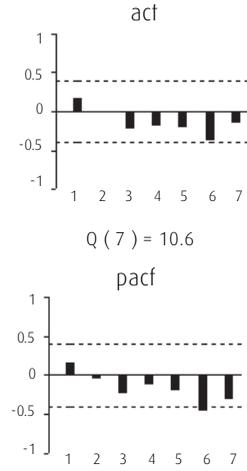
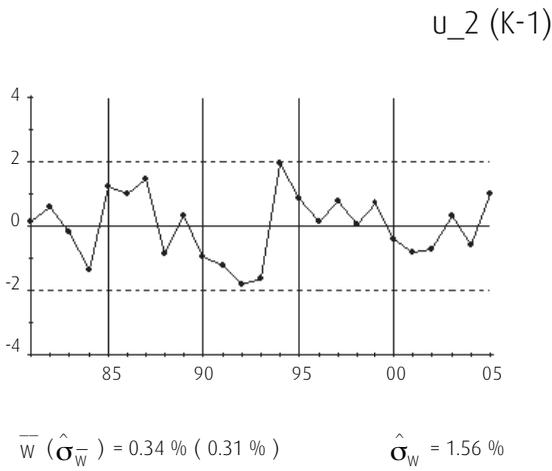
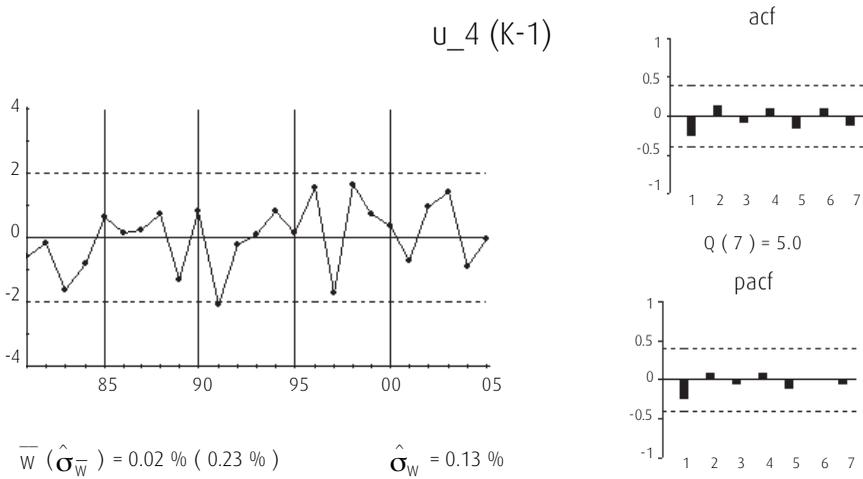


Gráfico 42 (continuación)

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (VIVIENDA)



La tabla 24 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 24

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-32.25
1	-31.72
2	-31.15
3	-32.43



## CAPÍTULO 5. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES ( $K_{2t}$ )

Este capítulo se divide en ocho secciones. Cada una de ellas recoge la estimación de las respuestas del PIB ( $Y$ ) y el empleo ( $L$ ) ante un *shock* permanente unitario, bien en el nivel del agregado del *stock* de capital otras construcciones, bien en cada uno de los diferentes niveles de sus siete sub-agregados (otras construcciones viarias, hidráulicas públicas, ferroviarias, aeroportuarias, portuarias, otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales, y otras construcciones no englobadas en los sub-agregados anteriormente mencionados). También recoge las respuestas del *stock* de capital total, excluido el capital estudiado en cada caso.

### ■ 5.1. CAPITAL AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES ( $K_{2t}$ )

#### ■ 5.1.1. Estudio de la cointegración

Al igual que en el estudio de la cointegración entre las variables que forman el vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{1t}, \nabla \ln \bar{K}_{1t})'$ , se utilizan, de forma combinada, los métodos de Johansen (Johansen, 1988, 1991) y Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de relaciones de cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{2t}, \nabla \ln \bar{K}_{2t})'$ . En primer lugar, se emplea, el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987), más robusto a la elección del orden del proceso VAR para las variables  $I(1)$ . Se comprueba gráficamente, y a través del contraste ADF, que las relaciones de cointegración encontradas tengan apariencia estacionaria. En segundo lugar, se aplica el método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) para contrastar que no hubiera alguna relación de cointegración no detectada por el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987).

Para el estudio de la cointegración entre las variables de los vectores  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{2jt}, \nabla \ln \bar{K}_{2jt})'$ , correspondientes a las variables  $I(1)$  que aíslan cada sub-agregado  $(\nabla \ln K_{2jt})$ , se seguirá la misma metodología.

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987), detecta la presencia de una única relación de cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{2t}, \nabla \ln \bar{K}_{2t})'$ . La relación de cointegración encontrada coincide con la detectada entre las variables del vector

$(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{1t}, \nabla \ln \bar{K}_{1t})'$  resultante del aislamiento del capital vivienda, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del empleo y del PIB. Sin embargo, el método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) sugiere, bien la ausencia de relaciones de cointegración, bien relaciones de cointegración gráficamente no estacionarias. En el anexo de la página 179 se muestra el estudio detallado.

### ■ 5.1.2. Estimación del modelo

La Tabla 25 recoge los coeficientes del modelo VEC, estimados de forma conjunta por MCG, a partir de los datos. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 185, al final de este capítulo.

Tabla 25

#### VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2t}$	$\nabla^2 \ln K_{2t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.67 (0.16)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.14 (0.10)	0.02 (0.03)	
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2t-1}$			0.51 (0.13)	0.24 (0.17)
$\nabla^2 \ln K_{2t-1}$				0.51 (0.14)
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2t-2}$		-1,44 (0.44)		
$\nabla^2 \ln K_{2t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos ( $\rho$ ) es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.83 & 0.66 & 0.60 \\ & 1 & 0.73 & 0.58 \\ & & 1 & 0.29 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XVI}]$$

Dada la ausencia de significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, no resulta necesario hacer ningún supuesto adicional de relación causal entre ambas variables. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2.31 & -1.50 \\ & 1 & -3.73 & -1.88 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XVII}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 25 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 26.

Tabla 26

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2t}$	$\nabla^2 \ln K_{2t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.67			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$	-0.05	0.07	0.02	
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2t-1}$	-1.53	-2.34	0.51	0.24
$\nabla^2 \ln K_{2t-1}$	-0.76	-0.95		0.51
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{2t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2t}$	2.31	3.73		
$\nabla^2 \ln K_{2t}$	1.59	1.88		

Cada columna corresponde a una ecuación.

En este modelo se aprecia que tanto la producción como el empleo se ajustan instantáneamente al capital otras construcciones y a su complementario, con los signos esperados. De forma retardada, la producción se ajusta al empleo, al capital complementario, al

capital otras construcciones y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y del empleo. El empleo, reacciona de manera retardada ante las variaciones en el capital otras construcciones y en su complementario. El *stock* de capital otras construcciones responde de forma retardada y positiva a las variaciones en el capital complementario. Por su parte, éste responde de manera positiva y retardada a las variaciones del empleo.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital otras construcciones producirá instantáneamente variaciones en el PIB y en el empleo, lo que provocará posibles desequilibrios entre las tasas de crecimiento del empleo y del PIB. Posteriormente, el empleo, el PIB, el capital otras construcciones y su complementario irán ajustándose hasta restablecer el equilibrio.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior se muestra en la tabla 27.

Tabla 27

## MODELO VAR ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{2t}$	$\nabla \ln K_{2t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.34			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.27	1.07	0.02	
$\nabla \ln \bar{K}_{2t-1}$	-3.83	-6.07	1.51	0.24
$\nabla \ln K_{2t-1}$	-2.26	-2.84		1.51
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$	0.05	-0.07	-0.02	
$\nabla \ln \bar{K}_{2t-2}$	1.53	0.90	-0.51	-0.24
$\nabla \ln K_{2t-2}$	0.76	0.95		-0.51
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{2t-3}$		1.44		
$\nabla \ln K_{2t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{2t}$	2.31	3.73		
$\nabla \ln K_{2t}$	1.50	1.88		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación se estiman los parámetros correspondientes al modelo [V] del MRC.

$$\begin{aligned} \pi_z(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 0.34B & -0.27B - 0.05B^2 \\ 0 & 1 - 1.07B + 0.07B^3 \end{bmatrix} \\ -\pi_z(B)v_z(B) &= \begin{bmatrix} 3.83B - 1.53B^2 - 2.31 & 2.26B - 0.76B^2 - 1.50 \\ 6.07B - 0.90B^2 - 1.44B^3 - 3.73 & 2.84B - 0.95B^2 - 1.88 \end{bmatrix} \\ -P_{K_t}\pi_K(B)v_K(B) &= \begin{bmatrix} 0 & -0.02B + 0.02B^2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \\ P_{K_t}\pi_K(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 1.51B + 0.51B^2 & 0 \\ -0.24B + 0.24B^2 & 1 - 1.51B + 0.51B^2 \end{bmatrix} \\ P_{K_t} = I; z_t &= \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{2t} \\ \nabla \ln K_{2t} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad [\text{XVIII}]$$

### ■ 5.1.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital otras construcciones ( $K_{2t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 28 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{2t}$  y  $\ln \bar{K}_{2t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{2t}$ . La tabla 29 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 28

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_2$	$\ln K_2$
1	1.50	1.88	0.00	1.00
2	1.09	2.15	0.03	1.53
3	1.03	2.21	0.06	1.79
4	1.03	2.15	0.09	1.94
5	1.03	2.12	0.09	2.03
6	1.00	2.09	0.09	2.06
7	0.97	2.06	0.09	2.09
8	0.97	2.06	0.09	2.09
9	0.97	2.06	0.09	2.09
10	0.97	2.06	0.09	2.09

Tabla 28 (continuación)

**FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES**

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_2$	$\ln K_2$
11	0.97	2.06	0.09	2.09
12	0.97	2.06	0.09	2.09
13	0.97	2.06	0.09	2.09
14	0.97	2.06	0.09	2.09
15	0.97	2.06	0.09	2.09
16	0.97	2.06	0.09	2.09
17	0.97	2.06	0.09	2.09
18	0.97	2.06	0.09	2.09
19	0.97	2.06	0.09	2.09
20	0.97	2.06	0.09	2.09

Tabla 29

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES**

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_2)$	$\sigma_2(\bar{K}_2)$	$\sigma_1(K_2)$	$\sigma_2(K_2)$
1	0.47	2.12	0.74	2.91	0.00	0.00	0.62	1.26
2	0.44	1.62	0.82	3.53	-0.09	0.18	0.85	2.00
3	0.38	1.59	0.82	3.68	-0.15	0.26	0.97	2.41
4	0.38	1.68	0.76	3.59	-0.18	0.32	1.03	2.71
5	0.35	1.65	0.74	3.53	-0.21	0.35	1.06	2.91
6	0.35	1.65	0.71	3.47	-0.24	0.35	1.06	3.09
7	0.32	1.65	0.71	3.44	-0.26	0.32	1.06	3.18
8	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.26	0.32	1.06	3.26
9	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.29	0.35	1.06	3.29
10	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.29	0.35	1.06	3.32
11	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.29	0.35	1.09	3.35
12	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.38
13	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.41
14	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.41
15	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.41
16	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.41
17	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.41
18	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.41
19	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.41
20	0.32	1.62	0.71	3.44	-0.32	0.35	1.09	3.41

La inercia y los efectos de retroalimentación, hacen que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de otras construcciones, se convierta, al cabo de 7 años en 2.09 pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción, el empleo y el capital complementario, de 0.97pp, 2.06pp y 0.09pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.46%, la del empleo en el 0.99%, muy cercana a la unidad, y la del capital complementario en el 0.04%. Por lo tanto, se observan externalidades positivas en el capital complementario a otras construcciones (vivienda, maquinaria y transporte).

Las primeras variables en reaccionar son el empleo y el PIB, que lo hacen instantáneamente, alcanzando en el segundo periodo su nuevo nivel de equilibrio. Sin embargo, tanto el capital otras construcciones como su capital complementario, tardan cuatro periodos en estabilizarse. Por tanto, los datos sustentan el supuesto de rigidez de las variables de capital.

El gráfico 43, gráfico 44, gráfico 45 y gráfico 46 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 43

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES

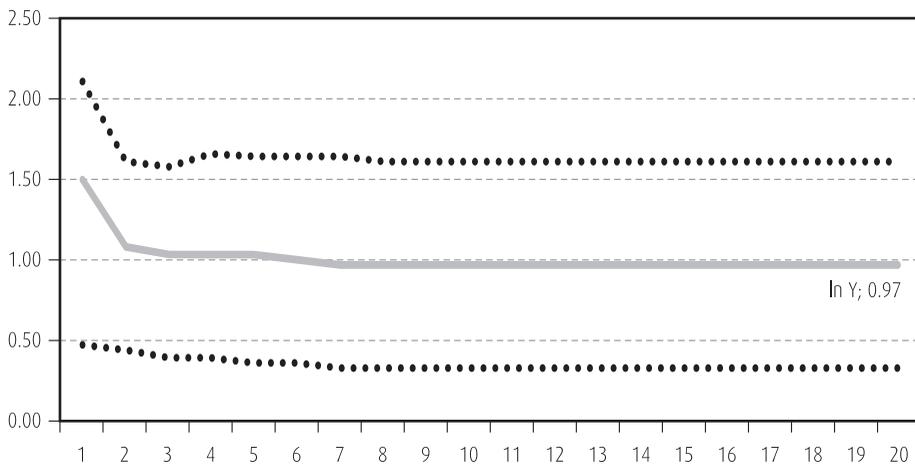


Gráfico 44

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES

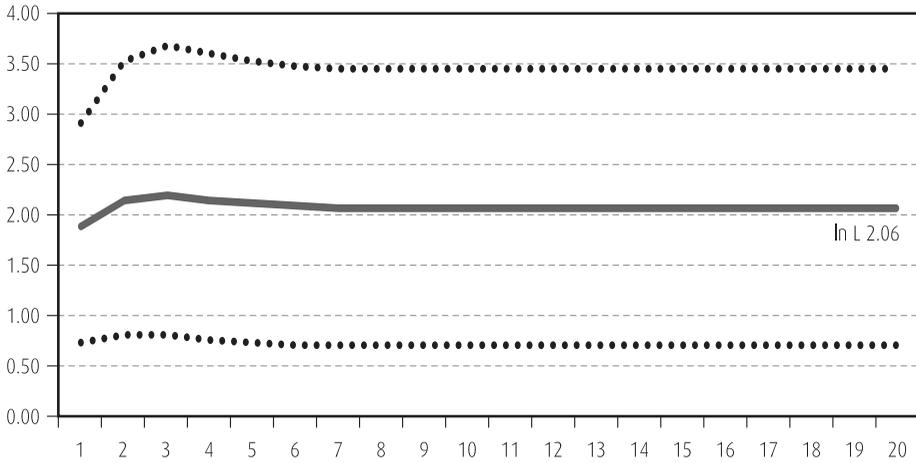


Gráfico 45

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL

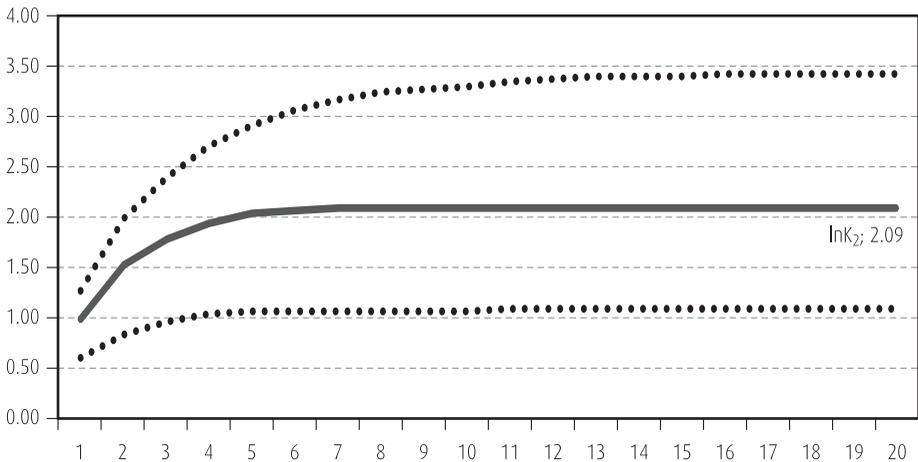
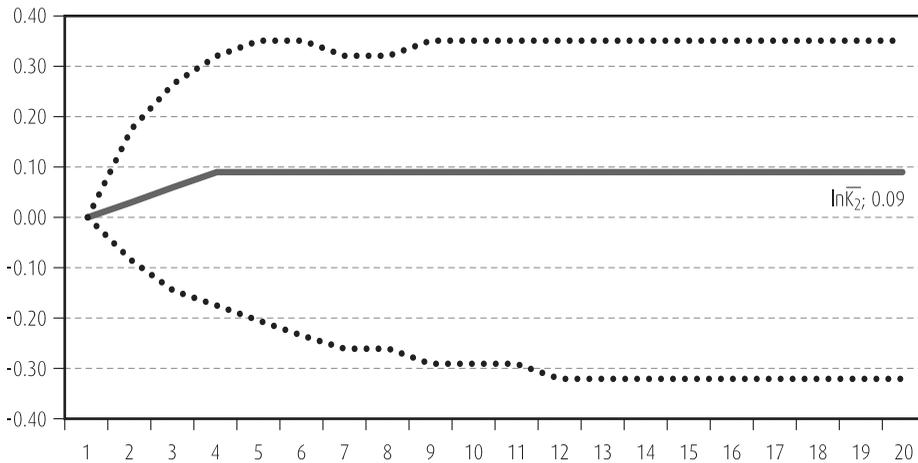


Gráfico 46

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL COMPLEMENTARIO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL CAPITAL DE OTRAS CONSTRUCCIONES



#### ■ 5.1.4. Anexo VIII. Estudio de la cointegración: capital agregado otras construcciones ( $K_{2t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{2t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{2t}$ , se detectan formalmente dos relaciones de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero al igual que en el análisis del capital vivienda, una de ellas claramente no estacionaria (gráfico 48). Por lo tanto, se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 47) y confiar en el análisis gráfico.

A continuación, se estudia si la relación de cointegración representada en el gráfico 47 se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 30, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión a la vez.

Gráfico 47

REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES Y SU COMPLEMENTARIO

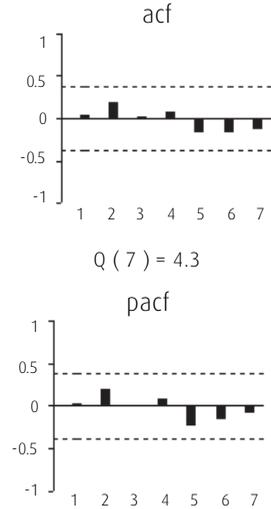
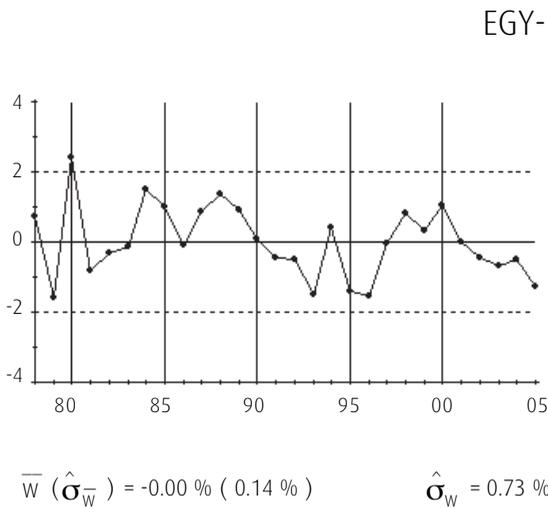
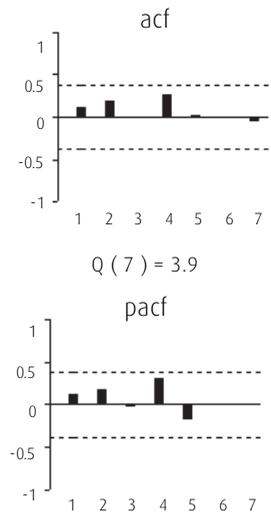
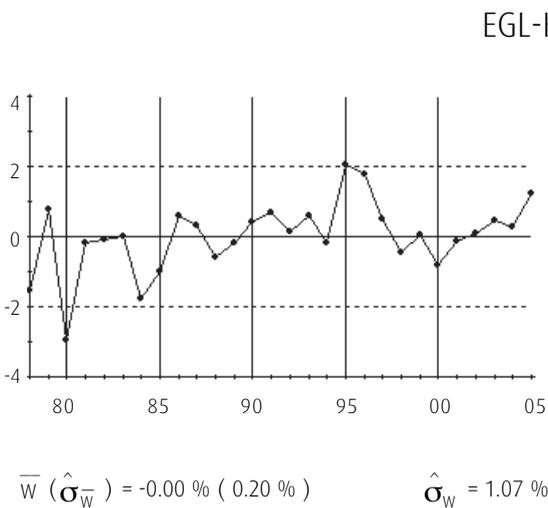


Gráfico 48

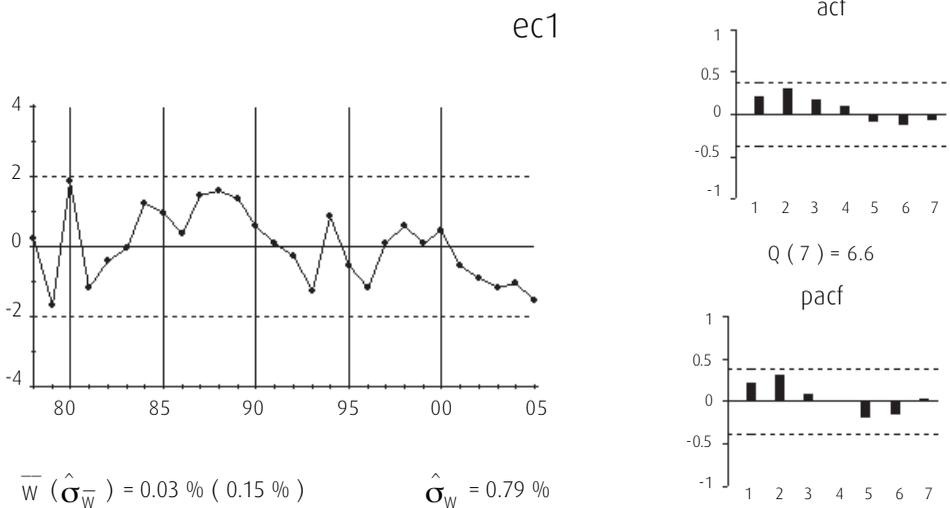
REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES Y SU COMPLEMENTARIO





La relación de cointegración (gráfico 49) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio del capital vivienda. Las dos variables de las que consta, la tasa de crecimiento del PIB y la tasa de crecimiento del empleo, se mantienen en el estudio del capital otras construcciones.

Gráfico 49

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1,t}$ )

$$\xi_{1,t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [\text{XIX}]$$

Los resultados del test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se muestran en la tabla 31. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 31

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1)				
(DATOS:27)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>114.32</b>	<b>0.00</b>	<b>70.24</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>44.08</b>	<b>0.00</b>	<b>31.13</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 2	12.95	0.37	11.67	0.21
Como mucho 3	1.29	0.91	1.29	0.91
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)				
(DATOS:26)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>47.56</b>	<b>0.17</b>	<b>26.89</b>	<b>0.08</b>
Como mucho 1	20.67	0.68	12.11	0.64
Como mucho 2	8.56	0.78	7.77	0.57
Como mucho 3	0.79	0.98	0.79	0.98
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)				
(DATOS:25)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>63.11</b>	<b>0.01</b>	<b>30.67</b>	<b>0.03</b>
Como mucho 1	32.44	0.10	21.71	0.06
Como mucho 2	10.73	0.57	8.09	0.54
Como mucho 3	2.63	0.65	2.63	0.65

Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

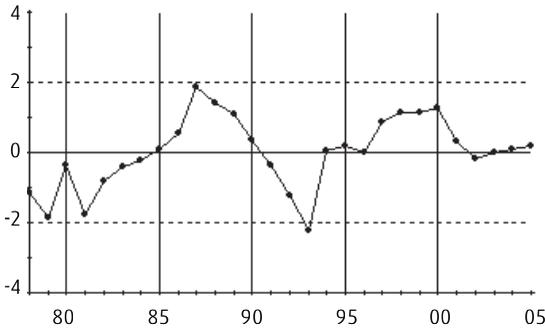
\* Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

\*\* p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR( $p$ ),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para el valor de  $p = 2$ , el contraste sugiere que no hay relaciones de cointegración, cuando se mantienen las mismas variables de PIB y empleo, en tasas de crecimiento, de las que consta la relación de cointegración encontrada en el análisis del capital vivienda. Para el valor de  $p = 1$  en contraste sugiere dos relaciones de cointegración, mientras que para el valor de  $p = 3$  el test sugiere una relación de cointegración. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

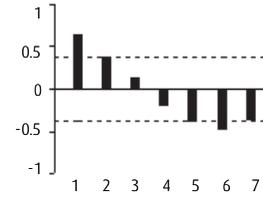
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_{ec(1)}} = \nabla \ln Y_t - 0.31_{(0.11)} \nabla \ln \bar{K}_{2t} - 0.21_{(0.11)} \nabla \ln K_{2t} - 0.01_{(0.006)}$$

### Johan (1) K-2



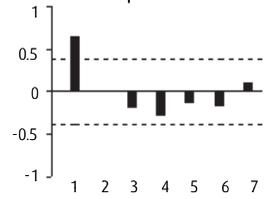
$$\bar{W} (\hat{\sigma}_W) = -0.14 \% (0.29 \%) \quad \hat{\sigma}_W = 1.51 \%$$

### acf



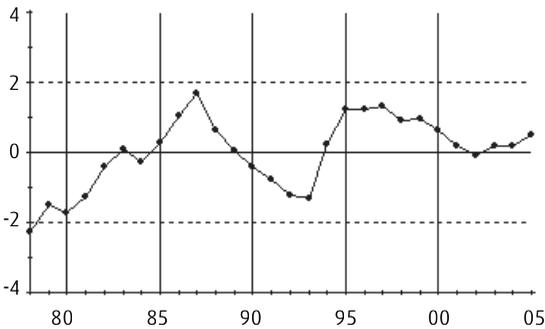
$$Q(7) = 40.0$$

### pacf



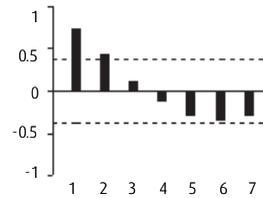
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_{ec(2)}} = \nabla \ln L_t - 2.18_{(0.32)} \nabla \ln \bar{K}_{2t} - 0.81_{(0.32)} \nabla \ln K_{2t} + 0.09_{(0.02)}$$

### Johan (2) K-2



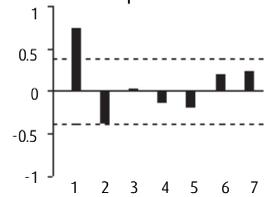
$$\bar{W} (\hat{\sigma}_W) = 0.00 \% (0.46 \%) \quad \hat{\sigma}_W = 2.45 \%$$

### acf

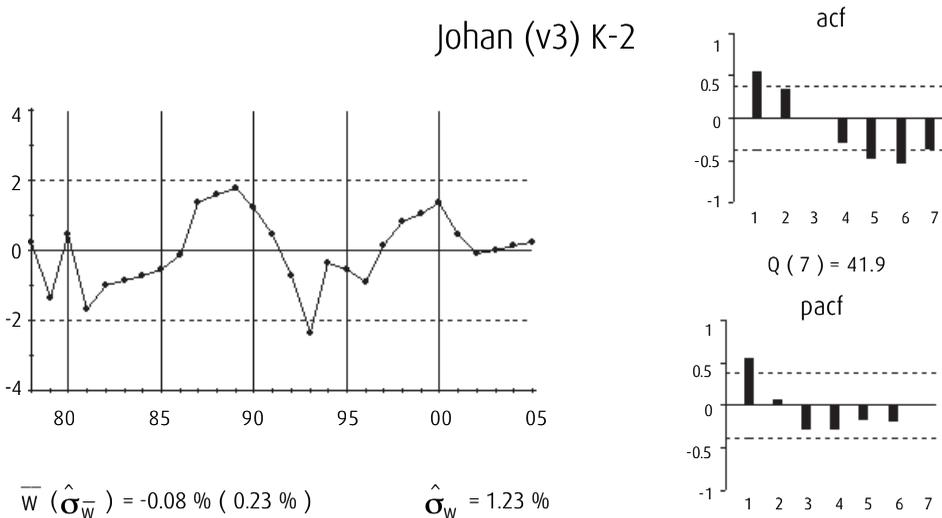


$$Q(7) = 36.0$$

### pacf



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)} = \nabla \ln Y_t + 0.24_{(0.07)} \nabla \ln L_t - 0.51_{(0.14)} \nabla \ln \bar{K}_{2t} + 0.34_{(0.10)} \nabla \ln K_{2t} - 0.06_{(0.01)}$$



El contraste de Johansen muestra extraños resultados, por lo que en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{2t}, \nabla \ln \bar{K}_{2t})'$  se confía en el análisis gráfico y en el contraste ADF para determinar que únicamente se detecta la relación de cointegración representada en el gráfico 49.

### ■ 5.1.5. Anexo IX. Diagnósis del modelo estimado: capital agregado otras construcciones ( $K_{2t}$ )

La tabla 32 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables  $I(1)$ . En este caso, no se aprecia falta de coincidencia entre ellos, no obstante, por los mismos motivos que en el estudio del capítulo anterior, se estima un VEC(2). El análisis de sus residuos y la significatividad de sus parámetros mostrarán si el modelo es adecuado.

Tabla 32

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (OTRAS CONSTRUCCIONES)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-25.73	-25.54
1	151.82	-32.04	-31.07
2	13.24	-31.59	-29.84
3	17.15	-31.74	-29.20

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 33) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 33

## CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRAS CONSTRUCCIONES)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.23	0.14	0.17	0.19	0.08	0.11	0.25	0.18	0.26	0.19	0.19	0.26	0.04	-0.12	0.13	-0.03
2	-0.03	-0.17	0.09	-0.20	-0.12	-0.21	0.12	-0.28	-0.02	-0.06	0.11	-0.27	-0.14	-0.20	-0.13	-0.27
3	0.02	-0.16	-0.23	-0.17	-0.03	-0.15	-0.22	-0.29	-0.13	-0.15	-0.24	-0.19	0.28	0.24	0.19	0.0
4	-0.18	-0.10	-0.32	-0.22	-0.22	-0.01	-0.27	-0.16	-0.24	-0.19	-0.25	-0.29	0.06	0.19	-0.11	0.23
5	-0.19	-0.10	-0.32	0.11	-0.19	-0.07	-0.19	0.01	-0.24	-0.14	-0.38	0.01	-0.24	-0.24	-0.19	-0.21

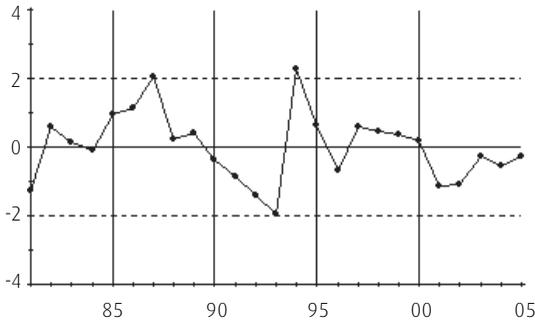
La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

Las series de los residuos y sus funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial se muestran en el gráfico 50.

Gráfico 50

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES)

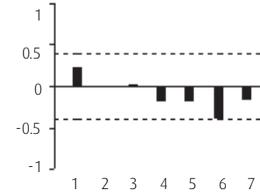
u<sub>1</sub> (K-2)



$\bar{W}(\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.12\% (0.23\%)$

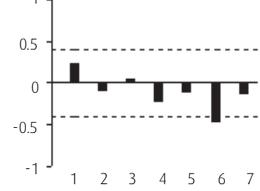
$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 1.13\%$

acf

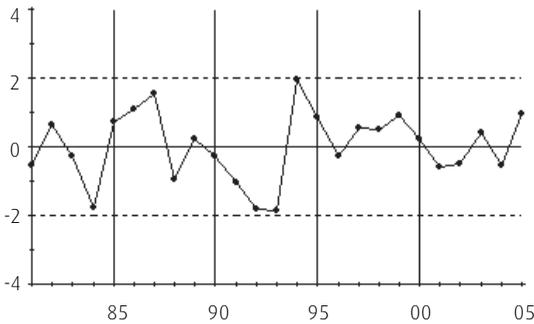


$Q(7) = 10.4$

pacf



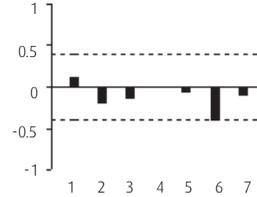
u<sub>2</sub> (K-2)



$\bar{W}(\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.32\% (0.31\%)$

$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 1.54\%$

acf



$Q(7) = 9.2$

pacf

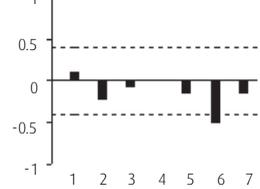
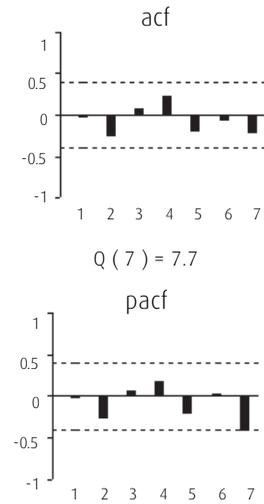
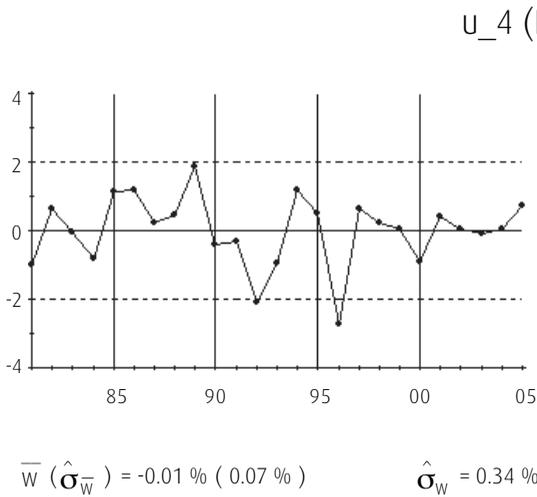
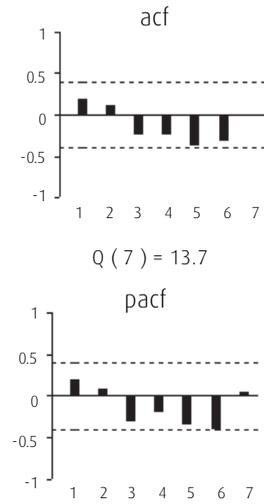
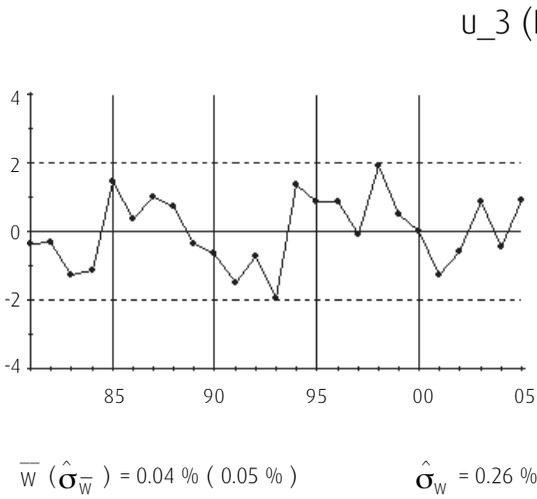


Gráfico 50 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES)



La tabla 34 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 34

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-31.23
1	-30.79
2	-30.43
3	-30.77

## ■ 5.2. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS ( $K_{21t}$ )

### ■ 5.2.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{21t}, \nabla \ln \bar{K}_{21t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. Se contrasta por el método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) la posible presencia de relaciones de cointegración adicionales. No obstante, éste detecta, bien relaciones de cointegración claramente no estacionarias, bien ausencia de relaciones de cointegración. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 196.

### ■ 5.2.2. Estimación del modelo

El modelo VEC elaborado a partir de los datos se muestra en la tabla 35. Los coeficientes se han estimado de manera conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se detalla en el anexo de la página 203.

Tabla 35

## VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{21t}$	$\nabla^2 \ln K_{21t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.63 (0.17)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				

Tabla 35 (continuación)

## VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2,t}$	$\nabla^2 \ln K_{2,t}$
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.23 (0.11)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2,t-1}$			0.70 (0.12)	
$\nabla^2 \ln K_{2,t-1}$				0.49 (0.17)
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.27 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2,t-2}$			-0.01 (0.11)	
$\nabla^2 \ln K_{2,t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos ( $\rho$ ) es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.80 & 0.30 \\ & 1 & 0.83 & 0.33 \\ & & 1 & 0.29 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [XX]$$

Al no resultar significativa la correlación instantánea residual entre los capitales, no es necesario hacer ningún supuesto adicional de relación causal entre ambas variables. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.79 & 0 \\ & 1 & -5.29 & -1.16 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [XXI]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 35 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 36.

Tabla 36

## MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{21t}$	$\nabla^2 \ln K_{21t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.63			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.23		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{21t-1}$	-2.64	-3.69	0.70	
$\nabla^2 \ln K_{21t-1}$		-0.08		0.49
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.27		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{21t-2}$	0.04	0.05	-0.01	
$\nabla^2 \ln K_{21t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{21t}$	3.79	5.29		
$\nabla^2 \ln K_{21t}$		0.16		

Cada columna corresponde a una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario, con el signo esperado, y de forma retardada, a éste y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, a los dos tipos de capital, construcciones viarias y su complementario. Ni el *stock* de capital viario ni su complementario responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital viario producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de viario irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior viene recogida en la tabla 37.

Tabla 37

MODELO VAR ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{21t}$	$\nabla \ln K_{21t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.37			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.30	1.23		
$\nabla \ln \bar{K}_{21t-1}$	-6.43	-8.98	1.70	
$\nabla \ln K_{21t-1}$		-0.25		1.49
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.49		
$\nabla \ln \bar{K}_{21t-2}$	2.68	3.74	-0.71	
$\nabla \ln K_{21t-2}$		0.08		-0.49
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.27		
$\nabla \ln \bar{K}_{21t-3}$	-0.04	-0.05	0.01	
$\nabla \ln K_{21t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{21t}$	3.79	5.29		
$\nabla \ln K_{21t}$		0.16		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\pi_z(B) = \begin{bmatrix} 1 - 0.37B & -0.30B \\ 0 & 1 - 1.23B + 0.49B^2 - 0.27B^3 \end{bmatrix}$$

$$-\pi_z(B)v_z(B) = \begin{bmatrix} 6.43B - 2.68B^2 + 0.04B^3 - 3.79 & 0 \\ 8.98B - 3.74B^2 + 0.05B^3 - 5.29 & 0.25B - 0.08B^2 - 0.16 \end{bmatrix}$$

$$-P_{K_t}\pi_K(B)v_K(B) = \emptyset \tag{XXII}$$

$$P_{K_t}\pi_K(B) = \begin{bmatrix} 1 - 1.70B + 0.71B^2 - 0.01B^3 & 0 \\ 0 & 1 - 1.49B + 0.49B^2 \end{bmatrix}$$

$$P_{K_t} = I; Z_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{21t} \\ \nabla \ln K_{21t} \end{bmatrix}$$

### ■ 5.2.3. FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS ( $K_{2t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 38 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{2t}$ ,  $\ln \bar{K}_{2t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{2t}$ . La tabla 39 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 38

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{2-t}$	$\ln K_{2-t}$
1	0.00	0.16	0.00	1.00
2	0.05	0.21	0.00	1.48
3	0.08	0.18	0.00	1.71
4	0.08	0.15	0.00	1.84
5	0.08	0.15	0.00	1.89
6	0.08	0.16	0.00	1.92
7	0.08	0.16	0.00	1.93
8	0.08	0.16	0.00	1.93
9	0.08	0.16	0.00	1.95
10	0.08	0.16	0.00	1.95
11	0.08	0.16	0.00	1.95
12	0.08	0.16	0.00	1.95
13	0.08	0.16	0.00	1.95
14	0.08	0.16	0.00	1.95
15	0.08	0.16	0.00	1.95
16	0.08	0.16	0.00	1.95
17	0.08	0.16	0.00	1.95
18	0.08	0.16	0.00	1.95
19	0.08	0.16	0.00	1.95
20	0.08	0.16	0.00	1.95

Tabla 39

### BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_2 - 1)$	$\sigma_2(\bar{K}_2 - 1)$	$\sigma_1(K_2 - 1)$	$\sigma_2(K_2 - 1)$
1	0.00	0.00	-0.33	0.63	0.00	0.00	0.73	1.15
2	-0.11	0.20	-0.36	0.69	0.00	0.00	0.76	1.75
3	-0.15	0.29	-0.33	0.62	0.00	0.00	0.76	2.24
4	-0.15	0.29	-0.32	0.57	0.00	0.00	0.76	2.55
5	-0.15	0.27	-0.32	0.58	0.00	0.00	0.76	2.81
6	-0.15	0.27	-0.32	0.60	0.00	0.00	0.76	2.96
7	-0.15	0.27	-0.32	0.60	0.00	0.00	0.76	3.05
8	-0.15	0.29	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.14
9	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.22
10	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.27
11	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.32
12	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.34
13	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.36
14	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.38
15	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.40
16	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.41
17	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.41
18	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.42
19	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.42
20	-0.15	0.27	-0.32	0.59	0.00	0.00	0.76	3.42

A largo plazo, el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de otras construcciones viarias, se convierte, al cabo de 9 años en 1.95 pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.08pp y 0.16pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.04% y la del empleo en el 0.08%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

La primera variable en reaccionar es el empleo que lo hace instantáneamente. A continuación lo hacen la producción y el mismo *stock* de capital viario. Al cabo de tres años, tanto la producción como el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 51, gráfico 52, y gráfico 53 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 51

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS

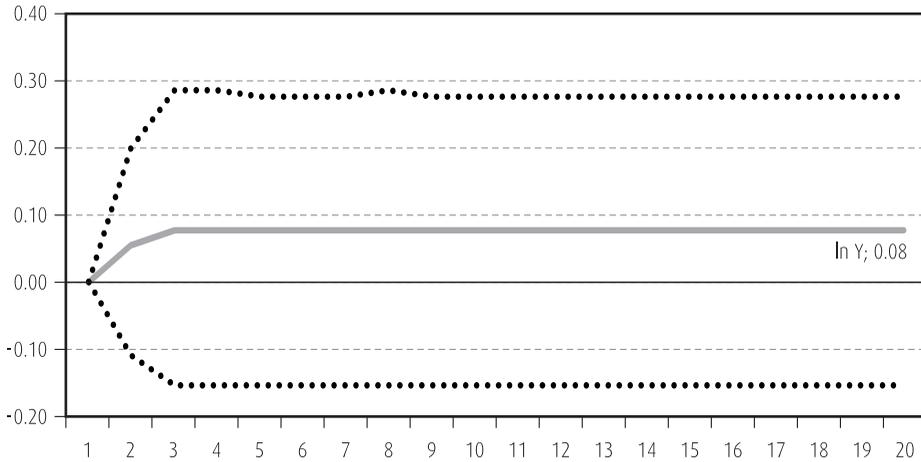


Gráfico 52

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS

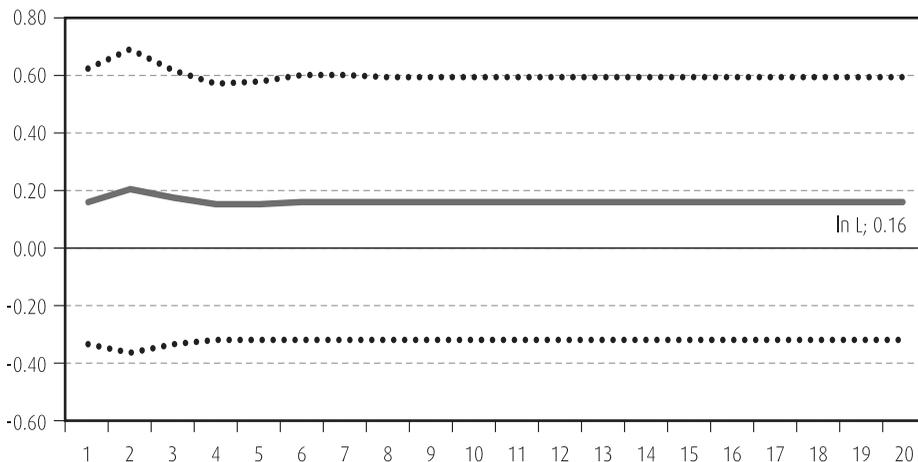
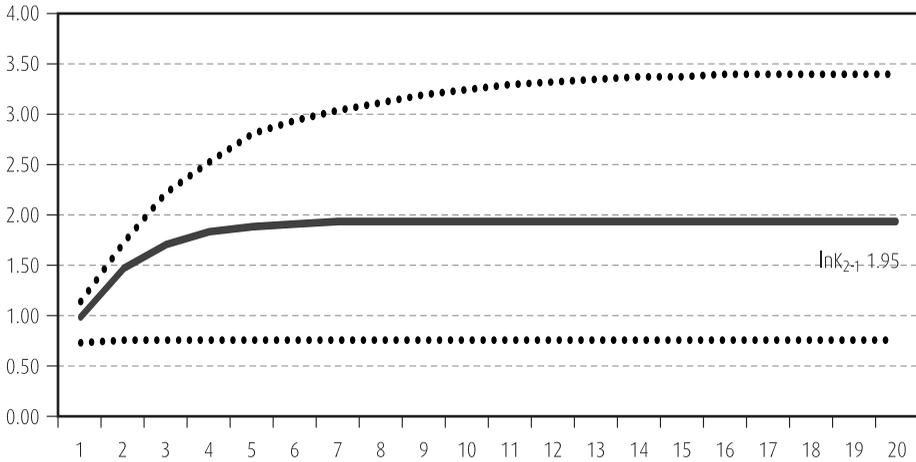


Gráfico 53

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL



■ 5.2.4. Anexo X. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones viarias ( $K_{21t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) se detectan formalmente dos relaciones de cointegración, entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{21t}, \nabla \ln \bar{K}_{21t})'$ , de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero al igual que en los análisis anteriores, una de ellas claramente no es estacionaria (gráfico 55). Por lo tanto, se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 54) y confiar en el análisis gráfico.

A continuación, se estudia si la primera relación de cointegración (gráfico 54) se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 40, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Gráfico 54

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

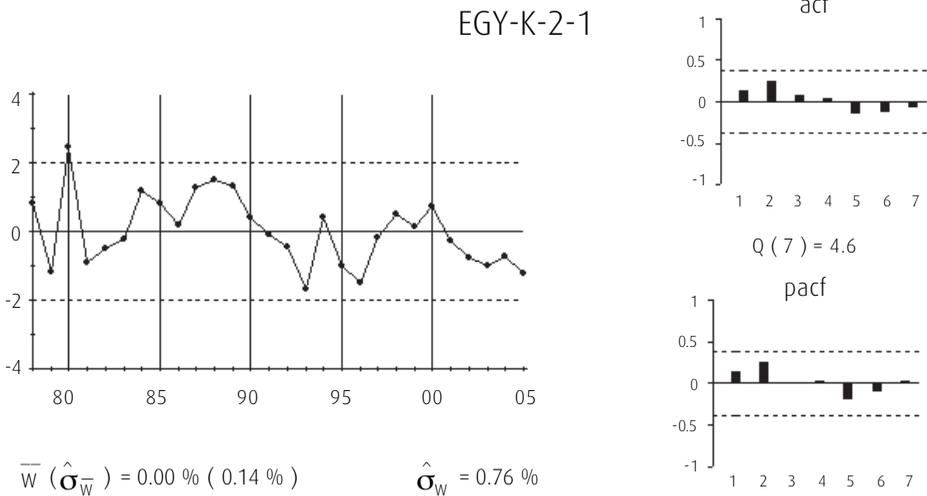


Gráfico 55

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

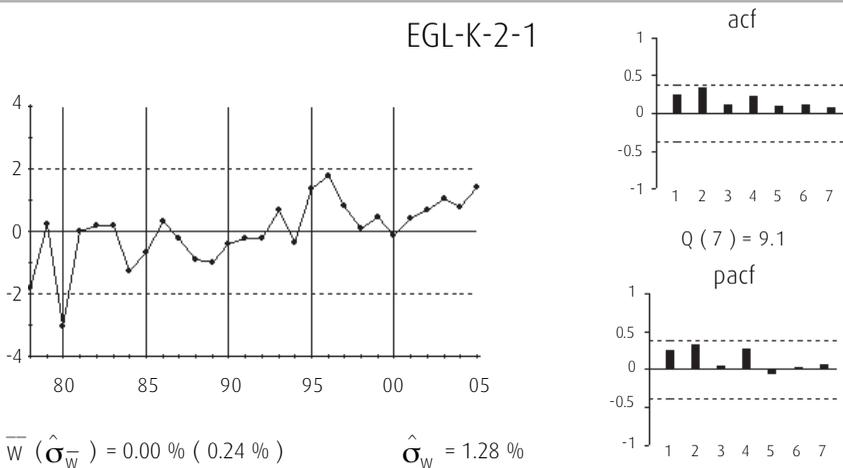


Tabla 40

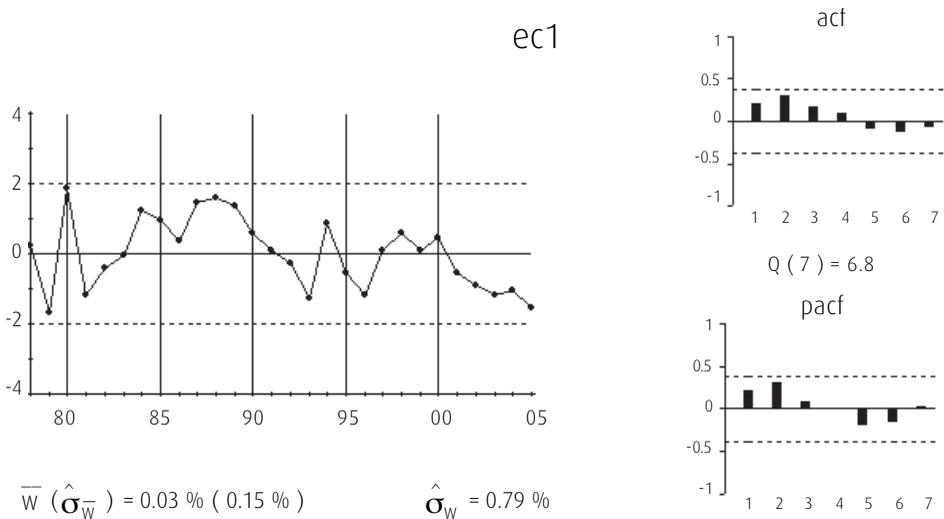
## TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)			
	EGY	EGL	EGC	EGOV	EGY_Ov	EGY_C	EGY_L	EGY_C_Ov	EGY_Ov_L	EGY_C_L
RETARDOS	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	<b>-4.33 (95%)</b>	-2.71	-1.44	<b>-4.18 (95%)</b>	<b>-3.93 (95%)</b>	-2.54	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.55	-2.32
Críticos	1	-2.27	-1.87	-2.10	-2.12	-2.18	-2.67	-2.06	-2.69	-2.41
Phillips Ouliaris	2	-2.10	-2.65	<b>-5.29 (99%)</b>	-1.74	-1.55	-2.34	-1.29	-2.30	-2.40
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.44	-0.83	-2.72	-1.33	-1.26	-3.88	-1.13	<b>-3.83 (95%)</b>	<b>-3.48 (95%)</b>
10%						<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>	
5%						<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>	
1%						<b>-4.73</b>			<b>-3.96</b>	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 56) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 56

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [\text{XXIII}]$$

Los resultados del test de Johansen (Johansen, 1988,1991) se muestran en la tabla 41. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 41

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (DATOS:27) (VAR 1)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>104.61</b>	<b>0.00</b>	<b>70.36</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	34.24	0.06	<b>24.08</b>	<b>0.03</b>
Como mucho 2	10.16	0.62	9.25	0.41
Como mucho 3	0.91	0.96	0.91	0.96
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (DATOS:26) (VAR 2)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>51.13</b>	<b>0.09</b>	<b>25.64</b>	<b>0.11</b>
Como mucho 1	25.49	0.37	13.90	0.47
Como mucho 2	11.59	0.49	10.70	0.28
Como mucho 3	0.89	0.96	0.89	0.96
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (DATOS:25) (VAR 3)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>95.56</b>	<b>0.00</b>	<b>50.22</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1</b>	<b>45.34</b>	<b>0.00</b>	<b>34.86</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 2	10.48	0.59	6.44	0.74
Como mucho 3	4.04	0.41	4.04	0.41

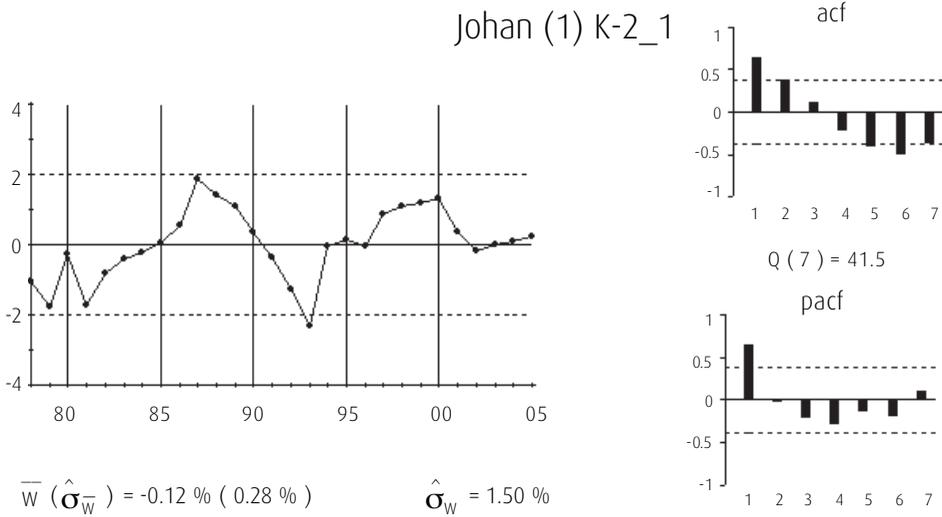
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\* Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

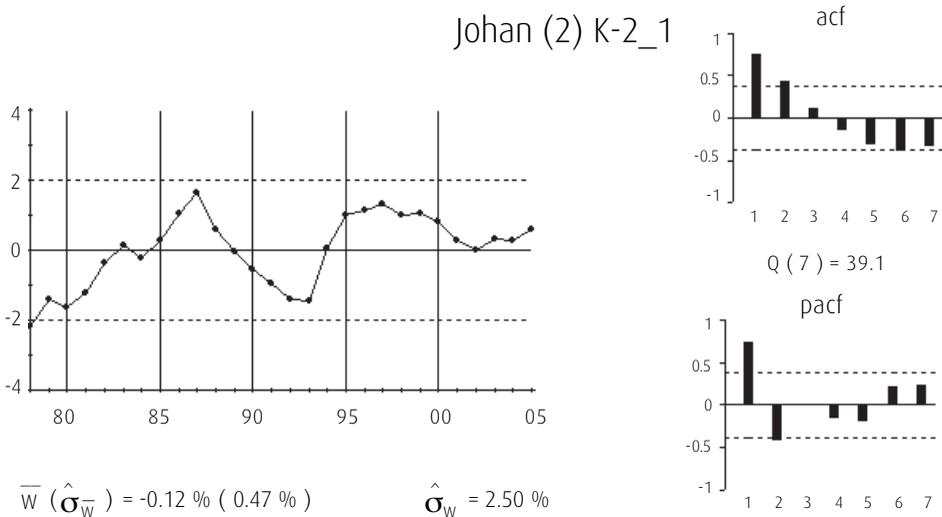
\*\* p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988,1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para el valor de  $p = 2$ , el contraste sugiere que no hay relaciones de cointegración, cuando se mantienen las mismas variables de PIB y empleo en tasas de crecimiento de las que consta la relación de cointegración encontrada en el análisis de otros capitales. Para los valores de  $p = 1$  y  $3$  en contraste sugiere dos relaciones de cointegración. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y, la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

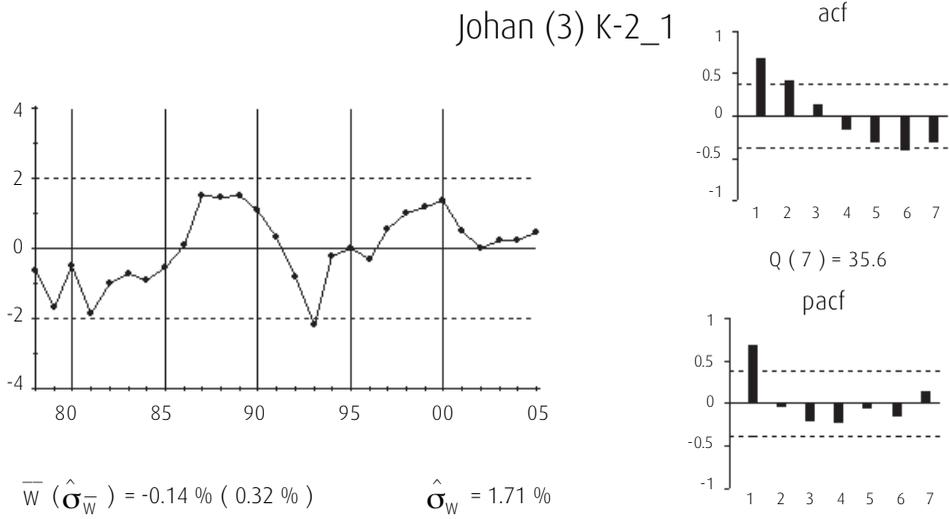
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.43_{(0.15)} \nabla \ln \bar{K}_{21t} - 0.04_{(0.04)} \nabla \ln K_{21t} - 0.01_{(0.005)}$$



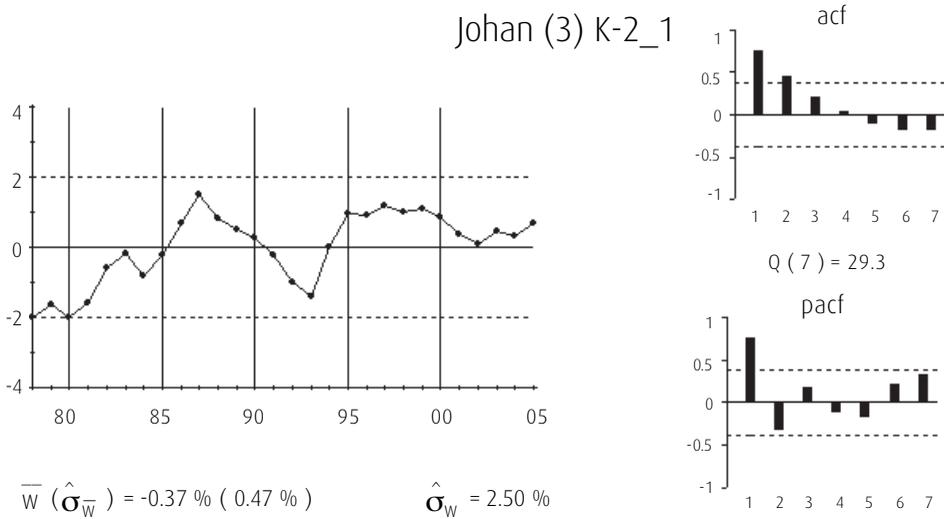
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln L_t - 2.95_{(0.49)} \nabla \ln \bar{K}_{21t} - 0.09_{(0.15)} \nabla \ln K_{21t} + 0.09_{(0.02)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(1)}} = \nabla \ln Y_t + 0.33_{(0.13)} \nabla \ln \bar{K}_{21t} + 0.12_{(0.03)} \nabla \ln K_{21t} - 0.05_{(0.001)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(1)}} = \nabla \ln L_t - 2.17_{(0.27)} \nabla \ln \bar{K}_{21t} + 0.23_{(0.06)} \nabla \ln K_{21t} + 0.05_{(0.01)}$$



Como el contraste de Johansen (Johansen, 1988,1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector ( $\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{21t}, \nabla \ln \bar{K}_{21t}$ ), se confía en el análisis gráfico y en el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 56.

### ■ 5.2.5. Anexo XI. Diagnóstico del modelo estimado: capital otras construcciones viarias ( $K_{21t}$ )

La tabla 42, muestra que los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables  $I(1)$ , coinciden en seleccionar un VAR(1). No obstante, como en los estudios anteriores se decide estimar un VEC(2) y analizar si éste es adecuado a través de sus residuos, ya que se confía en el análisis univariante ante el reducido tamaño muestral.

Tabla 42

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES $I(1)$ (OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-24.47	-24.28
1	145.44	-30.46	-29.49
2	19.08	-30.38	-28.62
3	28.04	-31.43	-28.90

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 43) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 43

#### CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.21	0.29	0.23	0.16	0.07	0.17	0.26	0.03	0.21	0.20	0.25	0.13	-0.01	0.08	0.00	0.02
2	-0.03	-0.01	0.02	-0.17	-0.07	0.00	0.00	-0.33	-0.17	-0.08	-0.18	<b>-0.41</b>	0.16	0.05	0.22	-0.21
3	0.02	-0.05	-0.15	<b>-0.46</b>	-0.13	-0.22	-0.29	<b>-0.56</b>	-0.07	-0.08	-0.10	<b>-0.44</b>	<b>0.63</b>	<b>0.50</b>	<b>0.45</b>	0.02
4	-0.18	-0.11	-0.32	-0.09	-0.37	-0.18	-0.37	-0.07	-0.16	-0.08	-0.23	-0.07	-0.13	0.03	-0.07	0.02
5	-0.19	-0.10	-0.20	0.13	-0.25	-0.21	-0.26	0.06	-0.30	-0.26	-0.36	0.01	-0.23	-0.20	-0.16	-0.05

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 57 muestra las series de los residuos y las funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada una de ellas.

Gráfico 57

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)

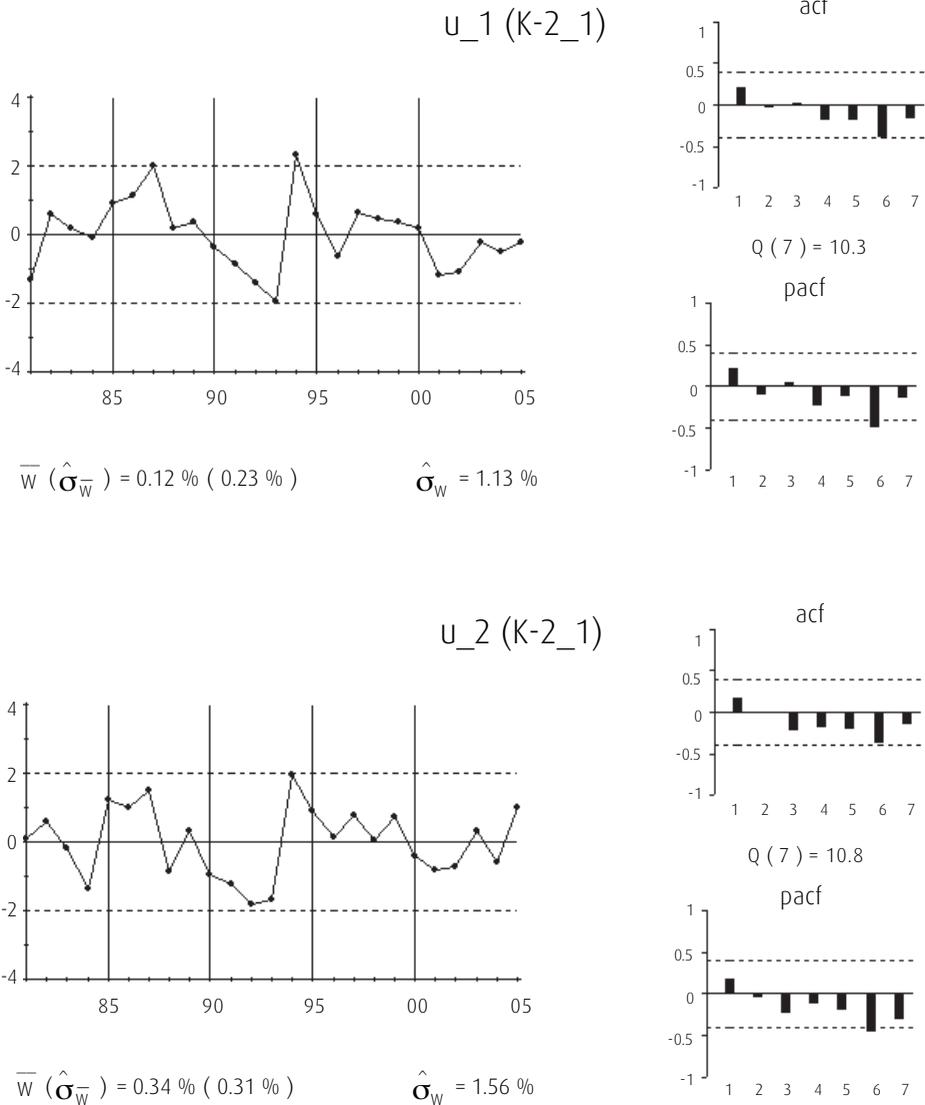
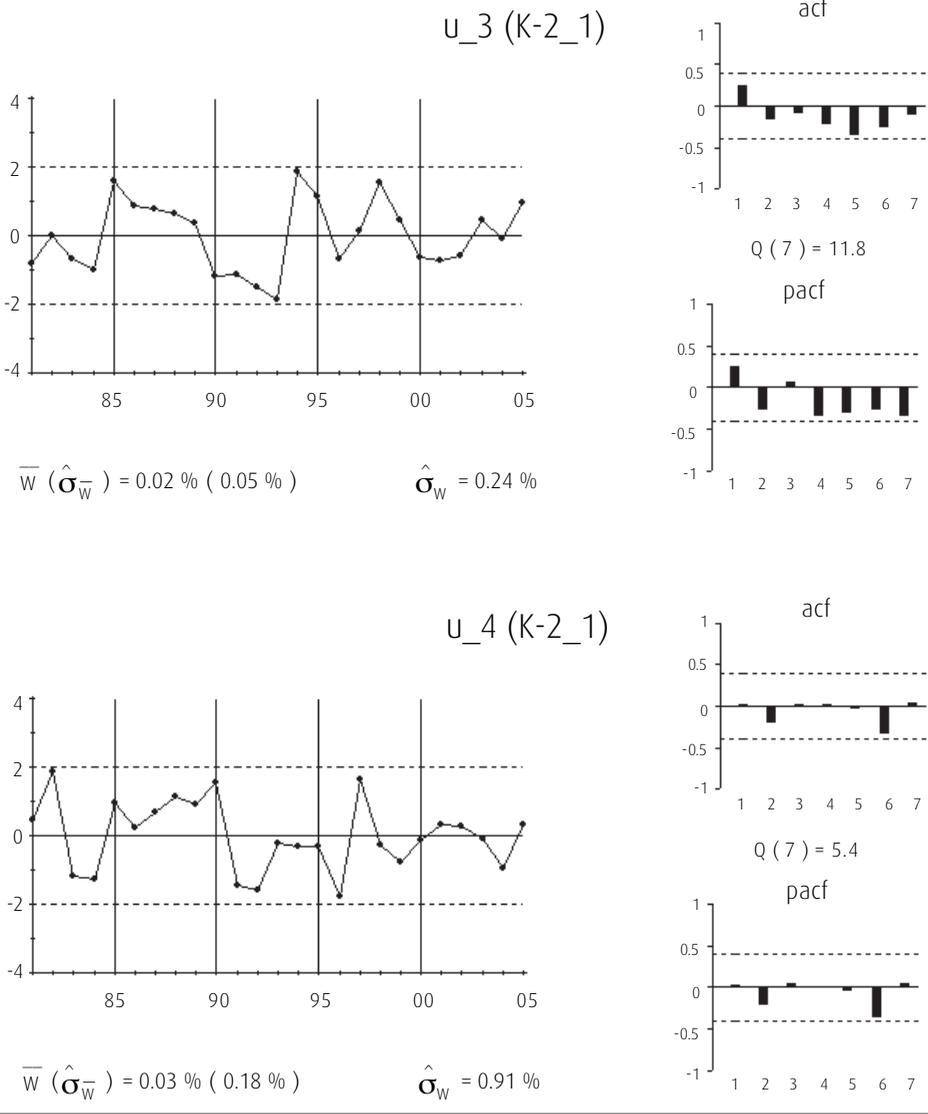


Grafico 57 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES VIARIAS)



La tabla 44 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 44

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-29.76
1	-29.17
2	-29.55
3	-31.64

### ■ 5.3. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS ( $K_{22t}$ )

#### ■ 5.3.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{22t}, \nabla \ln \bar{K}_{22t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) no obstante, detecta relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 213.

#### ■ 5.3.2. Estimación del modelo

El modelo VEC elaborado a partir de los datos se muestra en la tabla 45. Los coeficientes se han estimado de manera conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se detalla en el anexo de la página 220.

Tabla 45

## VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{22t}$	$\nabla^2 \ln K_{22t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.63 (0.16)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.22 (0.10)		

Tabla 45 (continuación)

## VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{22t}$	$\nabla^2 \ln K_{22t}$
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{22t-1}$			0.69 (0.11)	
$\nabla^2 \ln K_{22t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.26 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{22t-2}$			0.01 (0.10)	
$\nabla^2 \ln K_{22t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Las desviaciones típicas se muestran entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos ( $\rho$ ) es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.81 & 0.08 \\ & 1 & 0.83 & 0.23 \\ & & 1 & 0.11 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XXIV}]$$

Dada la ausencia de significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, no resulta necesario hacer ningún supuesto adicional de relación causal entre ambas variables. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.92 & 0 \\ & 1 & -5.46 & -0.25 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XXV}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 45  $\Pi(0)$  por se muestra en la tabla 46.

Tabla 46

## VEC ESTIMADO ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{22t}$	$\nabla^2 \ln K_{22t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.63			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.22		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{22t-1}$	-2.69	-3.76	0.69	
$\nabla^2 \ln K_{22t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.26		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{22t-2}$	-0.02	-0.03	0.01	
$\nabla^2 \ln K_{22t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{22t}$	3.92	5.46		
$\nabla^2 \ln K_{22t}$		0.25		

Cada columna corresponde a una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario, con el signo esperado, y de forma retardada, a éste y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, a los dos tipos de capital, construcciones hidráulicas y su complementario. Ni el *stock* de capital de construcciones hidráulicas públicas ni su complementario responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital de construcciones hidráulicas públicas producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo y la producción irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 47.

Tabla 47

### MODELO VAR ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{22t}$	$\nabla \ln K_{22t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.37			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.30	1.22		
$\nabla \ln \bar{K}_{22t-1}$	-6.61	-0.21	1.69	
$\nabla \ln K_{22t-1}$		-0.25		1.00
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.48		
$\nabla \ln \bar{K}_{22t-2}$	2.68	3.73	-0.68	
$\nabla \ln K_{22t-2}$				
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.26		
$\nabla \ln \bar{K}_{22t-3}$	0.02	0.03	-0.01	
$\nabla \ln K_{22t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{22t}$	3.92	5.46		
$\nabla \ln K_{22t}$		0.25		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\pi_z(B) = \begin{bmatrix} 1 - 0.37B & -0.30B \\ 0 & 1 - 1.22B + 0.48B^2 - 0.26B^3 \end{bmatrix}$$

$$-\pi_z(B)v_z(B) = \begin{bmatrix} 6.61B - 2.68B^2 - 0.02B^3 - 3.92 & 0 \\ 9.21B - 3.73B^2 - 0.03B^3 - 5.46 & 0.25B - 0.25 \end{bmatrix}$$

$$-P_{K_t}\pi_K(B)v_K(B) = \emptyset \quad [XXVI]$$

$$P_{K_t}\pi_K(B) = \begin{bmatrix} 1 - 1.69B + 0.68B^2 + 0.01B^3 & 0 \\ 0 & \nabla \end{bmatrix}$$

$$P_{K_t} = I; z_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{22t} \\ \nabla \ln K_{22t} \end{bmatrix}$$

### ■ 5.3.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el *stock* de capital otras construcciones hidráulicas públicas ( $K_{22t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 48 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{22t}$  y  $\ln \bar{K}_{22t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{22t}$ . La tabla 49 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 48

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS ( $K_{22t}$ )

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{2-2}$	$\ln K_{2-2}$
1	0.00	0.25	0.00	1.00
2	0.08	0.32	0.00	1.00
3	0.12	0.26	0.00	1.00
4	0.12	0.23	0.00	1.00
5	0.11	0.24	0.00	1.00
6	0.11	0.25	0.00	1.00
7	0.12	0.25	0.00	1.00
8	0.12	0.25	0.00	1.00
9	0.12	0.25	0.00	1.00
10	0.12	0.25	0.00	1.00
11	0.12	0.25	0.00	1.00
12	0.12	0.25	0.00	1.00
13	0.12	0.25	0.00	1.00
14	0.12	0.25	0.00	1.00
15	0.12	0.25	0.00	1.00
16	0.12	0.25	0.00	1.00
17	0.12	0.25	0.00	1.00
18	0.12	0.25	0.00	1.00
19	0.12	0.25	0.00	1.00
20	0.12	0.25	0.00	1.00

Tabla 49

### BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UN PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{2-t})$	$\sigma_2(\bar{K}_{2-t})$	$\sigma_1(K_{2-t})$	$\sigma_2(K_{2-t})$
1	0.00	0.00	-0.15	0.61	0.00	0.00	0.54	1.52
2	-0.04	0.18	-0.21	0.74	0.00	0.00	0.54	1.52
3	-0.08	0.28	-0.17	0.75	0.00	0.00	0.54	1.52
4	-0.08	0.33	-0.16	0.68	0.00	0.00	0.54	1.52
5	-0.08	0.33	-0.17	0.66	0.00	0.00	0.54	1.52
6	-0.08	0.32	-0.18	0.68	0.00	0.00	0.54	1.52
7	-0.09	0.33	-0.17	0.71	0.00	0.00	0.54	1.52
8	-0.09	0.33	-0.17	0.71	0.00	0.00	0.54	1.52
9	-0.08	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
10	-0.08	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
11	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
12	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
13	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
14	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
15	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
16	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
17	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
18	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
19	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52
20	-0.09	0.33	-0.17	0.70	0.00	0.00	0.54	1.52

El *shock* permanente de un punto porcentual en el *stock* de otras construcciones hidráulicas públicas provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.12pp y 0.25pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.12% y la del empleo en el 0.25%. No se detectan efectos sobre los capitales.

La primera variable en reaccionar es el empleo que lo hace instantáneamente, y a continuación la producción. Al cabo de tres años, tanto la producción como el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 58, gráfico 59, y gráfico 60 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 58

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRAÚLICAS PÚBLICAS

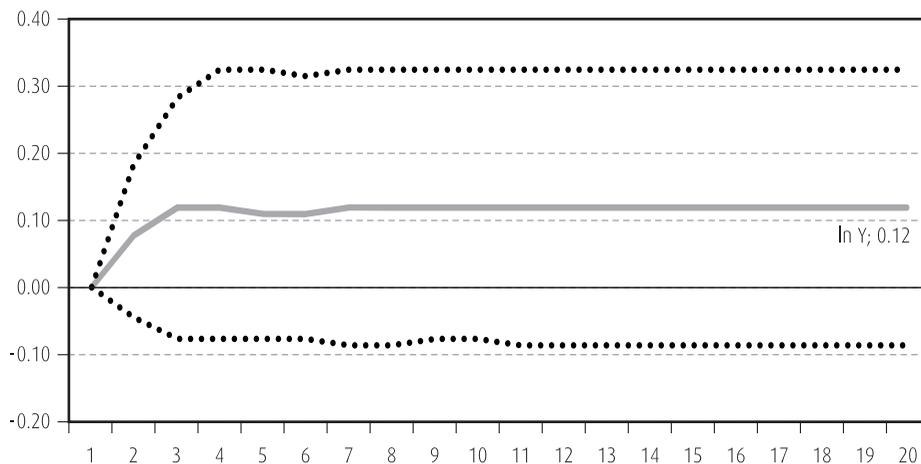


Gráfico 59

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRAÚLICAS PÚBLICAS

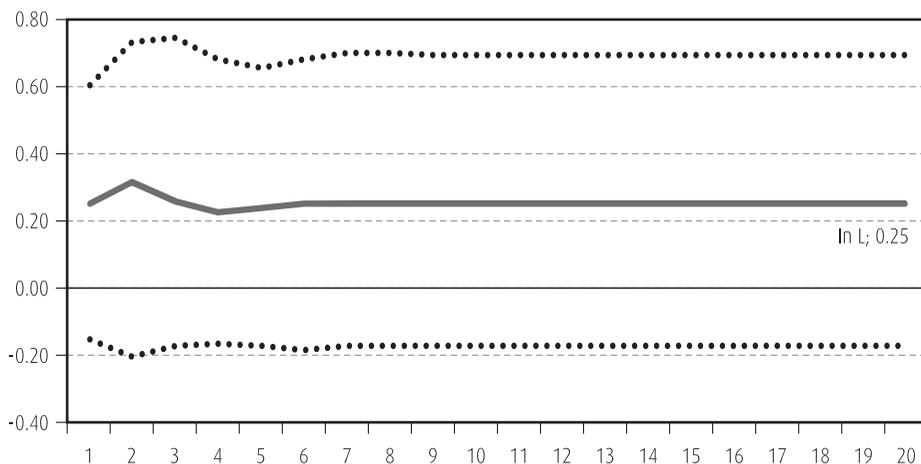
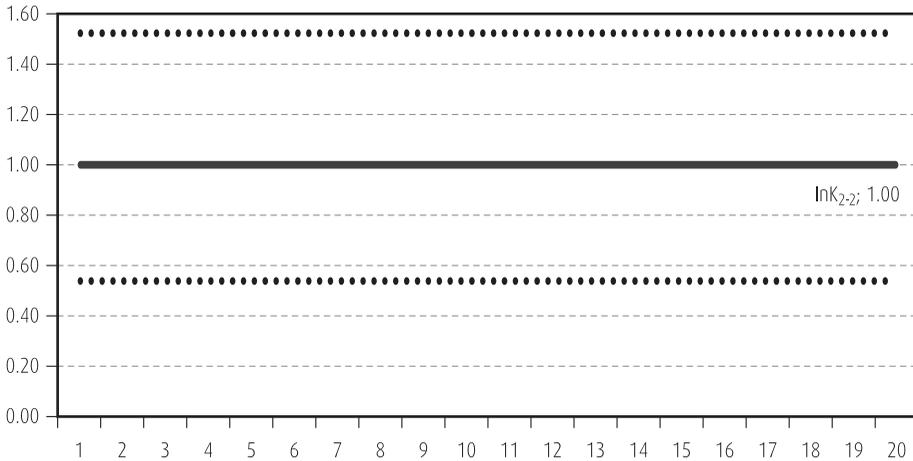


Gráfico 60

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES  
HIDRÁULICAS PÚBLICAS ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA  
PERMANENTE EN DICHO CAPITAL



■ 5.3.4. Anexo XII. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones hidráulicas ( $K_{2,t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{2,t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{2,t}$  se detectan formalmente dos relaciones de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero al igual que en todos los análisis anteriores, una de ellas claramente no estacionaria (gráfico 62). Por lo tanto, se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 61) y confiar en el análisis gráfico.

A continuación, y tomando como relación de cointegración la primera (gráfico 61), se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 50, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Gráfico 61

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

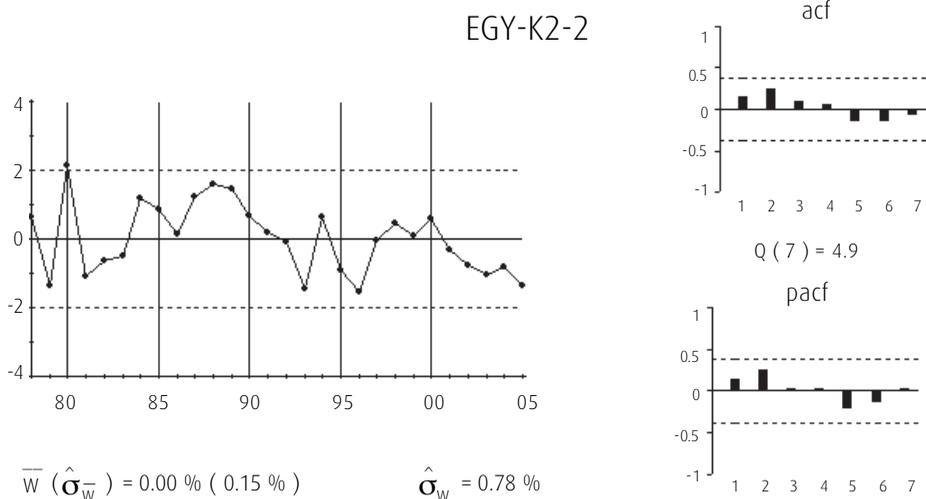


Gráfico 62

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

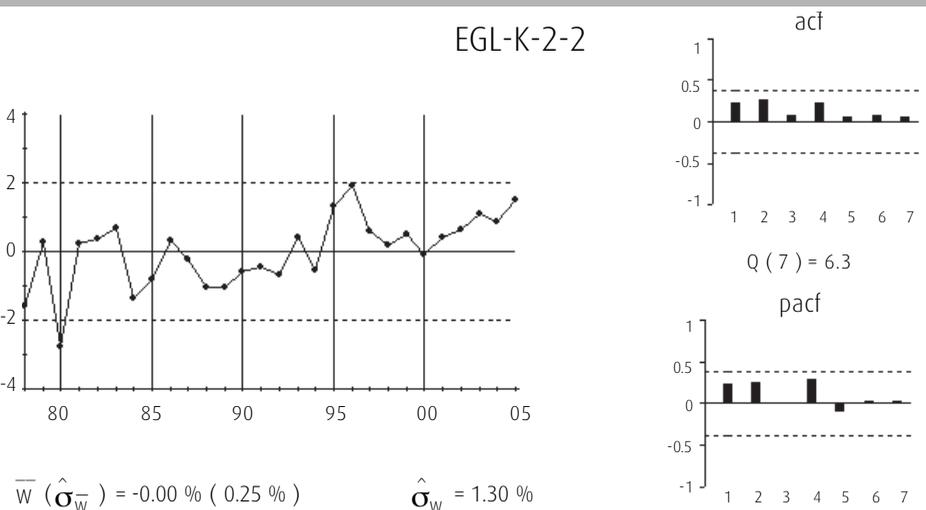


Tabla 50

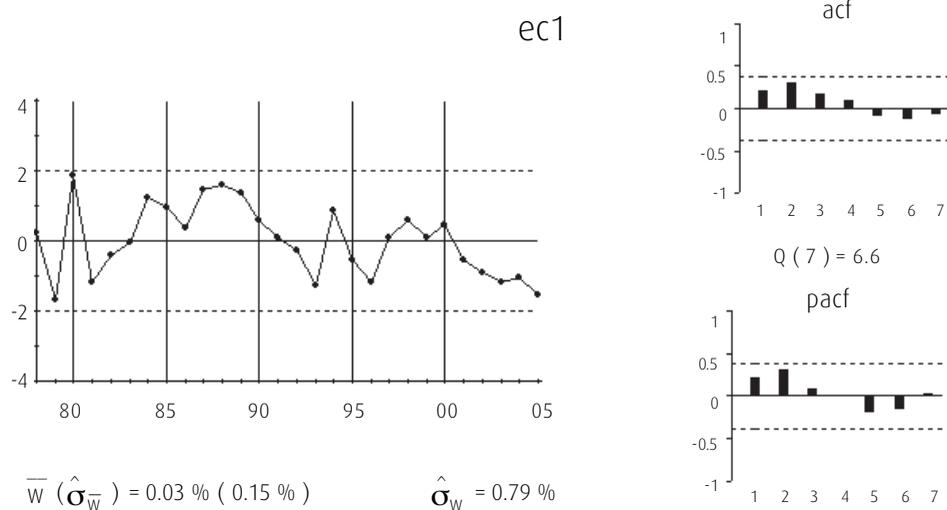
### TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)				
	RETARDOOS	EGY	EGT	EGC	EGoh	EGY_L	EGY_C	EGY_L	EGY_C	EGY_Ov_L	EGY_C_L
		ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	<b>-4.24 (95%)</b>	<b>-3.95 (90%)</b>	-2.53	-3.41	-2.58	<b>-3.97 (95%)</b>	-2.58	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.55	-2.45
Críticos	1	-2.24	-2.03	-2.39	-3.47	-2.80	-2.20	-2.80	-2.06	-2.69	-2.64
Phillips Oulitaris	2	-1.85	-2.54	<b>-6.30 (99%)</b>	-2.70	-2.33	-1.51	-2.33	-1.29	-2.34	-2.39
(Phillips Oulitaris, 1990)	3	-1.35	-0.84	-3.20	-2.13	-1.29	-1.21	<b>-3.77 (95%)</b>	-1.13	<b>-3.87 (95%)</b>	<b>-3.43 (95%)</b>
10%			<b>-3.83</b>				<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>	
5%			<b>-4.11</b>				<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>	
1%			<b>-4.73</b>				<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 63) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales y que relaciona positivamente las tasas de crecimiento del empleo y de la producción.

Gráfico 63

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [\text{XXVII}]$$

Posteriormente, se aplica el test de Johansen (Johansen, 1988,1991) cuyos resultados se muestran en la tabla 51. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 51

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (DATOS:27) (VAR 1)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>116.96</b>	<b>0.00</b>	<b>77.91</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>39.05</b>	<b>0.02</b>	<b>22.14</b>	<b>0.05</b>
Como mucho 2	16.91	0.14	12.70	0.15
Como mucho 3	4.22	0.38	4.22	0.38
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (DATOS:26) (VAR 2)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>59.07</b>	<b>0.02</b>	<b>32.42</b>	<b>0.02</b>
Como mucho 1	26.65	0.31	17.77	0.19
Como mucho 2	8.88	0.75	7.99	0.55
Como mucho 3	0.89	0.97	0.89	0.97
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (DATOS:25) (VAR 3)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>85.52</b>	<b>0.00</b>	<b>46.52</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1</b>	<b>39.01</b>	<b>0.02</b>	<b>27.42</b>	<b>0.01</b>
Como mucho 2	11.58	0.49	8.22	0.52
Como mucho 3	3.36	0.52	3.36	0.52

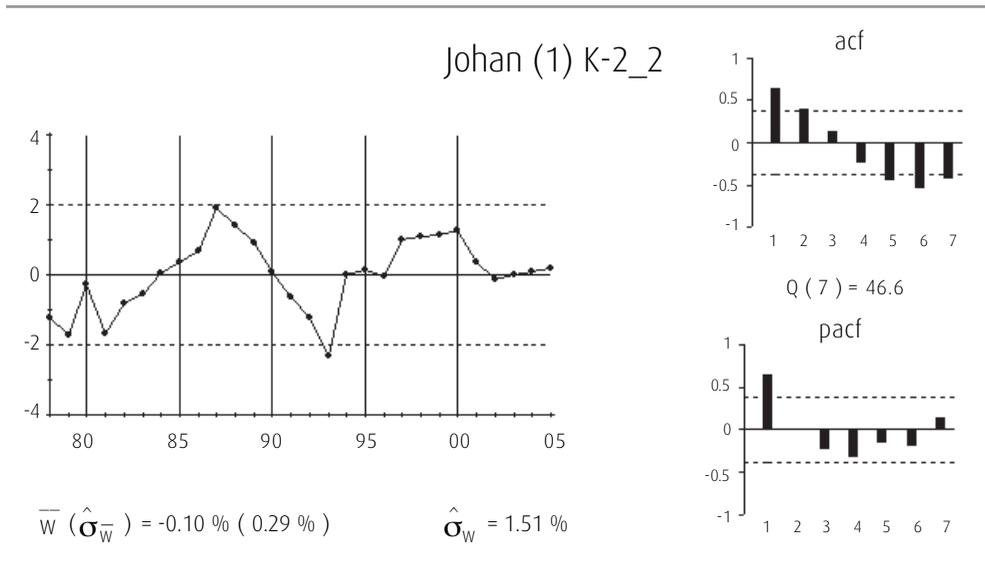
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\* Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

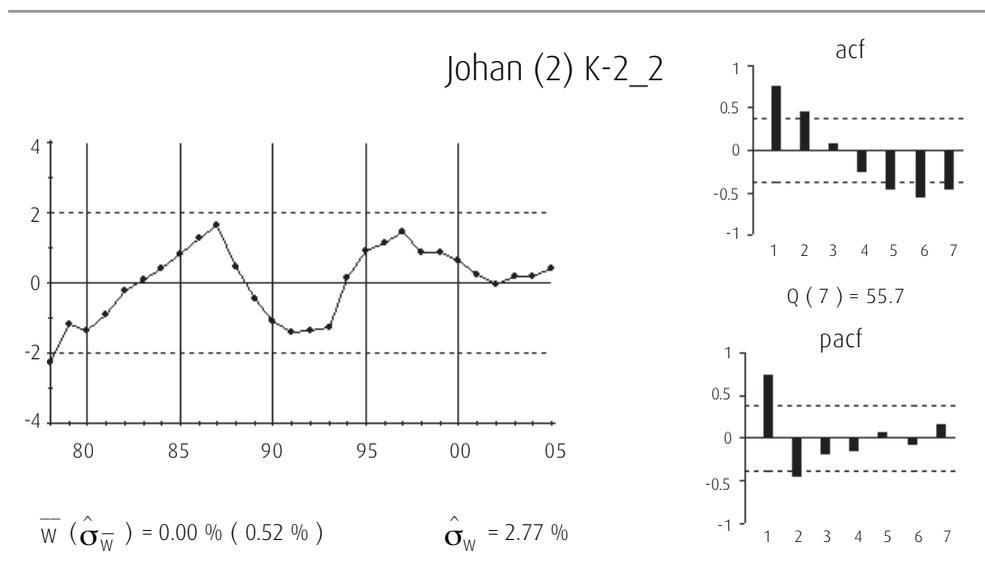
\*\* p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para valores de  $p = 2$ , el contraste sugiere una sola relación de cointegración, mientras que para  $p=1$  y  $3$ , sugiere dos. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y, la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

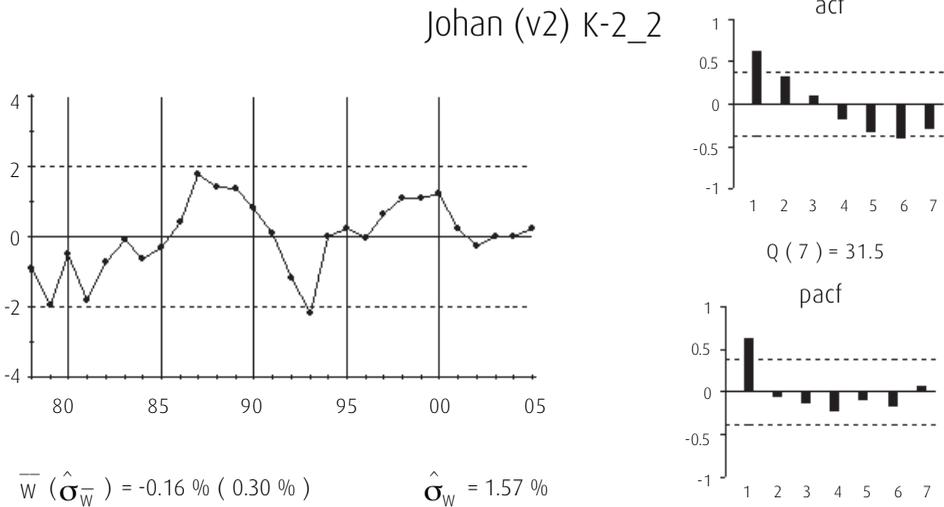
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.69_{(0.13)} \nabla \ln \bar{K}_{22t} - 0.21_{(0.09)} \nabla \ln K_{22t} + 0.003_{(0.006)}$$



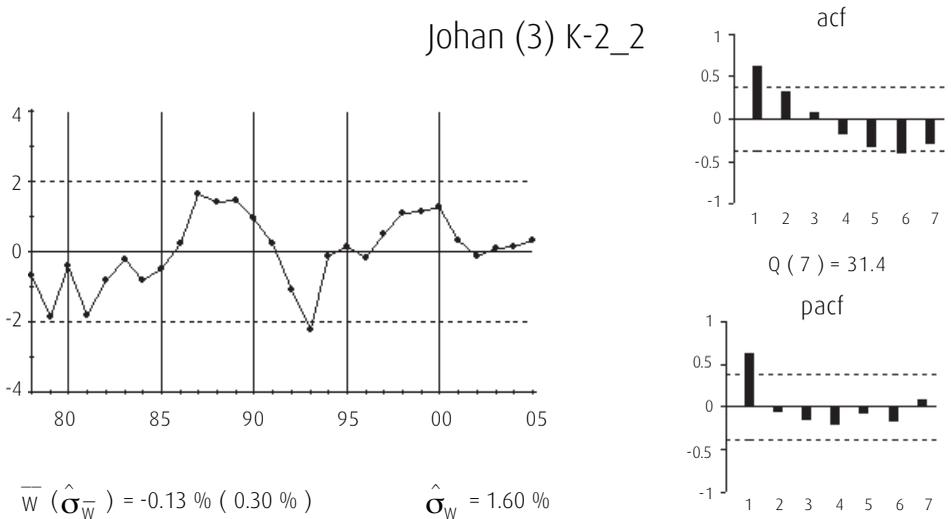
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 4.04_{(0.62)} \nabla \ln \bar{K}_{22t} - 0.53_{(0.43)} \nabla \ln K_{22t} + 0.14_{(0.03)}$$



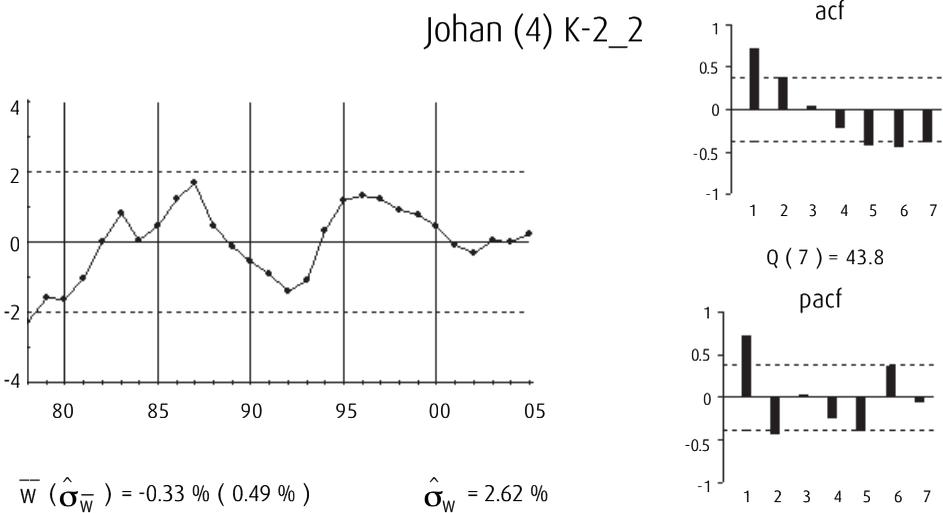
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t + 0.02_{(0.06)} \nabla \ln L_t - 0.25_{(0.20)} \nabla \ln \bar{K}_{22t} + 0.30_{(0.10)} \nabla \ln K_{22t} - 0.03_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(1)} = \nabla \ln Y_t + 0.11_{(0.16)} \nabla \ln \bar{K}_{22t} + 0.29_{(0.09)} \nabla \ln K_{22t} - 0.04_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(2)}} = \nabla \ln L_t - 3.84_{(0.40)} \nabla \ln \bar{K}_{22t} + 0.38_{(0.24)} \nabla \ln K_{22t} + 0.11_{(0.02)}$$



También en este caso, como el contraste de Johansen muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{22t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{22t})'$ , se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 63.

■ 5.3.5. Anexo XIII. Diagnóstico del modelo estimado: capital otras construcciones hidráulicas ( $K_{22}$ )

La tabla 52 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables I(1). También en este caso coinciden en la selección del orden del VAR, pero al igual que en los estudios anteriores, se confía en el análisis de los residuos del proceso generador de los datos VEC(2).

Tabla 52

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-24.47	-24.28
1	145.44	-30.46	-29.49
2	19.08	-30.38	-28.62
3	28.04	-31.43	-28.90

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 53) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 53

### CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.21	0.29	0.24	0.10	0.07	0.18	0.26	-0.09	0.20	0.21	0.26	-0.20	0.05	0.11	0.26	-0.19
2	-0.03	-0.01	0.02	-0.28	-0.08	-0.01	-0.02	-0.38	-0.13	-0.05	-0.15	-0.25	-0.21	-0.17	-0.16	-0.28
3	0.02	-0.05	-0.15	-0.36	-0.13	-0.22	-0.33	-0.27	-0.01	-0.01	-0.09	-0.21	0.21	-0.03	0.04	-0.02
4	-0.18	-0.10	-0.34	0.24	-0.37	-0.18	-0.39	0.26	-0.22	-0.12	-0.26	0.03	0.30	0.34	0.25	0.09
5	-0.19	-0.10	-0.19	0.20	-0.24	-0.21	-0.24	0.06	-0.30	-0.26	-0.37	0.16	-0.18	-0.16	-0.05	-0.01

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 64 muestra las series de residuos y funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial.

Gráfico 64

### RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

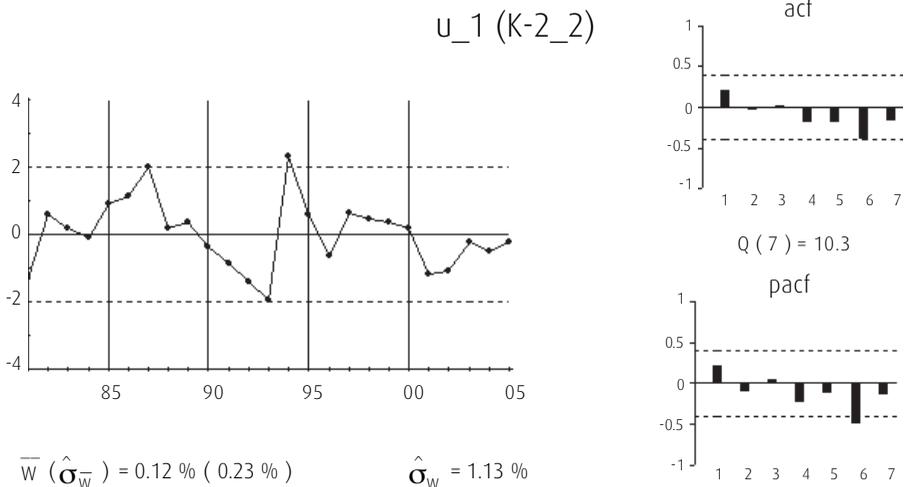


Gráfico 64 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES  
HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

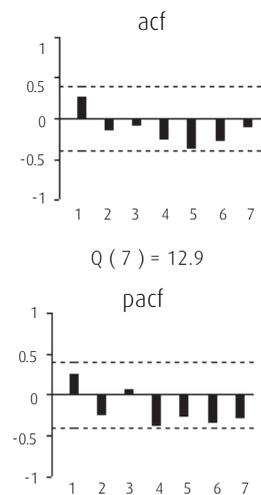
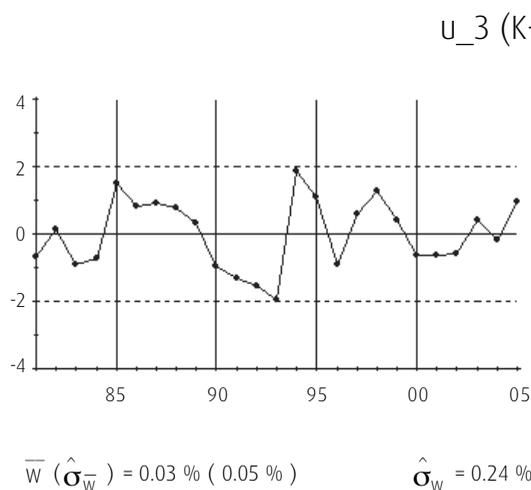
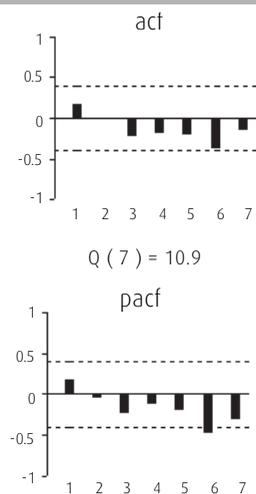
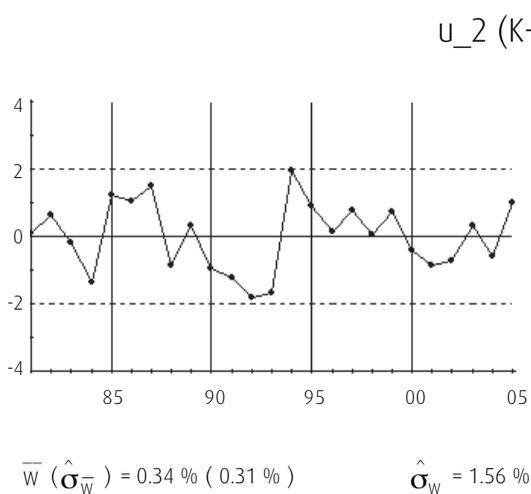
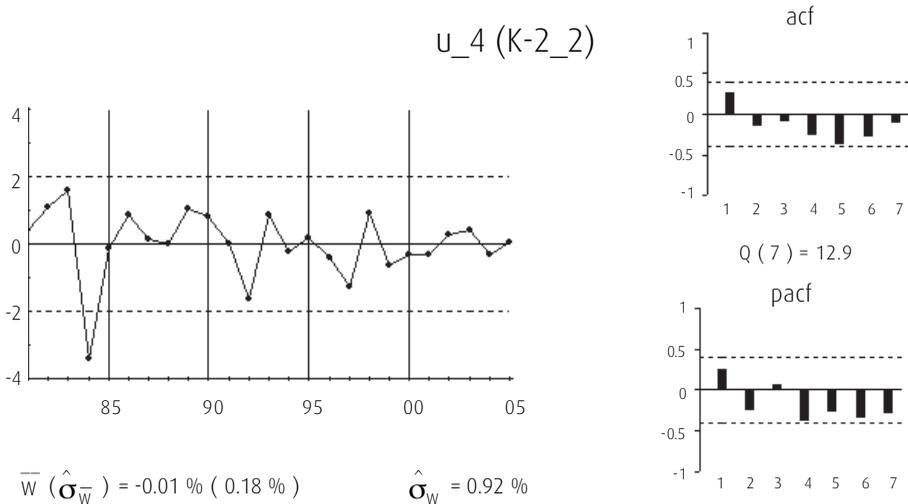


Gráfico 64 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES  
HIDRÁULICAS PÚBLICAS)

La tabla 54 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 54

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-29.84
1	-29.64
2	-29.43
3	-31.00

## ■ 5.4. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS ( $K_{23t}$ )

### ■ 5.4.1. Estudio de la cointegración

Aplicando el método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) se detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables ( $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{23t}$ ,

$\nabla \ln \bar{K}_{23t}$ ). Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) no obstante detecta hasta tres relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 231.

#### ■ 5.4.2. Estimación del modelo

El modelo VEC elaborado a partir de los datos se muestra en la tabla 55. Los coeficientes se han estimado de manera conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se detalla en el anexo de la página 239.

Tabla 55

#### VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{2t}$	$\nabla^2 \ln K_{2t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.65 (0.16)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.22 (0.10)		0.21 (0.08)
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{23t-1}$			0.64 (0.12)	
$\nabla^2 \ln K_{23t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{23t-2}$			0.06 (0.11)	1.54 (0.42)
$\nabla^2 \ln K_{23t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.79 & 0.14 \\ & 1 & 0.83 & 0.21 \\ & & 1 & 0.01 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XXVIII}]$$

Al no resultar significativa la correlación instantánea residual entre los capitales no es necesario hacer ningún supuesto adicional. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.60 & 0 \\ & 1 & -5.32 & -0.44 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XXIX}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 55 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 56.

Tabla 56

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{23t}$	$\nabla^2 \ln K_{23t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.65			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.12		0.21
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{23t-1}$	-2.31	-3.42	0.64	
$\nabla^2 \ln K_{23t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{23t-2}$	-0.22	-0.99	0.06	1.54
$\nabla^2 \ln K_{23t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{23t}$	3.60	5.32		
$\nabla^2 \ln K_{23t}$		0.44		

Cada columna corresponde a una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario, con el signo esperado, y de forma retardada, a éste y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, al capital complementario, y de forma instantánea al capital ferroviario. El *stock* de capital ferroviario responde de forma retardada y positiva al empleo y al capital complementario, mientras que éste no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital de construcciones ferroviarias producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el capital ferroviario irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 57.

Tabla 57

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{23t}$	$\nabla \ln K_{23t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.35			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.31	1.12		0.21
$\nabla \ln \bar{K}_{23t-1}$	-5.91	-8.74	1.64	
$\nabla \ln K_{23t-1}$		-0.44		1.00
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.37		-0.21
$\nabla \ln \bar{K}_{23t-2}$	2.10	2.43	-0.58	1.54
$\nabla \ln K_{23t-2}$				
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.25		
$\nabla \ln \bar{K}_{23t-3}$	0.22	0.99	-0.06	-1.54
$\nabla \ln K_{23t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{23t}$	3.60	5.32		
$\nabla \ln K_{23t}$		0.44		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\begin{aligned} \pi_z(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 0.35B & -0.31B \\ 0 & 1 - 1.22B + 0.37B^2 - 0.25B^3 \end{bmatrix} \\ -\pi_z(B)\nu_z(B) &= \begin{bmatrix} 5.91B - 2.10B^2 - 0.22B^3 - 3.60 & 0 \\ 8.74B - 2.43B^2 - 0.99B - 5.32^3 & 0.44B - 0.44 \end{bmatrix} \\ -P_{K_t}\pi_K(B)\nu_K(B) &= \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -0.21B + 0.21B^2 \end{bmatrix} \quad [XXX] \\ P_{K_t}\pi_K(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 1.64B + 0.58B^2 + 0.06B^3 & 0 \\ -1.54B^2 + 1.54B^3 & \nabla \end{bmatrix} \\ P_{K_t} = I; Z_t &= \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{23t} \\ \nabla \ln K_{23t} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

#### ■ 5.4.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital otras construcciones ferroviarias ( $K_{23t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 58 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{23t}$  y  $\ln \bar{K}_{23t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{23t}$ . La tabla 59 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 58

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{2-3}$	$\ln K_{2-3}$
1	0.00	0.44	0.00	1.00
2	0.14	0.53	0.00	1.10
3	0.21	0.44	0.00	1.11
4	0.21	0.40	0.00	1.10
5	0.19	0.41	0.00	1.08
6	0.19	0.42	0.00	1.08
7	0.21	0.42	0.00	1.08
8	0.21	0.42	0.00	1.08
9	0.21	0.42	0.00	1.08
10	0.21	0.42	0.00	1.08

Tabla 58 (continuación)

**FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE  
EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS**

PERÍODO	lnY	lnL	Ln $\bar{K}_{2-3}$	Ln $K_{2-3}$
11	0.21	0.42	0.00	1.08
12	0.21	0.42	0.00	1.08
13	0.21	0.42	0.00	1.08
14	0.21	0.42	0.00	1.08
15	0.21	0.42	0.00	1.08
16	0.21	0.42	0.00	1.08
17	0.21	0.42	0.00	1.08
18	0.21	0.42	0.00	1.08
19	0.21	0.42	0.00	1.08
20	0.21	0.42	0.00	1.08

Tabla 59

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA  
A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL  
OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS**

PERÍODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{2-3})$	$\sigma_2(\bar{K}_{2-3})$	$\sigma_1(K_{2-3})$	$\sigma_2(K_{2-3})$
1	0.00	0.00	-0.15	0.78	0.00	0.00	0.70	1.16
2	-0.03	0.32	-0.19	0.93	0.00	0.00	0.73	1.23
3	-0.05	0.41	-0.15	0.81	0.00	0.00	0.73	1.26
4	-0.07	0.37	-0.14	0.74	0.00	0.00	1.15	1.23
5	-0.07	0.34	-0.15	0.75	0.00	0.00	0.73	1.22
6	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
7	-0.07	0.36	-0.15	0.78	0.00	0.00	0.73	1.22
8	-0.07	0.37	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
9	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
10	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
11	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
12	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
13	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
14	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
15	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
16	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
17	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
18	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
19	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22
20	-0.07	0.36	-0.15	0.77	0.00	0.00	0.73	1.22

A largo plazo, la inercia y los efectos de retroalimentación, hacen que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de construcciones ferroviarias, se convierta, al cabo de 5 años en 1.08 puntos porcentuales (pp). Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.21pp y 0.42pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.19% y la del empleo en el 0.39%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

La primera variable en reaccionar es el empleo que lo hace instantáneamente, y a continuación la producción y el capital ferroviario. Al cabo de tres años, tanto la producción como el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 65, gráfico 66 y gráfico 67 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 65

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS

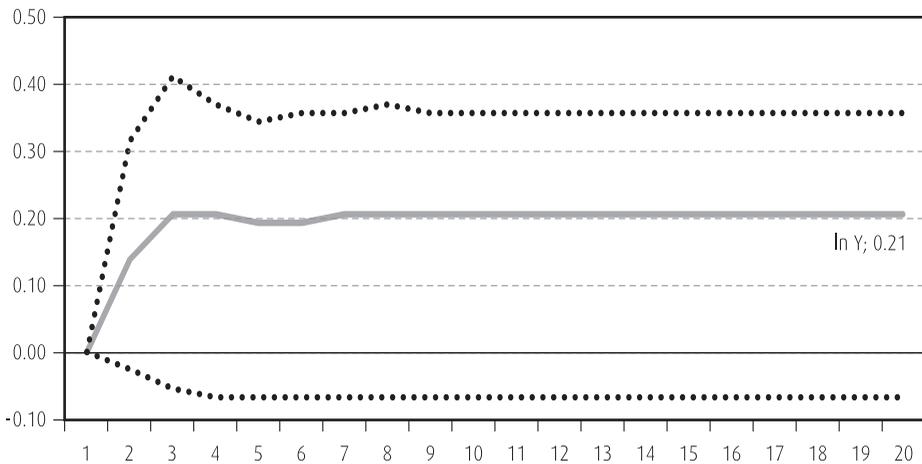


Gráfico 66

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS

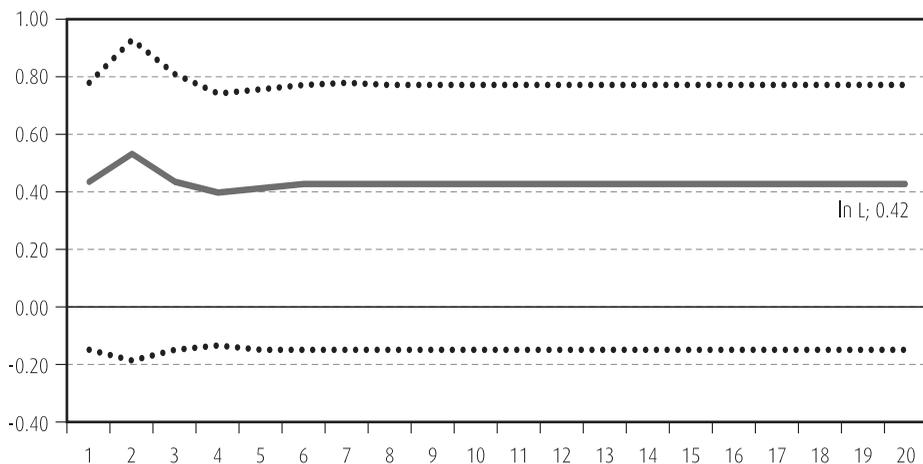
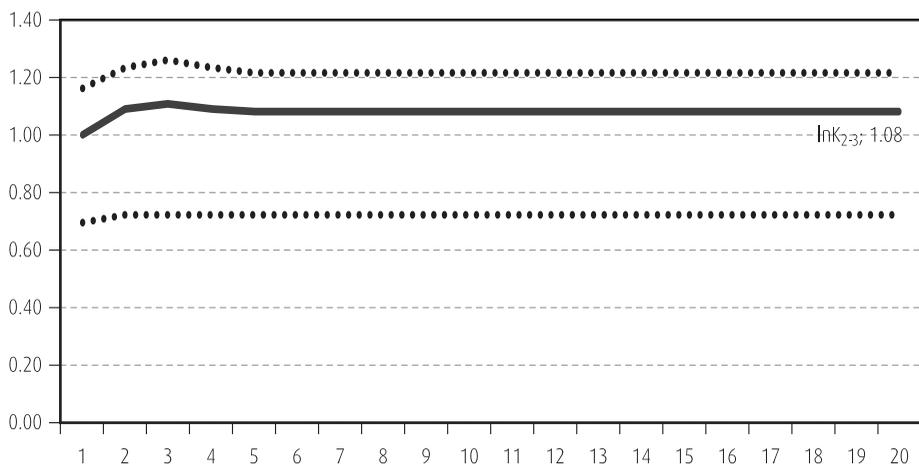


Gráfico 67

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL



■ 5.4.4. Anexo XIV. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones ferroviarias ( $K_{23t}$ )

Mediante el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{23t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{23t}$ , se detectan formalmente dos relaciones de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero al igual que en todos los análisis anteriores, una de ellas claramente no estacionaria (gráfico 69). Por lo tanto, se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 68) y confiar en el análisis gráfico.

Gráfico 68

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

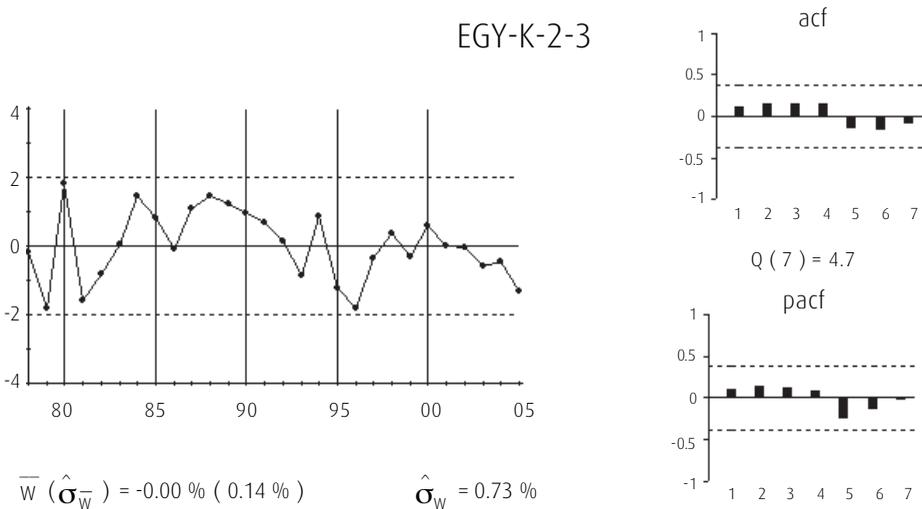
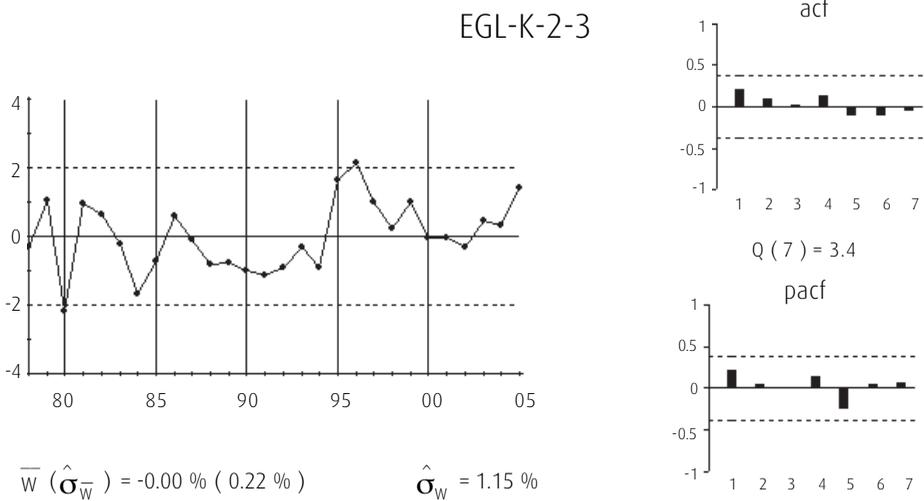


Gráfico 69

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO



A continuación, se estudia si la relación de cointegración, que se muestra en el gráfico 68, se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. En la tabla 60 se observa que el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen I(0). Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Tabla 60

### TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS)

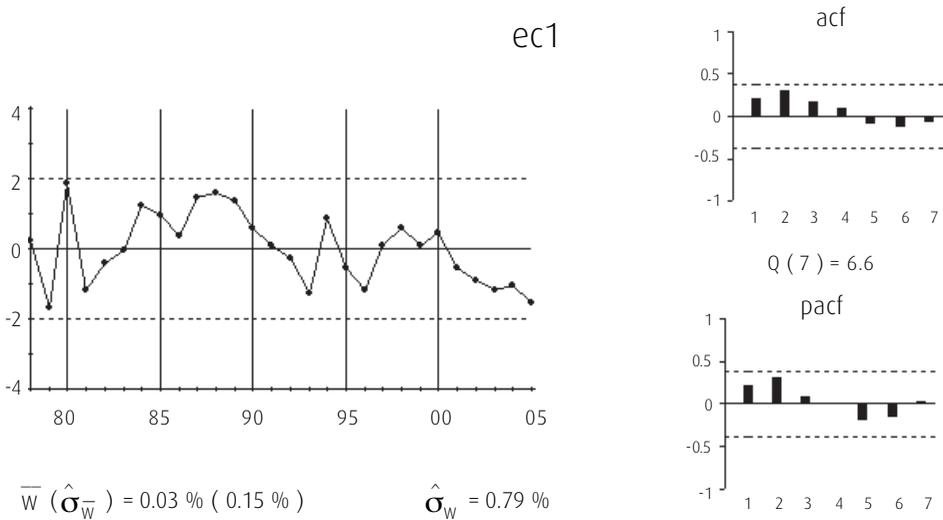
ADF: ESTADÍSTICO T	RETARDOS	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)				
		EGY	EGL	EGC	EGOF	EGY_L	EGY_C	EGY_L	EGY_C	EGY_C_Of	EGY_Of_L	EGY_C_L
		ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	<b>-4.39 (95%)</b>	<b>-3.88 (90%)</b>	-3.44	-3.10	-4.09 (95%)	-4.40 (99%)	-2.54	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.55	-2.58	
Criticos	1	-2.90	-2.75	-2.64	-3.37	-2.07	-2.87	-2.62	-2.06	-2.67	-2.58	
Phillips Ouliaris	2	-1.72	-2.39	-3.79	-2.38	-1.59	-1.74	-2.69	-1.29	-2.31	-2.91	
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.52	-1.51	-3.96	-3.57	-1.26	-1.52	-3.92	-1.13	<b>-3.86 (95%)</b>	<b>-3.88 (95%)</b>	
10%			<b>-3.83</b>				<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>		
5%			<b>-4.11</b>				<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>		
1%			<b>-4.73</b>				<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>		

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

Al excluir las variables de capital, la relación de cointegración (gráfico 70) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 70

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )



$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [XXXI]$$

Posteriormente, se aplica el test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) cuyos resultados se muestran en la tabla 61. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 61

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (DATOS:27) (VAR 1)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>122.63</b>	<b>0.00</b>	<b>78.05</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>44.58</b>	<b>0.00</b>	<b>23.39</b>	<b>0.04</b>
<b>Como mucho 2*</b>	<b>21.28</b>	<b>0.04</b>	<b>15.78</b>	<b>0.05</b>
Como mucho 3	5.40	0.24	5.40	0.24
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (DATOS:26) (VAR 2)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>56.14</b>	<b>0.03</b>	<b>29.04</b>	<b>0.04</b>
Como mucho 1	27.10	0.28	14.11	0.45
Como mucho 2	12.99	0.36	8.86	0.45
Como mucho 3	4.13	0.39	4.13	0.39
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (DATOS:25) (VAR 3)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>80.54</b>	<b>0.00</b>	<b>35.85</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>44.96</b>	<b>0.00</b>	21.01	0.07
<b>Como mucho 2*</b>	<b>23.68</b>	<b>0.02</b>	<b>16.78</b>	<b>0.04</b>
Como mucho 3	6.90	0.13	6.90	0.13

Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

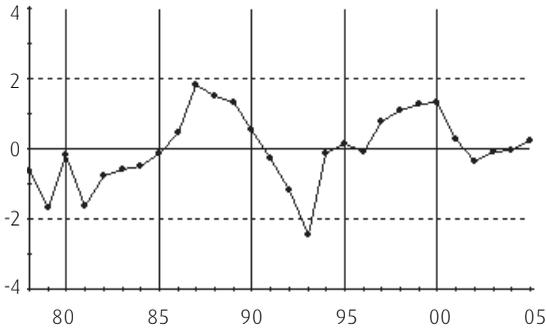
\* Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

\*\* p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para valores de  $p = 2$ , el contraste sugiere una sola relación de cointegración, mientras que para  $p = 1$  y  $3$ , sugiere tres. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia.

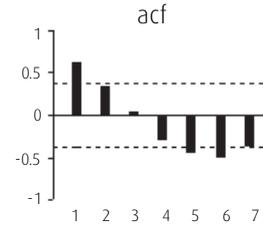
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_{ec(1)}} = \nabla \ln Y_t - 0.12_{(0.04)} \nabla \ln K_{23t} - 0.02_{(0.002)}$$

Johan (1) K-2\_3

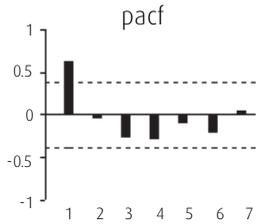


$$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = -0.05 \% (0.29 \%)$$

$$\hat{\sigma}_W = 1.52 \%$$

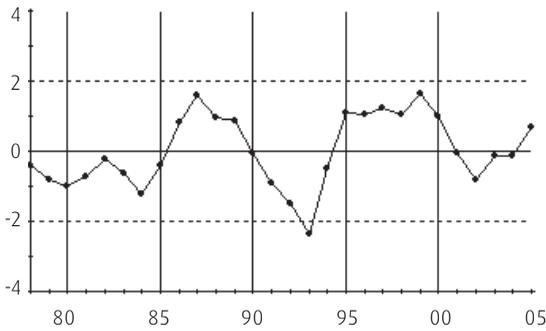


$$Q(7) = 41.9$$



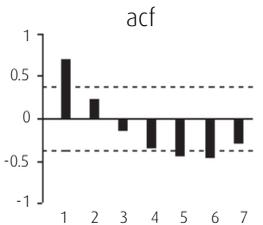
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_{ec(2)}} = \nabla \ln L_t - 0.80_{(0.12)} \nabla \ln K_{23t} + 0.02_{(0.005)}$$

Johan (2) K-2\_3

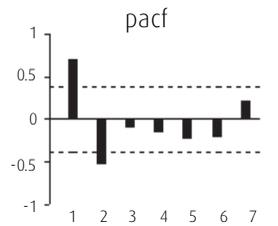


$$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.24 \% (0.44 \%)$$

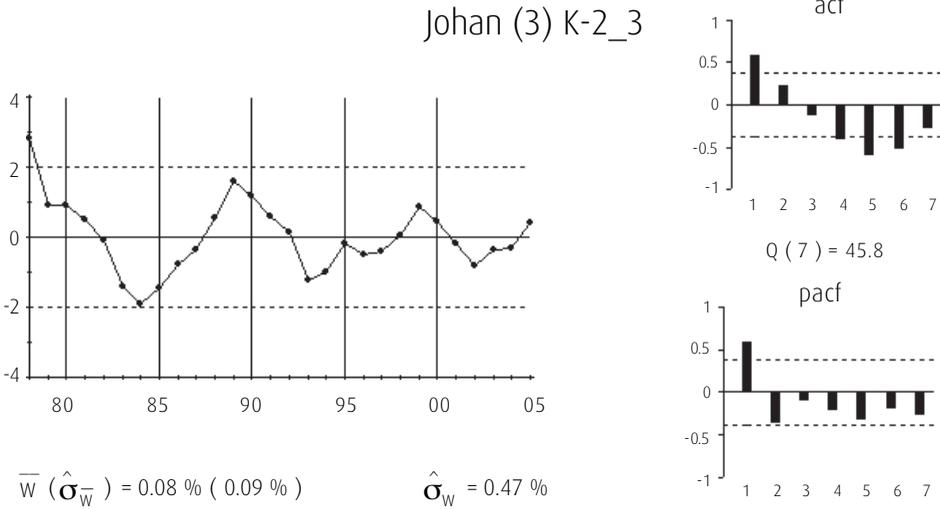
$$\hat{\sigma}_W = 2.34 \%$$



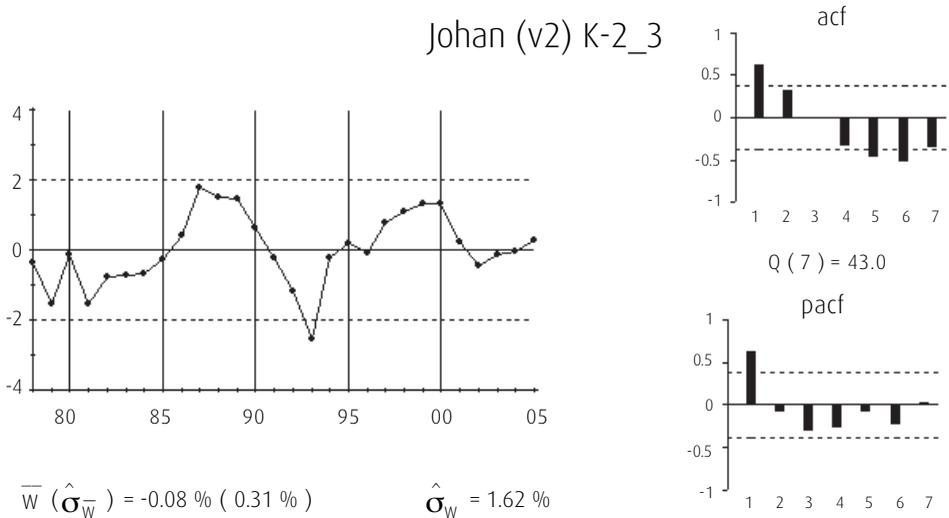
$$Q(7) = 41.7$$



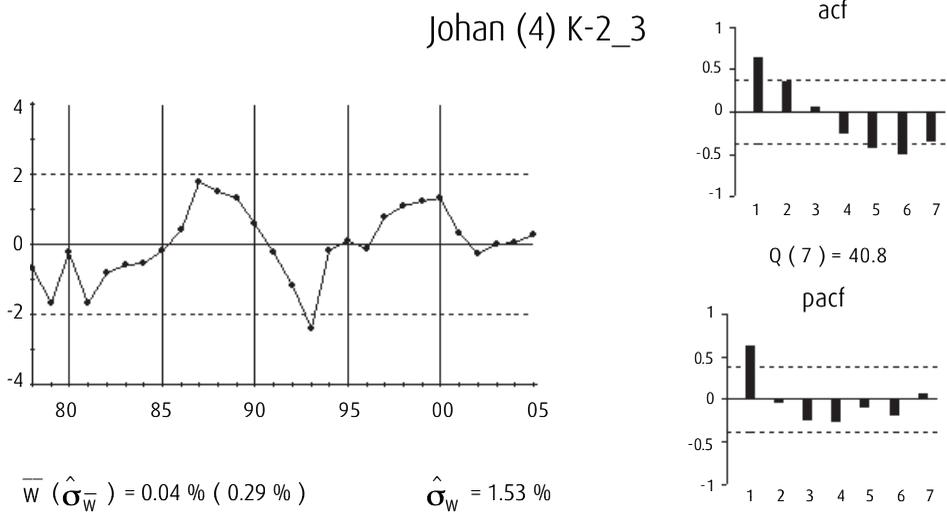
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_{ec(3)}} = \nabla \ln \bar{K}_{23t} - 0.19_{(0.05)} \nabla \ln K_{23t} - 0.03_{(0.002)}$$



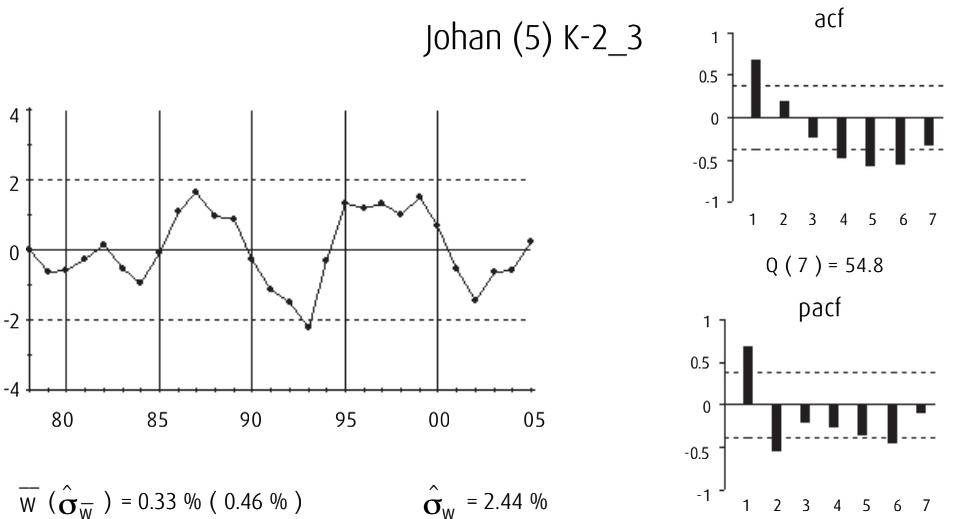
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t + 0.04_{(0.07)} \nabla \ln L_t + 0.31_{(0.18)} \nabla \ln \bar{K}_{23t} - 0.20_{(0.06)} \nabla \ln K_{23t} - 0.03_{(0.01)}$$



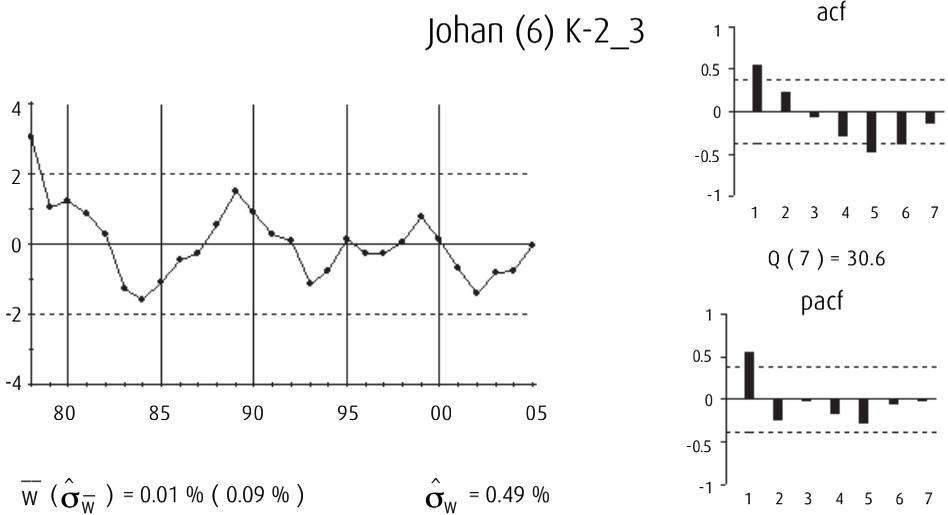
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.08_{(0.03)} \nabla \ln K_{23t} - 0.02_{(0.001)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 1.16_{(0.17)} \nabla \ln K_{23t} + 0.03_{(0.006)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(3)}} = \nabla \ln \bar{K}_{23t} - 0.26_{(0.05)} \nabla \ln K_{23t} - 0.03_{(0.002)}$$



También en este caso, el contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{23t} \text{ y } \nabla \ln \bar{K}_{23t})'$ , por lo que se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 70.

#### ■ 5.4.5. Anexo XV. Diagnósis del modelo estimado: capital otras construcciones ferroviarias ( $K_{23t}$ )

La tabla 62 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables  $I(1)$ . Se decide sobrepasar y estimar un modelo VEC(2), a pesar de que los criterios de selección del VAR indican la estimación de un VEC(0). El análisis de sus residuos mostrará si el modelo es adecuado.

Tabla 62

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-24.97	-24.78
1	138.16	-30.60	-29.63
2	19.38	-30.53	-28.78
3	19.06	-30.84	-28.31

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 63) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 63

## CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.22	0.29	0.27	0.15	0.07	0.18	0.28	0.00	0.21	0.21	0.27	0.00	-0.03	0.12	0.04	-0.01
2	-0.03	-0.01	0.03	-0.15	-0.09	-0.02	-0.03	-0.21	-0.16	-0.08	-0.18	-0.11	-0.15	-0.05	-0.03	-0.11
3	0.02	-0.05	-0.17	-0.15	-0.14	-0.22	-0.35	-0.06	-0.02	-0.01	-0.10	-0.02	0.21	0.12	0.11	0.02
4	-0.18	-0.09	-0.32	<b>0.45</b>	-0.37	-0.17	0.37	<b>0.41</b>	-0.20	-0.09	-0.24	0.35	0.14	0.30	0.13	0.30
5	-0.19	-0.09	-0.17	0.10	-0.24	-0.21	-0.24	0.01	-0.32	-0.28	-0.37	0.22	-0.27	-0.03	-0.01	-0.20

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 71 muestra los residuos, funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada serie de residuos.

Gráfico 71

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS)

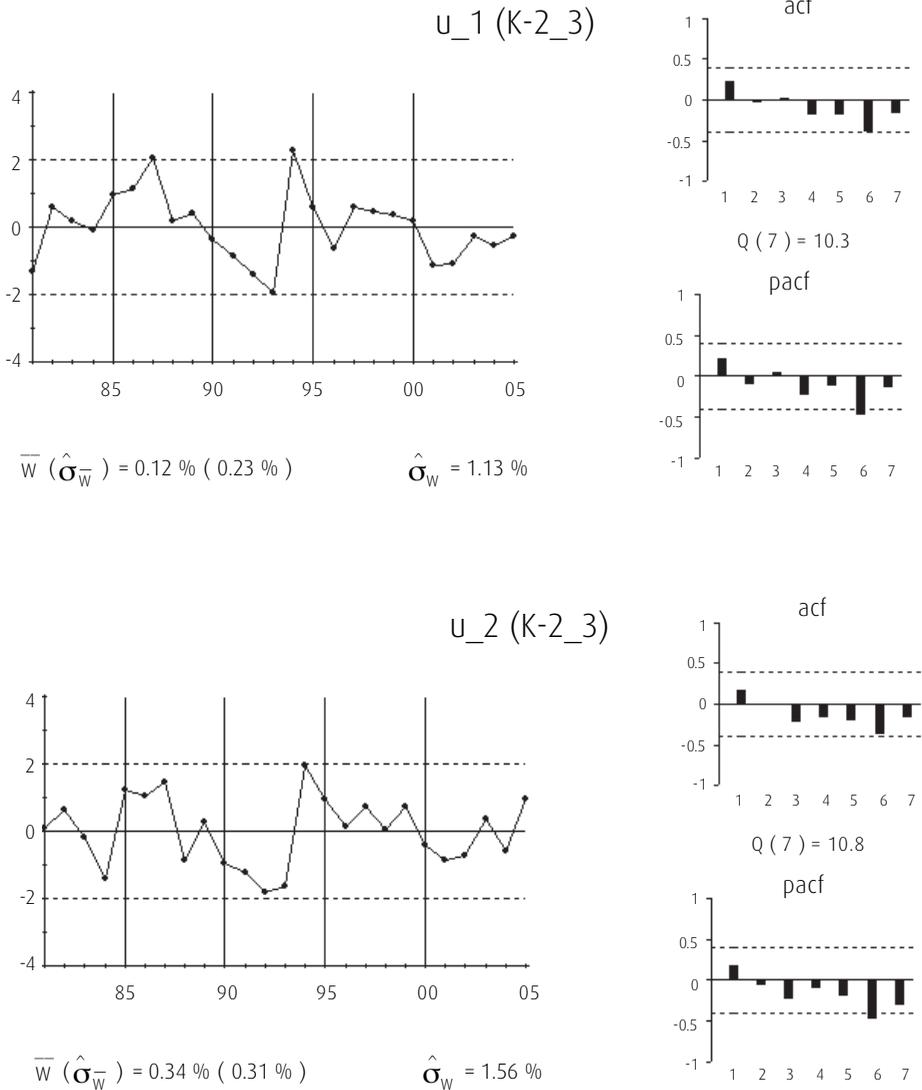
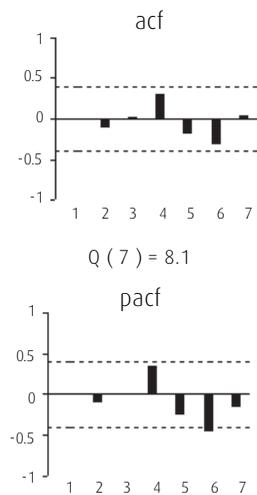
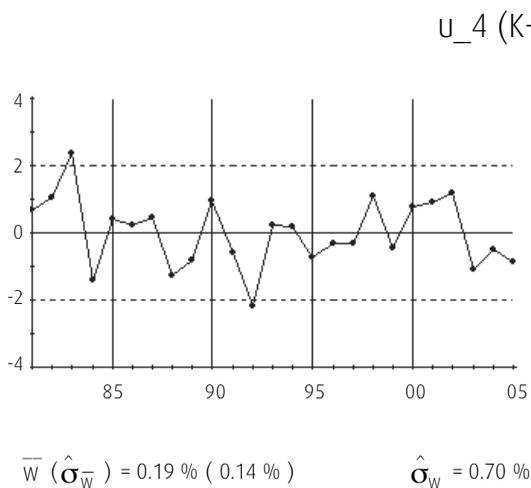
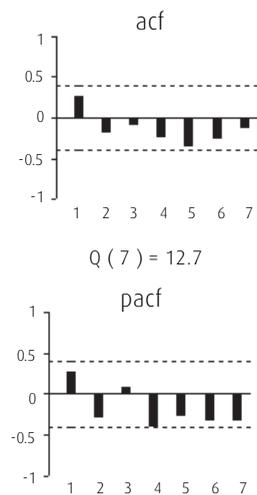
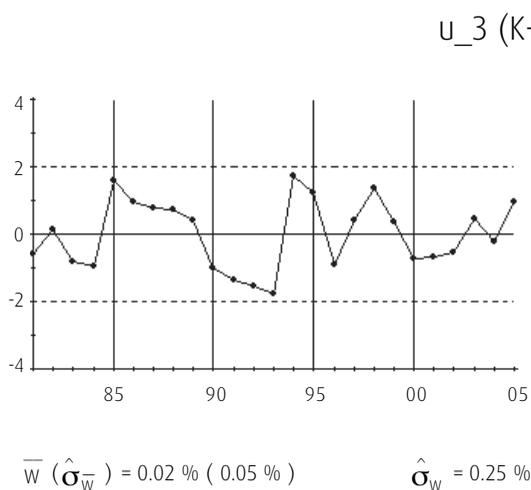


Grafico 71 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS)



La tabla 64 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 64

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-30.21
1	-29.45
2	-28.92
3	-29.15

## ■ 5.5. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS ( $K_{24t}$ )

### ■ 5.5.1. Estudio de la cointegración

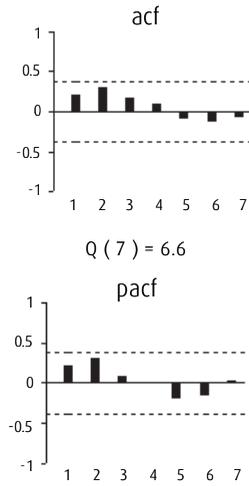
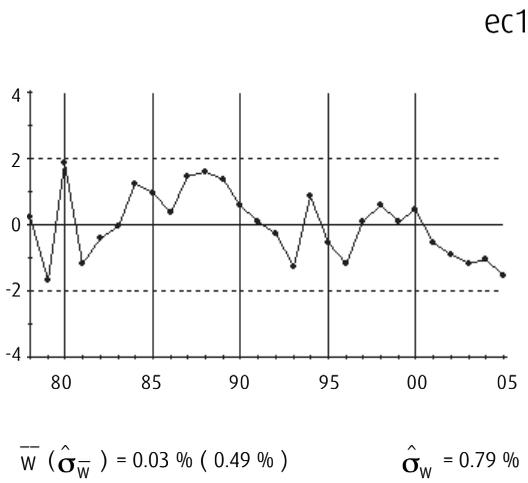
El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de dos relaciones de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{24t}, \nabla \ln \bar{K}_{24t})'$ . Una de las cuales resulta ser la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores (gráfico 72), que relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. Sin embargo, la segunda relación de cointegración, gráfico 73, sugiere que se trata de una relación de cointegración entre la tasa de crecimiento del empleo, la tasa de crecimiento del PIB y la tasa de crecimiento del capital aeroportuario.

Posteriormente, se aplica el método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) no obstante éste detecta relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 252.

La primera relación de cointegración (gráfico 72), como se ha señalado en la página 151, supone una estabilidad a largo plazo entre las tasas de crecimiento del producto y del empleo, de un ajuste entre las dos variables cuando el desajuste se produce por cualquier causa. Sin embargo, la segunda relación de cointegración, gráfico 73, podría interpretarse como un indicador evolutivo de empleo, en el que el crecimiento del capital aeroportuario, del empleo y del PIB parece evolucionar en paralelo.

Gráfico 72

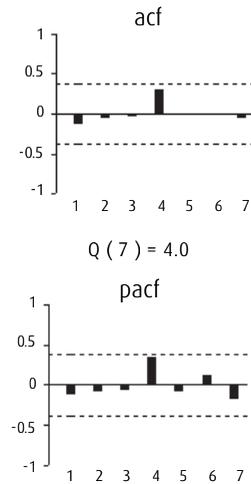
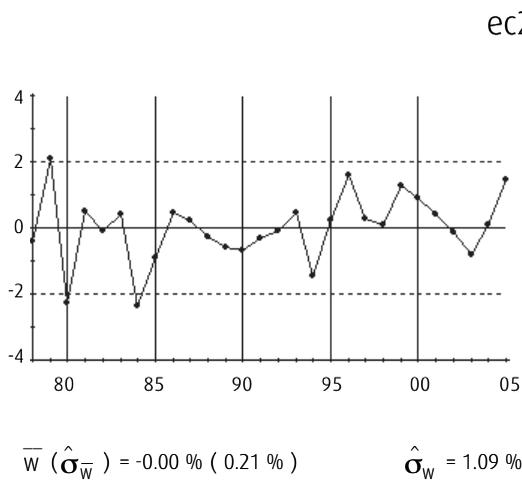
RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )



$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [\text{XXXII}]$$

Gráfico 73

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{2t}$ )



$$\xi_{2t} = \nabla \ln L_t - 1.39_{(0.15)} \nabla \ln Y_t - 0.27_{(0.06)} \nabla \ln A_t + 0.04_{(0.005)} \quad [\text{XXXIII}]$$

### ■ 5.5.2. Estimación del modelo

La tabla 65 recoge el modelo VEC elaborado a partir de los datos. Todos los coeficientes se han estimado de forma conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 260, al final de este capítulo.

Tabla 65

#### VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t}$	$\nabla^2 \ln K_{24t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.65 (0.17)			2.30 (0.84)
$\xi_{2t-1}$				1.82 (0.59)
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.21 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t-1}$			0.66 (0.12)	-3.63 (1.74)
$\nabla^2 \ln K_{24t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.23 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t-2}$			0.05 (0.11)	
$\nabla^2 \ln K_{24t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Las desviaciones típicas se muestran entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.80 & 0.12 \\ & 1 & 0.84 & 0.28 \\ & & 1 & 0.24 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XXXIV}]$$

Al no resultar significativa la correlación instantánea residual entre los capitales no es necesario hacer ningún supuesto adicional. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.64 & 0 \\ & 1 & -5.28 & -0.06 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [XXXV]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 65 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 66.

Tabla 66

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t}$	$\nabla^2 \ln K_{24t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.65	-0.13		2.30
$\xi_{2t-1}$		-0.10		1.82
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.21		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t-1}$	-2.41	-3.29	0.66	-3.63
$\nabla^2 \ln K_{24t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.23		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t-2}$	-0.19	-0.27	0.05	
$\nabla^2 \ln K_{24t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{24t}$	3.64	5.28		
$\nabla^2 \ln K_{24t}$		0.06		

Cada columna corresponde a una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario, con el signo esperado, y de forma retardada, a éste y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, al capital complementario y a los desequilibrios entre las tasas de variación del empleo, del PIB y del capital aeroportuario, y de forma instantánea al capital aeroportuario. El *stock* de capital aeroportuario responde de forma retardada y negativa al capital complementario y de manera

positiva a los desequilibrios entre las tasas de variación del empleo, del PIB y del capital aeroportuario, mientras que éste no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital de construcciones aeroportuarias producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción y el capital aeroportuario. Posteriormente, el empleo, la producción y el capital aeroportuario irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 67.

Tabla 67

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{2,t}$	$\nabla \ln K_{2,t}$
$\mu$	0.01	-0.002		0.03
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.35	0.01		-0.23
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.31	1.17		0.74
$\nabla \ln \bar{K}_{2,t-1}$	-6.05	-8.57	1.66	-3.63
$\nabla \ln K_{2,t-1}$		-0.03		0.51
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.44		
$\nabla \ln \bar{K}_{2,t-2}$	2.22	3.02	-0.61	3.63
$\nabla \ln K_{2,t-2}$				
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.23		
$\nabla \ln \bar{K}_{2,t-3}$	0.19	0.27	-0.05	
$\nabla \ln K_{2,t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{2,t}$	3.64	5.28		
$\nabla \ln K_{2,t}$		0.06		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\begin{aligned}
 \pi_z(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 0.35B & -0.31B \\ 0.01B & 1 - 1.17B + 0.44B^2 - 0.23B^3 \end{bmatrix} \\
 -\pi_z(B)\nu_z(B) &= \begin{bmatrix} 6.05B - 2.22B^2 - 0.19B^3 - 3.64 & 0 \\ 8.57B - 3.02B^2 - 0.27B^3 - 5.28 & 0.03B - 0.06 \end{bmatrix} \\
 -P_{K_t}\pi_K(B)\nu_K(B) &= \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0.23B & -0.74B \end{bmatrix} \quad [XXXVI] \\
 P_{K_t}\pi_K(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 1.66B + 0.61B^2 + 0.05B^3 & 0 \\ 3.63B - 3.63B^2 & 1 - 0.51B \end{bmatrix} \\
 P_{K_t} = I; \mathbf{z}_t &= \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t + 0.02 \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{24t} \\ \nabla \ln K_{24t} - 0.03 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

■ 5.5.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital otras construcciones aeroportuarias ( $K_{24t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 68 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{24t}$  y  $\ln \bar{K}_{24t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{24t}$ . La tabla 69 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 68

FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{2-4}$	$\ln K_{2-4}$
1	0.00	0.06	0.00	1.00
2	0.02	0.07	0.00	0.55
3	0.03	0.06	0.00	0.33
4	0.03	0.05	0.00	0.20
5	0.03	0.06	0.00	0.13
6	0.02	0.06	0.00	0.10
7	0.03	0.06	0.00	0.09
8	0.03	0.06	0.00	0.08
9	0.03	0.06	0.00	0.07
10	0.03	0.06	0.00	0.07
11	0.03	0.06	0.00	0.07

Tabla 68 (continuación)

**FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE  
EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES  
AEROPORTUARIAS**

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{2-4}$	$\ln K_{2-4}$
12	0.03	0.06	0.00	0.07
13	0.03	0.06	0.00	0.07
14	0.03	0.06	0.00	0.07
15	0.03	0.06	0.00	0.07
16	0.03	0.06	0.00	0.07
17	0.03	0.06	0.00	0.07
18	0.03	0.06	0.00	0.07
19	0.03	0.06	0.00	0.07
20	0.03	0.06	0.00	0.07

Tabla 69

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA  
PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS  
CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS**

BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)								
PERÍODO	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{2-4})$	$\sigma_2(\bar{K}_{2-4})$	$\sigma_1(K_{2-4})$	$\sigma_2(K_{2-4})$
1	0.00	0.00	-0.10	0.19	0.00	0.00	0.72	1.27
2	-0.03	0.07	-0.13	0.26	0.00	0.00	0.22	0.85
3	-0.05	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	0.07	0.73
4	-0.06	0.10	-0.13	0.21	0.00	0.00	-0.03	0.58
5	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.07	0.47
6	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.10	0.43
7	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.13	0.40
8	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.14	0.39
9	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.15	0.37
10	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.15	0.35
11	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.33
12	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.33
13	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.32
14	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.31
15	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.30
16	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.30
17	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.30
18	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.30
19	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.30
20	-0.06	0.10	-0.13	0.22	0.00	0.00	-0.16	0.30

A largo plazo, la saturación hace que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de capital aeroportuario, se convierta, al cabo de 9 años en 0.07pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.03pp y 0.06pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.43% y la del empleo en el 0.86%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

La primera variable en reaccionar es el empleo que lo hace instantáneamente, y a continuación la producción y el capital aeroportuario. Al cabo de tres años, tanto la producción como el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente. Sin embargo, el capital aeroportuario tarda nueve periodos en ajustarse.

El gráfico 74, gráfico 75 y gráfico 76 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 74

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS

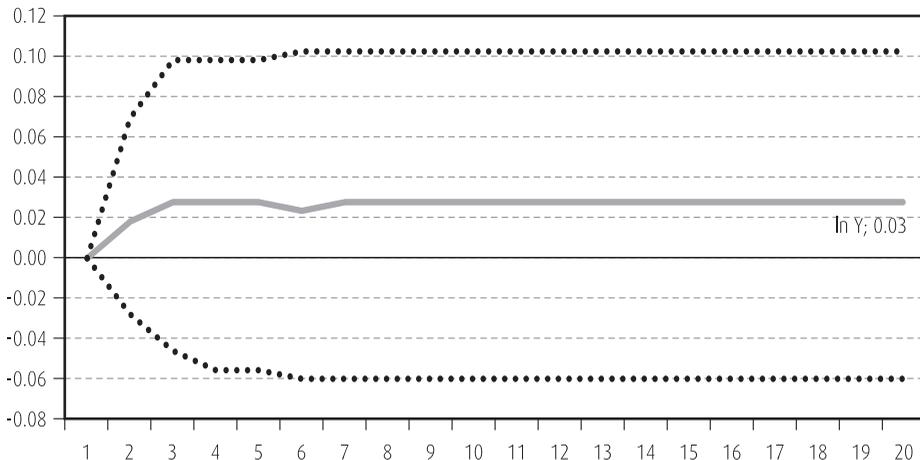


Gráfico 75

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS

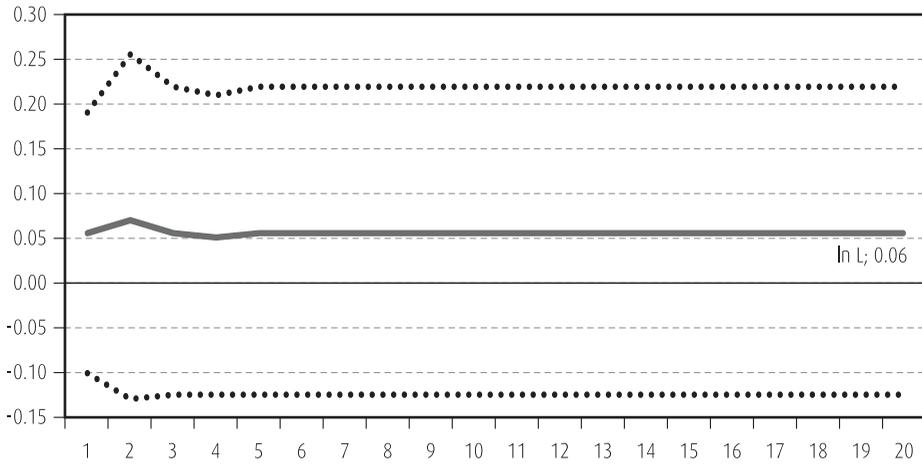
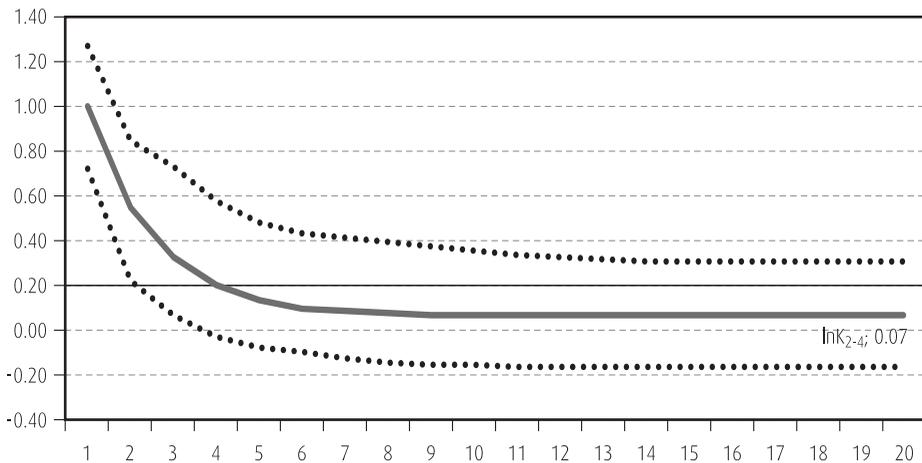


Gráfico 76

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL



#### ■ 5.5.4. Anexo XVI. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones aeroportuarias ( $K_{24t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{24t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{24t}$ , se detectan formalmente dos relaciones de cointegración (gráfico 77) y (gráfico 78), de acuerdo con los valores del estadístico ADF.

Gráfico 77

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

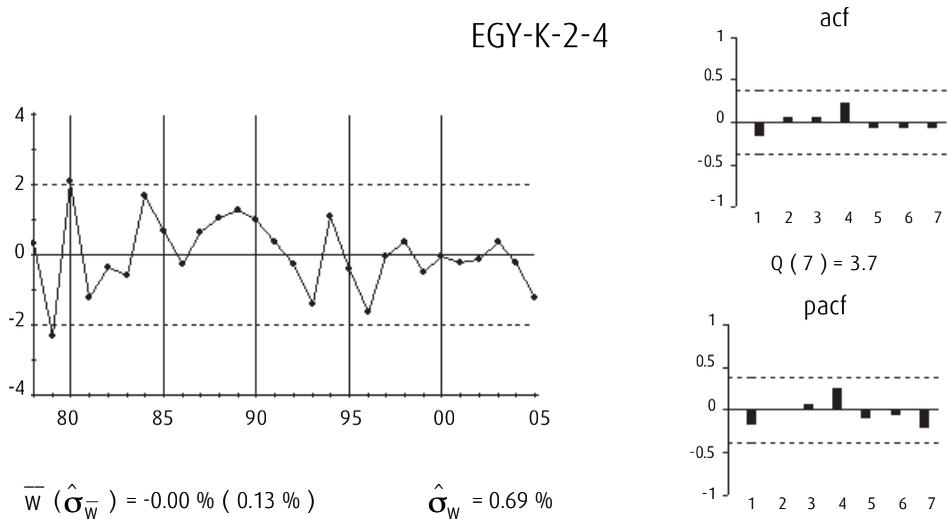
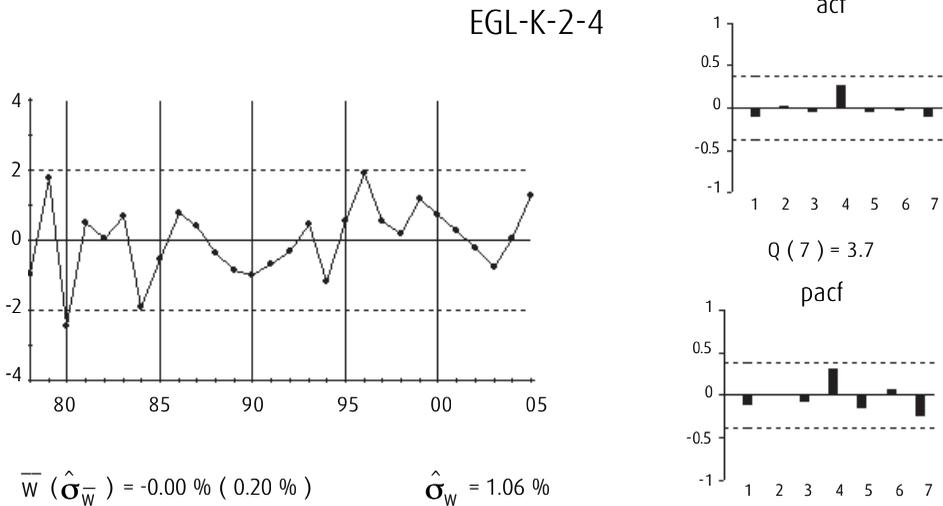


Gráfico 78

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO



A continuación, se estudia si éstas se mantienen al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 70, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, en ambos casos, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión. No obstante, en la segunda relación de cointegración (gráfico 78), los residuos están muy cercanos a no ser  $I(0)$  al 90% de confianza, ya que el valor del ADF es muy cercano al valor crítico al 10% de significación.

Tabla 70

### TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS)

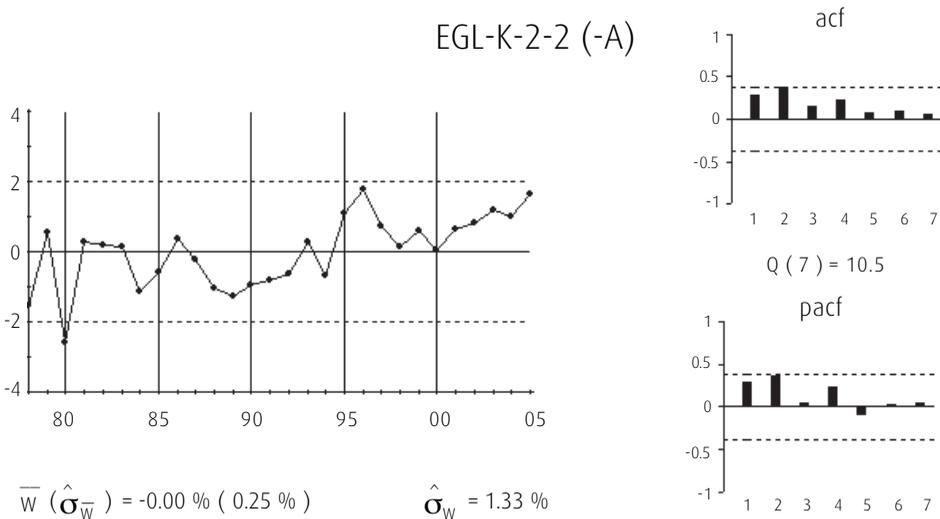
ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)			
	EGY	EGL	EGC	EGOA	EGY_Oa	EGY_C	EGY_L	EGY_C_Oa	EGY_Oa_L	EGY_C_L
REIARDOS	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	<b>-5.98 (99%)</b>	-2.51	-3.81	<b>-4.09 (95%)</b>	<b>-5.88 (99%)</b>	-2.48	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.54	-2.42
Críticos	1	-3.86	-3.55	-3.60	-2.08	-4.01	-2.56	-2.06	-2.67	-2.52
Phillips Ouliaris	2	-2.38	-3.17	-3.35	-1.60	-2.30	-2.45	-1.29	-2.33	-2.73
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.54	-1.56	-3.41	-2.30	-1.55	-4.04	-1.13	<b>-3.87 (95%)</b>	<b>-4.03 (95%)</b>
10%						<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>	
5%						<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>	
1%						<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>	
					EGY_Oa	EGY_C	EGY_L	EGY_C_Oa	EGY_Oa_L	EGY_C_L
	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
	<b>-3.64 (90%)</b>	<b>-5.66 (99%)</b>	-2.30	-2.30	-2.17	<b>-3.10 (90%)</b>	-2.22	-2.43	-1.24	-3.00
	-1.53	-4.03	-2.78	-2.43	-2.77	-0.69	<b>-3.17 (90%)</b>	-0.54	-2.70	
	-1.89	-3.02	-3.25	-2.87	-2.44	<b>-3.07</b>		<b>-3.37</b>		
	-0.49	-1.52	-2.87	-2.44	<b>-3.45</b>			<b>-3.37</b>		
					<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>		
					<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>		

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

Gráficamente, se comprueba que al excluir de la segunda relación de cointegración (gráfico 78) el capital aeroportuario, éste no se mantiene como tal. En el gráfico 79, se puede apreciar la tendencia que presenta.

Gráfico 79

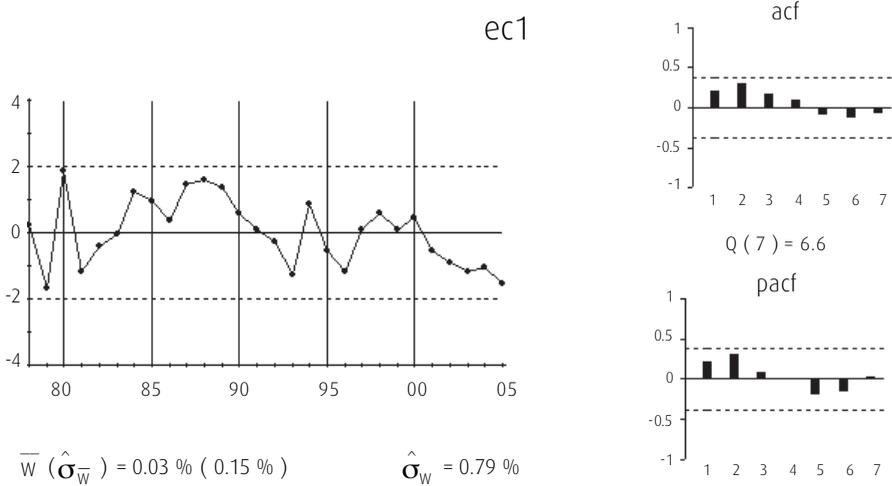
RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB Y EL CAPITAL COMPLEMENTARIO AL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS



Por tanto, además de la relación de cointegración presente en otros análisis que consta tan solo de las variables PIB y empleo en tasas de crecimiento (gráfico 80), parece encontrarse una segunda relación de cointegración, gráfico 81, en la que además de éstas, está presente la tasa de crecimiento del capital aeroportuario.

Gráfico 80

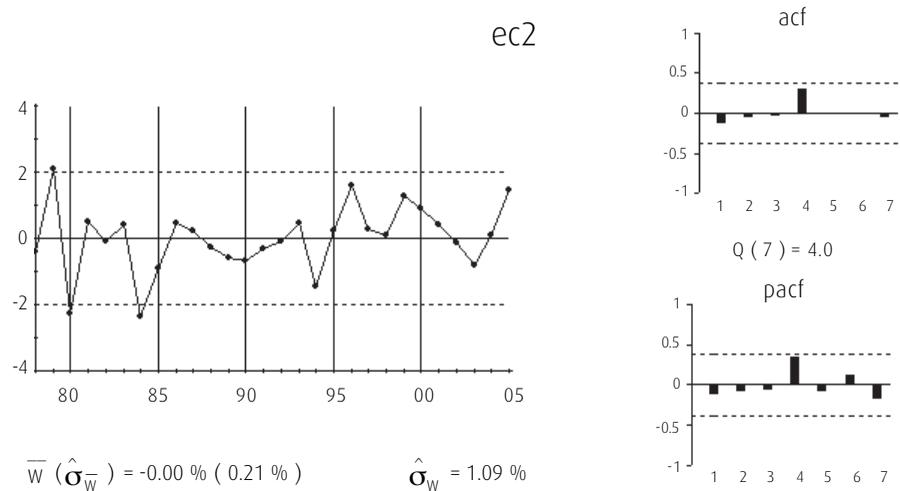
RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )



$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [\text{XXXVII}]$$

Gráfico 81

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{2t}$ )



$$\xi_{2t} = \nabla \ln Y_t - 1.39_{(0.15)} \nabla \ln L_t - 0.27_{(0.06)} \nabla \ln A_t + 0.04_{(0.005)} \quad [\text{XXXVIII}]$$

La primera relación de cointegración (gráfico 80) muestra que las tasas de crecimiento del empleo y de la producción evolucionan en paralelo. La segunda (gráfico 81), refleja que el empleo evoluciona en paralelo, además, a la tasa de crecimiento del capital aeroportuario.

Posteriormente, se aplica el test de Johansen (Johansen, 1988, 1991). Sus resultados se muestran en la tabla 71. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 71

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1)				
(DATOS:27)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>115.64</b>	<b>0.00</b>	<b>72.55</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>43.09</b>	<b>0.01</b>	<b>25.24</b>	<b>0.02</b>
Como mucho 2	17.85	0.10	15.36	0.06
Como mucho 3	2.49	0.68	2.49	0.68
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)				
(DATOS:26)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna *</b>	<b>61.06</b>	<b>0.01</b>	<b>32.31</b>	<b>0.02</b>
Como mucho 1	28.75	0.21	17.38	0.21
Como mucho 2	11.37	0.51	9.34	0.40
Como mucho 3	2.02	0.77	2.02	0.77
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)				
(DATOS:25)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna *</b>	<b>77.22</b>	<b>0.00</b>	<b>35.38</b>	<b>0.01</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>41.84</b>	<b>0.01</b>	<b>22.59</b>	<b>0.05</b>
Como mucho 2	19.24	0.07	15.26	0.06
Como mucho 3	3.98	0.41	3.98	0.41

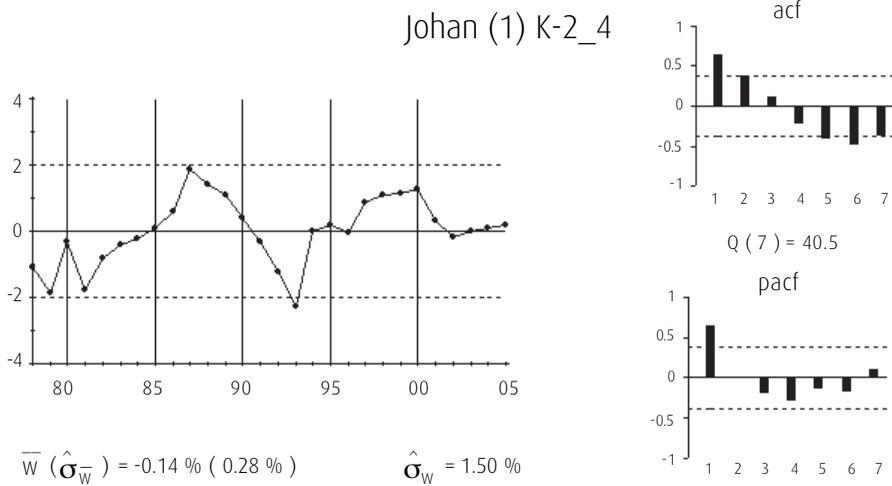
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\* Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

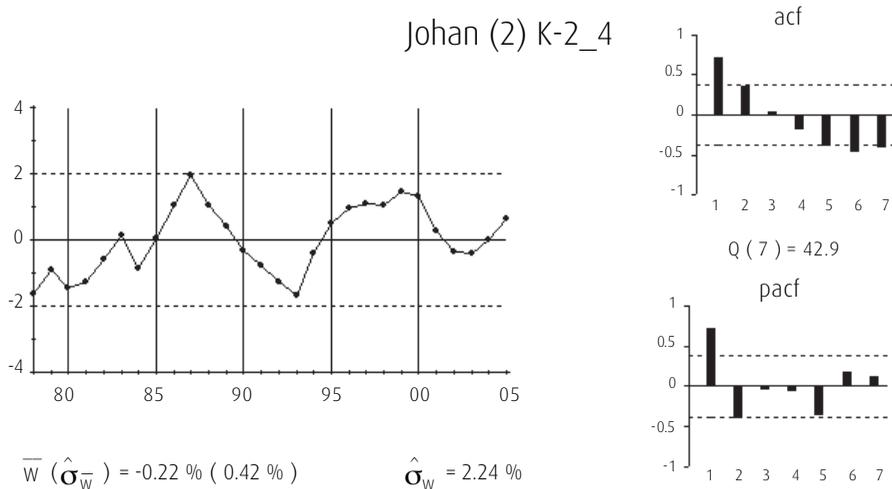
\*\* p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para valores de  $p = 2$ , el contraste sugiere una sola relación de cointegración, mientras que para  $p = 1$  y  $3$ , sugiere dos. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y, la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

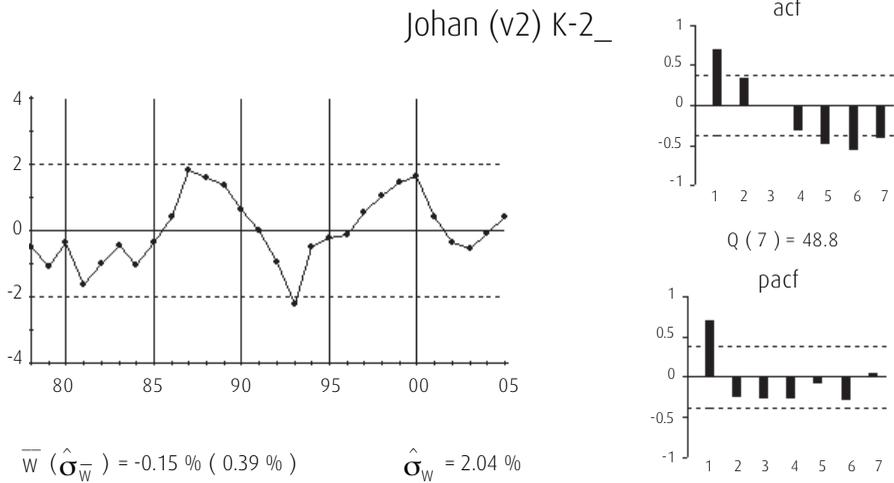
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.50_{(0.18)} \nabla \ln \bar{K}_{24t} + 0.002_{(0.03)} \nabla \ln K_{24t} - 0.01_{(0.006)}$$



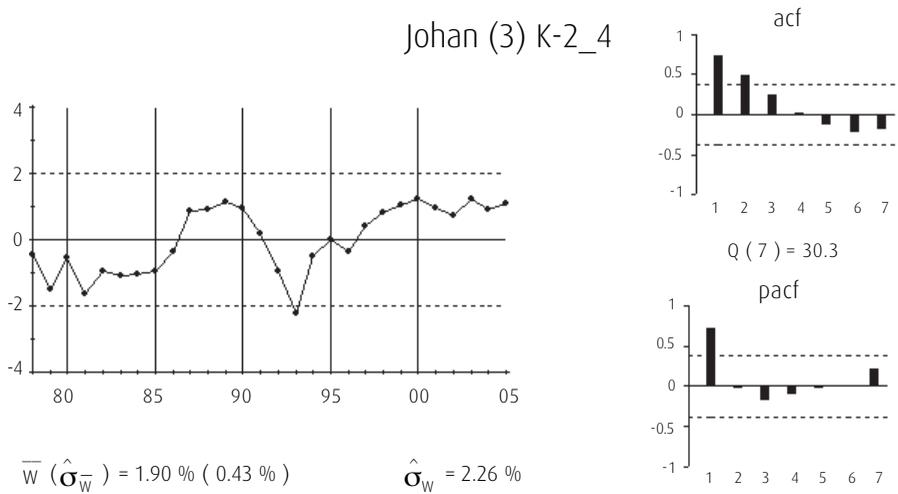
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(2)} = \nabla \ln L_t + 1.71_{(0.47)} \nabla \ln \bar{K}_{24t} - 0.23_{(0.08)} \nabla \ln L_{24t} + 0.06_{(0.02)}$$



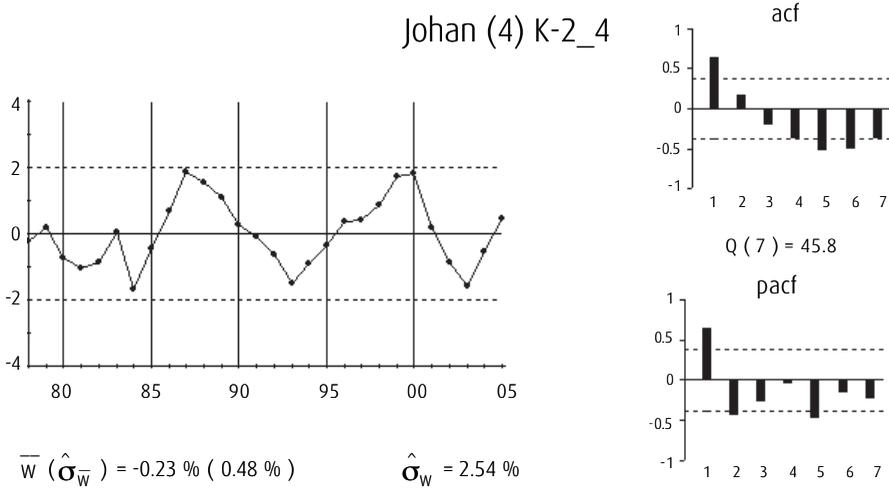
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t + 0.21_{(0.11)} \nabla \ln L_t + 0.41_{(0.31)} \nabla \ln \bar{K}_{24t} - 0.18_{(0.05)} \nabla \ln K_{24t} - 0.04_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(1)}} = \nabla \ln Y_t + 1.04_{(0.23)} \nabla \ln \bar{K}_{24t} - 0.18_{(0.03)} \nabla \ln K_{24t} - 0.06_{(0.007)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(2)}} = \nabla \ln L_t + 0.64_{(0.50)} \nabla \ln \bar{K}_{24t} - 0.61_{(0.06)} \nabla \ln K_{24t} - 0.005_{(0.02)}$$



También en este caso, el contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{24t} \text{ y } \nabla \ln \bar{K}_{24t})'$ . Por tanto, se confía en el análisis gráfico y contraste ADF para determinar que además de la relación de cointegración presente en otros análisis, gráfico 80, parece encontrarse una segunda relación de cointegración, gráfico 81.

La ecuación [XV] consta sólo de dos variables, las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. Ambas parecen evolucionar en paralelo, manteniendo una relación de equilibrio a largo plazo. La ecuación [XXXVIII], consta de una variable adicional, la tasa de crecimiento de las infraestructuras aeroportuarias que parece evolucionar en paralelo a la tasa de crecimiento del empleo. Los términos  $(\xi_{1t})$  y  $(\xi_{2t})$  miden los desequilibrios que existen entre las variables en cada periodo  $t$ .

### ■ 5.5.5. Anexo XVII. Diagnósis del modelo estimado

La tabla 72 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables  $I(1)$ . No obstante, se decide estimar un modelo VEC(2) y analizar sus residuos para comprobar si es adecuado.

Tabla 72

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-23.51	-23.32
1	123.91	-28.43	-27.45
2	13.41	-27.98	-26.23
3	20.56	-28.42	-25.88

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 73) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 73

## CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.22	0.29	0.28	-0.11	0.07	0.18	0.29	0.03	0.21	0.22	0.28	-0.01	-0.09	0.01	0.07	0.07
2	-0.03	-0.01	0.03	-0.29	-0.11	-0.04	-0.05	-0.15	-0.17	-0.08	-0.18	-0.21	-0.21	-0.27	-0.19	-0.13
3	0.02	-0.04	-0.18	-0.08	-0.15	-0.23	-0.37	-0.11	-0.02	-0.01	-0.10	-0.01	-0.03	-0.09	-0.16	-0.33
4	-0.18	-0.08	-0.30	0.09	-0.36	-0.16	-0.35	0.11	-0.21	-0.08	-0.25	0.23	0.06	0.12	0.08	-0.02
5	-0.19	-0.09	-0.18	0.27	-0.24	-0.20	-0.24	0.24	-0.34	-0.28	-0.37	0.06	-0.11	-0.08	0.05	0.05

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

Las series de residuos y sus funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial se muestran en el gráfico 82.

Gráfico 82

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS)

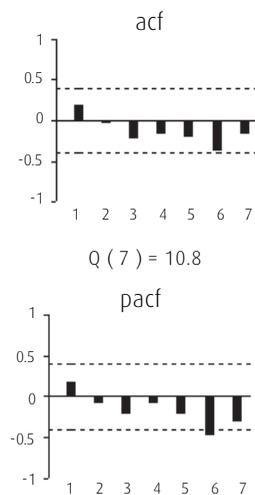
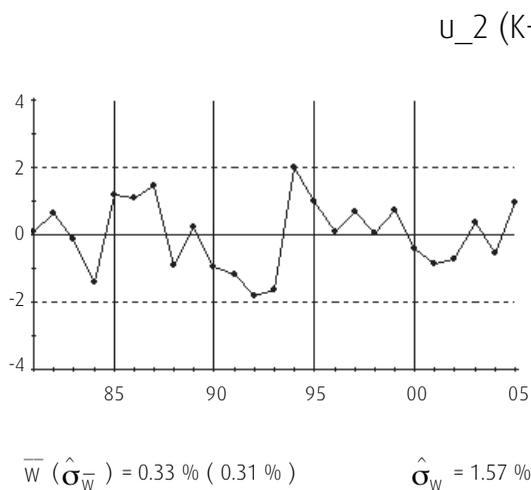
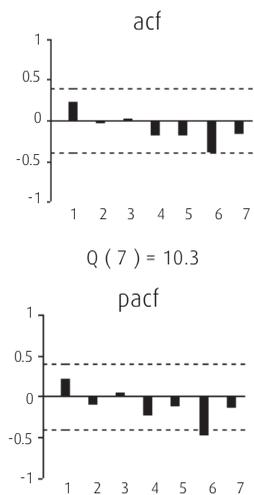
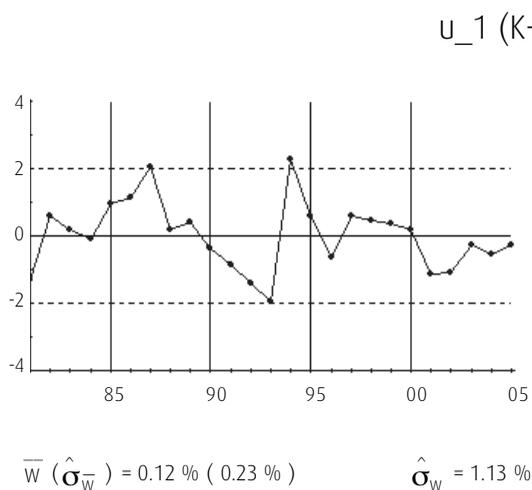
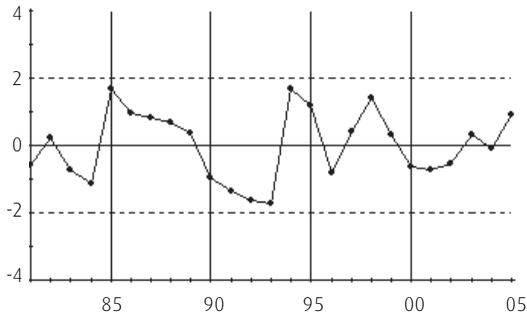


Gráfico 82 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES AEROPORTUARIAS)

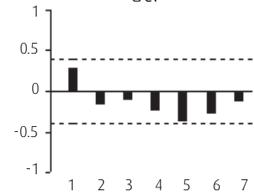
u<sub>3</sub> (K-2\_4)



$\bar{w} (\hat{\sigma}_{\bar{w}}) = 0.02 \% (0.05 \%)$

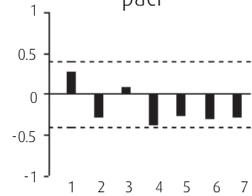
$\hat{\sigma}_w = 0.24 \%$

acf

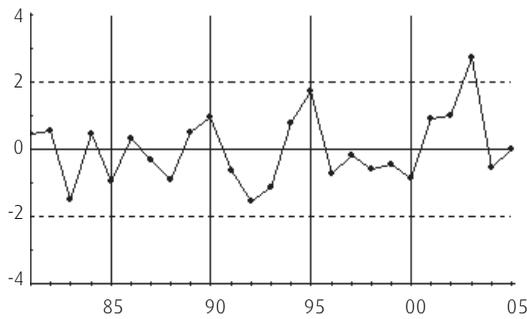


$Q(7) = 13.4$

pacf



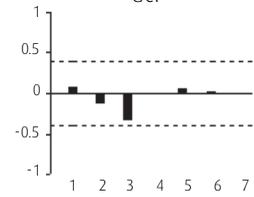
u<sub>4</sub> (K-2\_4)



$\bar{w} (\hat{\sigma}_{\bar{w}}) = 0.04 \% (0.43 \%)$

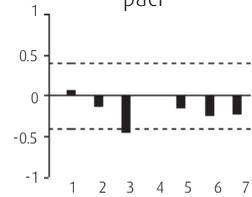
$\hat{\sigma}_w = 2.15 \%$

acf



$Q(7) = 4.1$

pacf



La tabla 74 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 74

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-27.83
1	-27.13
2	-26.77
3	-27.29

## ■ 5.6. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS ( $K_{25t}$ )

### ■ 5.6.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables ( $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{25t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{25t}$ ). Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) detecta relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 271.

### ■ 5.6.2. Estimación del modelo

La tabla 75 recoge el modelo VEC elaborado a partir de los datos. Todos los coeficientes se han estimado de forma conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 277, al final de este capítulo.

Tabla 75

## VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t}$	$\nabla^2 \ln K_{25t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.66 (0.17)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.24 (0.10)		-0.26 (0.07)

Tabla 75 (continuación)

## VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t}$	$\nabla^2 \ln K_{25t}$
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t-1}$			0.70 (0.08)	1.27 (0.38)
$\nabla^2 \ln K_{25t-1}$				-0.41 (0.16)
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				-0.14 (0.08)
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.27 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{25t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.80 & 0.80 & 0.17 \\ & 1 & 0.84 & 0.03 \\ & & 1 & 0.15 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XXXIX}]$$

Al no resultar significativa la correlación instantánea residual entre los capitales no es necesario hacer ningún supuesto adicional. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.79 & 0 \\ & 1 & -5.54 & 0 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XL}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 75 por se muestra en la tabla 76.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock*

Tabla 76

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t}$	$\nabla^2 \ln K_{25t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.65			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.24		-0.26
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t-1}$	-2.66	-3.89	0.70	1.27
$\nabla^2 \ln K_{25t-1}$				-0.41
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				-0.14
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.27		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{25t-1}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{25t}$	3.79	5.54		
$\nabla^2 \ln K_{25t}$				

Cada columna representa una ecuación.

de capital complementario, con el signo esperado, y de forma retardada, a éste y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, al capital complementario. El *stock* de capital portuario responde de forma retardada y negativa a la producción y al empleo, y de manera retardada, pero positiva, al capital complementario. Éste, sin embargo, no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital de construcciones portuarias no producirá efectos instantáneos, ni diferidos en ninguna de las variables consideradas.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 77.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del

Tabla 77

### MODELO VAR ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{25t}$	$\nabla \ln K_{25t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.35			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.31	1.24		-0.26
$\nabla \ln \bar{K}_{25t-1}$	-6.45	-9.43	1.70	1.27
$\nabla \ln K_{25t-1}$				0.59
$\nabla \ln Y_{t-2}$				-0.14
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.51		0.26
$\nabla \ln \bar{K}_{25t-2}$	2.66	3.88	-0.70	-1.27
$\nabla \ln K_{25t-2}$				0.41
$\nabla \ln Y_{t-3}$				0.14
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.27		
$\nabla \ln \bar{K}_{25t-3}$				
$\nabla \ln K_{25t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{25t}$	3.79	5.54		
$\nabla \ln K_{25t}$				

Cada columna corresponde a una ecuación.

modelo [V] del MRC:

$$\pi_z(B) = \begin{bmatrix} 1 - 0.35B & -0.31B \\ 0 & 1 - 1.24B + 0.51B^2 - 0.27B^3 \end{bmatrix}$$

$$-\pi_z(B)v_z(B) = \begin{bmatrix} 6.45B - 2.66B^2 - 3.79 & 0 \\ 9.43B - 3.88B^2 - 5.54 & 0 \end{bmatrix} \quad [XLI]$$

$$-P_{K_t} \pi_K(B)v_K(B) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -0.14B^2 + 0.14B^3 & -0.26B + 0.26B^2 \end{bmatrix}$$

$$P_{K_t} \pi_K(B) = \begin{bmatrix} 1 - 1.70B + 0.70B^2 & 0 \\ -1.27B + 1.27B^2 & 1 - 0.59B - 0.41B^2 \end{bmatrix} \quad [XLII]$$

$$P_{K_t} = I; Z_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{25t} \\ \nabla \ln K_{25t} \end{bmatrix}$$

### ■ 5.6.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el *stock* de capital otras construcciones portuarias ( $K_{25t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 78 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{25t}$  y  $\ln \bar{K}_{25t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{25t}$ . La tabla 79 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 78

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{2-5}$	$\ln K_{2-5}$
1	0.00	0.00	0.00	1.00
2	0.00	0.00	0.00	0.59
3	0.00	0.00	0.00	0.76
4	0.00	0.00	0.00	0.70
5	0.00	0.00	0.00	0.72
6	0.00	0.00	0.00	0.72
7	0.00	0.00	0.00	0.72
8	0.00	0.00	0.00	0.72
9	0.00	0.00	0.00	0.72
10	0.00	0.00	0.00	0.72
11	0.00	0.00	0.00	0.72
12	0.00	0.00	0.00	0.72
13	0.00	0.00	0.00	0.72
14	0.00	0.00	0.00	0.72
15	0.00	0.00	0.00	0.72
16	0.00	0.00	0.00	0.72
17	0.00	0.00	0.00	0.72
18	0.00	0.00	0.00	0.72
19	0.00	0.00	0.00	0.72
20	0.00	0.00	0.00	0.72

Tabla 79

### BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{2-5})$	$\sigma_2(\bar{K}_{2-5})$	$\sigma_1(K_{2-5})$	$\sigma_2(K_{2-5})$
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.15
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.93
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.96
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.93
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.93
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.93
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.93

A largo plazo, la saturación hace que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de capital aeroportuario, se convierta, al cabo de 5 años en 0.72pp. Este cambio permanente de nivel, no provoca cambios permanentes en los niveles de producción, empleo, o capital complementario.

El gráfico 83, gráfico 84, y gráfico 85 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 83

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS

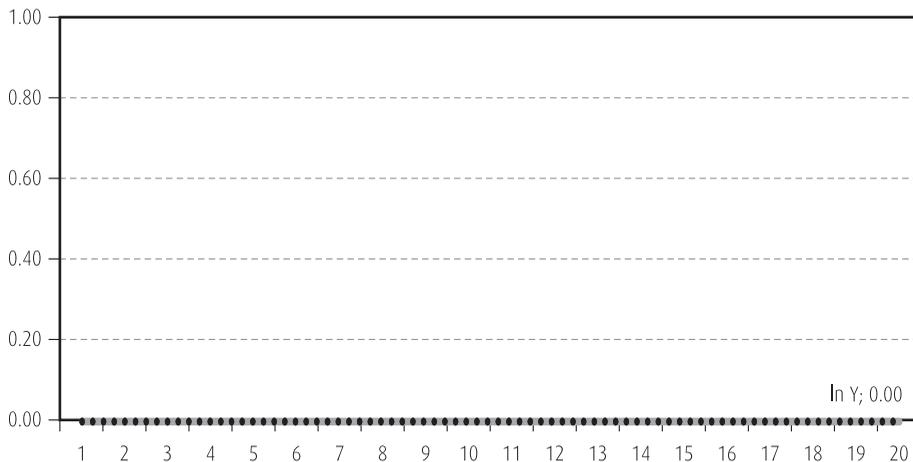


Gráfico 84

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS

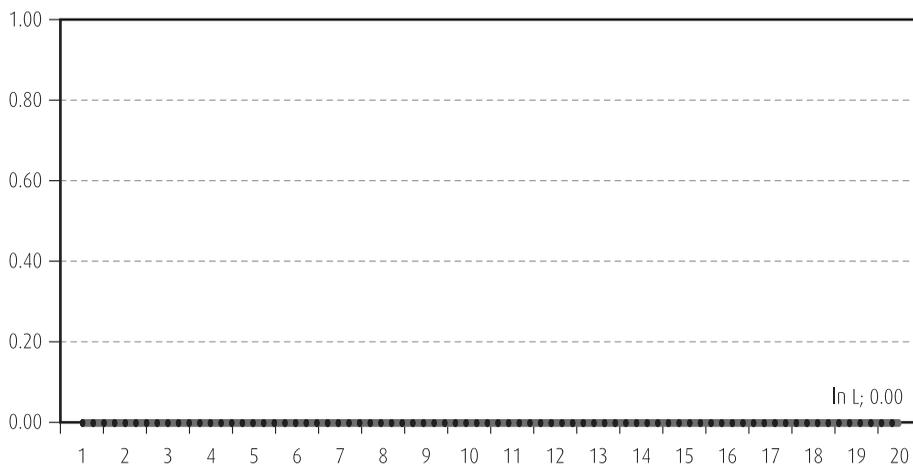
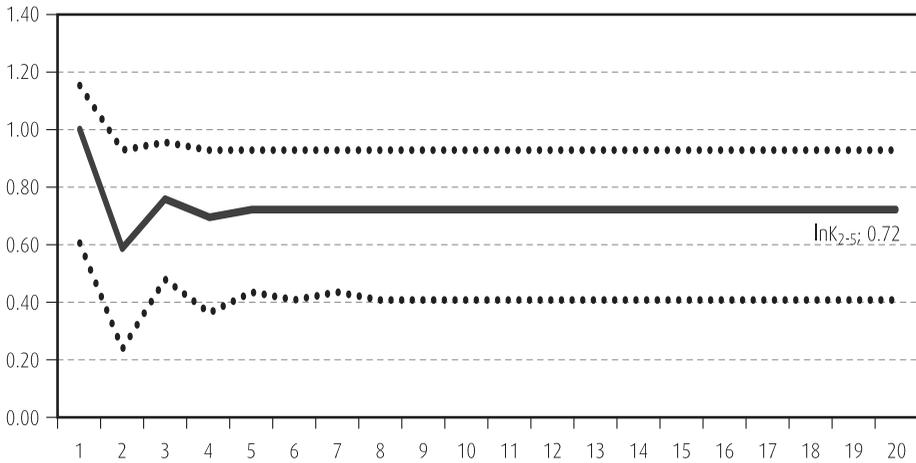


Gráfico 85

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL

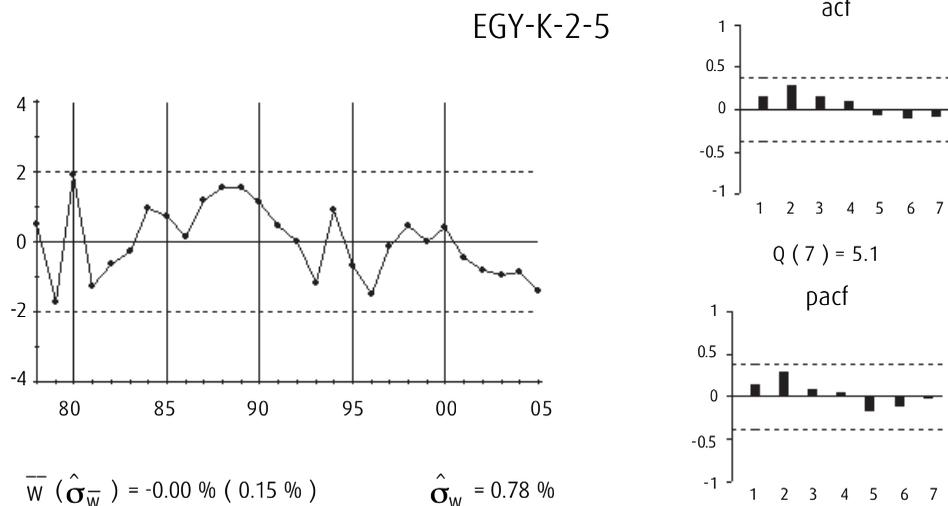


#### ■ 5.6.4. Anexo XVIII. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones portuarias ( $K_{25t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{25t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{25t}$ , se detecta, formalmente, únicamente una relación de cointegración (gráfico 86), de acuerdo con los valores del estadístico ADF.

Gráfico 86

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO



A continuación, se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 80, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, en ambos casos, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Tabla 80

### TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)		
	EGY	EGL	EGC	EGOp	EGy_op	EGy_l	EGy_c	EGy_c_op	EGy_c_l
RETARDOS	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	-4.22 (95%)	-3.67	-2.72	-2.55	-2.67	-4.11 (95%)	-3.85 (95%)	-2.54
Críticos	1	-2.20	-1.56	-2.80	-2.52	-2.81	-2.26	-2.06	-2.67
Phillips Ouliaris	2	-1.54	-1.96	-4.29	-2.03	-2.11	-1.30	-1.29	-2.33
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.24	-0.54	-3.46	-1.99	-3.59	-1.13	-1.13	-3.88 (95%)
10%			<b>-3.83</b>				<b>-3.45</b>		<b>-3.07</b>
5%			<b>-4.11</b>				<b>-3.77</b>		<b>-3.37</b>
1%			<b>-4.73</b>				<b>-4.31</b>		<b>-3.96</b>

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

Los resultados del test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) que se aplica posteriormente, se muestran en la tabla 81. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 81

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1)					(DATOS:27)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>104.71</b>	<b>0.00</b>	<b>70.02</b>	<b>0.00</b>	
Como mucho 1	34.69	0.06	21.14	0.07	
Como mucho 2	13.56	0.32	9.40	0.39	
Como mucho 3	4.16	0.39	4.16	0.39	
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)					(DATOS:26)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
Ninguna	48.61	0.14	26.96	0.08	
Como mucho 1	21.64	0.62	9.93	0.84	
Como mucho 2	11.71	0.47	8.34	0.51	
Como mucho 3	3.38	0.51	3.38	0.51	
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)					(DATOS:25)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>77.96</b>	<b>0.00</b>	<b>41.75</b>	<b>0.00</b>	
<b>Como mucho 1</b>	<b>36.21</b>	<b>0.04</b>	18.72	0.15	
Como mucho 2	17.49	0.12	14.67	0.08	
Como mucho 3	2.82	0.61	2.82	0.61	

Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

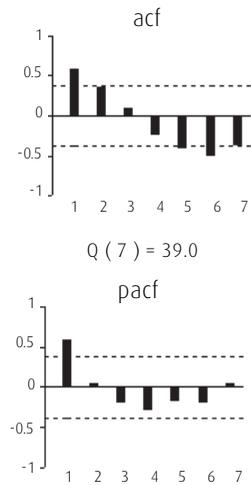
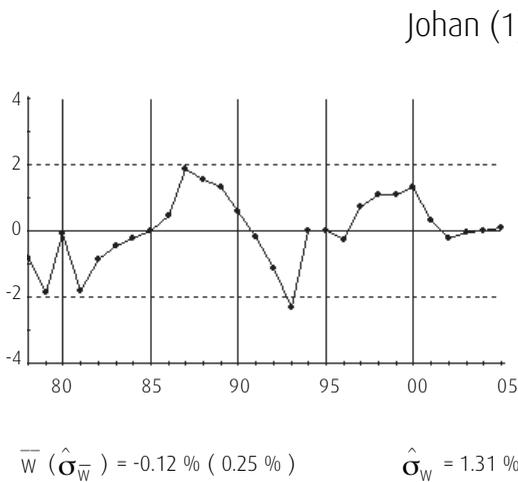
\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

\*\*p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

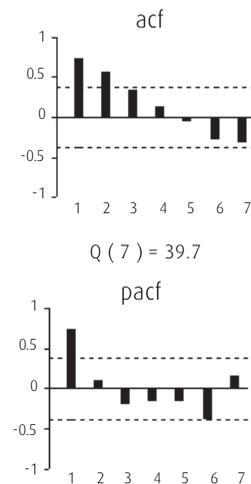
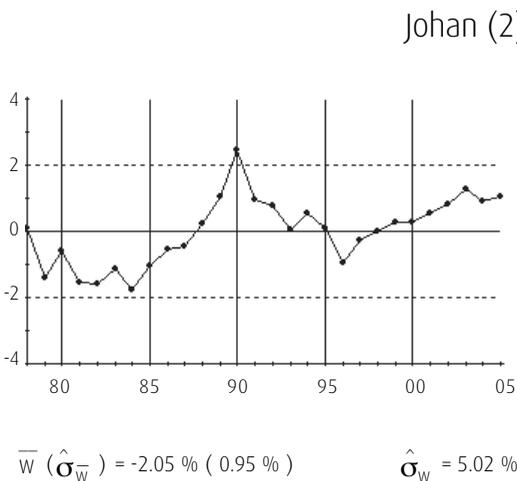
El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para el valor de  $p = 2$ , el contraste sugiere que no hay relaciones de cointegración, cuando se mantienen las mismas variables de PIB y empleo en tasas de crecimiento de las que consta la relación de cointegración encontrada

en el análisis de otros capitales. Para los valores de  $p = 1$  y  $3$ , el contraste sugiere una y dos relaciones de cointegración, respectivamente. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. En ellos se aprecia que todas ellas presentan clara tendencia.

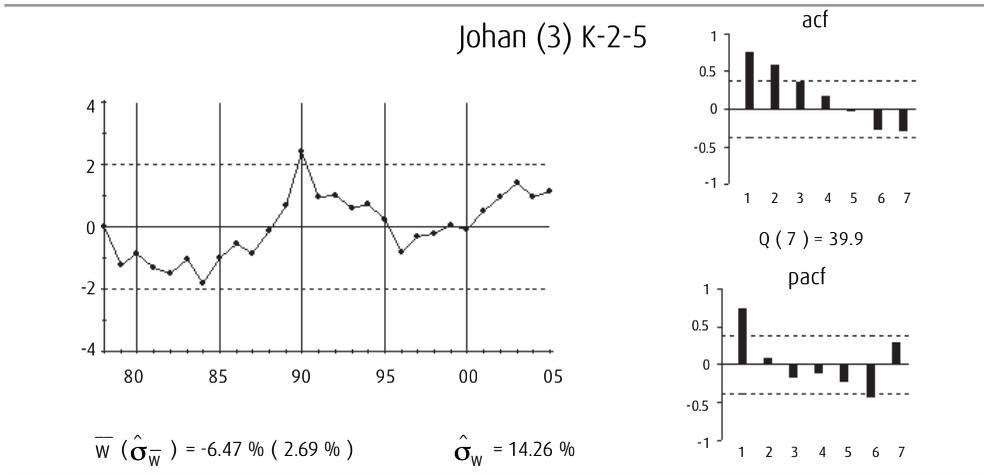
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.10_{(0.03)} \nabla \ln L_t - 0.17_{(0.16)} \nabla \ln \bar{K}_{25t} + 0.004_{(0.10)} \nabla \ln K_{25t} - 0.02_{(0.005)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(1)}} = \nabla \ln Y_t + 2.87_{(2.54)} \nabla \ln \bar{K}_{25t} + 4.71_{(1.51)} \nabla \ln K_{25t} - 0.30_{(0.08)}$$



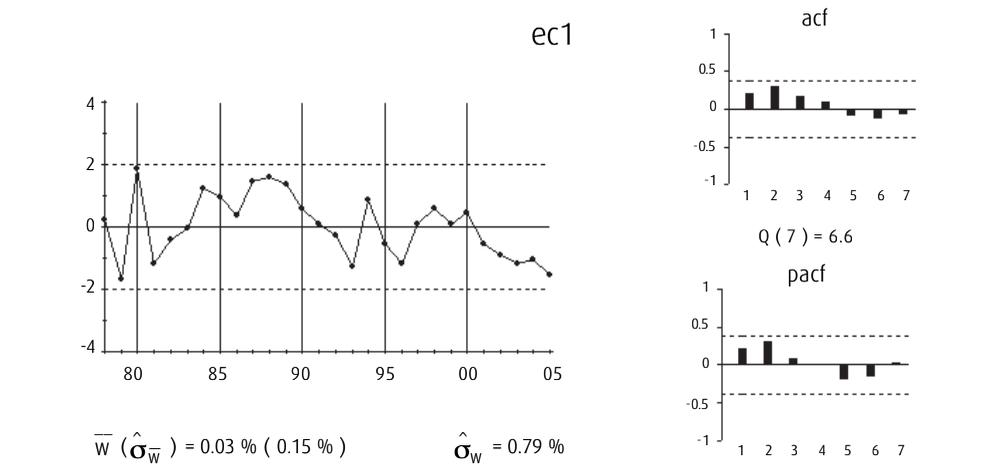
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(2)}} = \nabla \ln L_t + 6.01_{(8.11)} \nabla \ln \bar{K}_{25t} + 15.00_{(4.82)} \nabla \ln K_{25t} - 0.78_{(0.26)}$$



También en este caso, el contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{25t}, \nabla \ln \bar{K}_{25t})'$ , por lo tanto, se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 87.

Gráfico 87

**RELACION DE COINTEGRACION ( $\xi_{1t}$ )**



$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)}$$

### ■ 5.6.5. Anexo XIX. Diagnóstico del modelo estimado: capital otras construcciones portuarias ( $K_{25t}$ )

La tabla 82 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables I(1). Por los motivos expuestos en el análisis de otros capitales, se estima un modelo VEC(2) y a través del análisis de sus residuos se determina si el modelo es adecuado.

Tabla 82

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-26.28	-26.09
1	120.25	-31.01	-30.04
2	14.33	-30.63	-28.87
3	27.52	-31.64	-29.11

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 83) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 83

#### CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.22	0.29	0.27	0.25	0.06	0.16	0.26	0.14	0.18	0.19	0.24	0.12	0.11	0.13	0.06	0.04
2	-0.03	-0.01	0.02	0.08	-0.08	-0.01	-0.03	-0.05	-0.16	-0.08	-0.19	0.03	-0.06	-0.16	-0.14	-0.02
3	0.02	-0.05	-0.18	-0.30	-0.13	-0.22	-0.34	-0.26	0.01	-0.02	-0.08	-0.23	0.41	0.48	0.25	-0.12
4	-0.18	-0.10	-0.31	0.24	-0.37	-0.18	-0.36	0.08	-0.20	-0.08	-0.23	0.08	0.02	0.11	0.14	0.23
5	-0.19	-0.09	-0.17	0.12	-0.24	-0.21	-0.23	-0.06	-0.33	-0.28	-0.35	0.12	-0.24	-0.08	-0.05	0.09

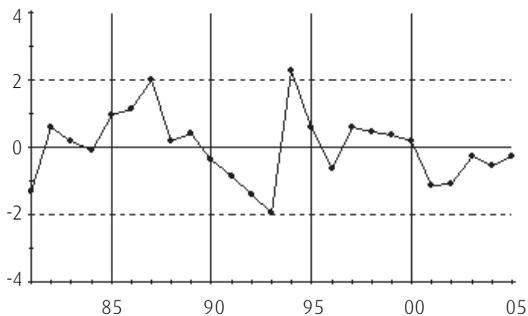
La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 88 muestra tanto las series de residuos, como las funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada una de dichas series.

Grafico 88

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)

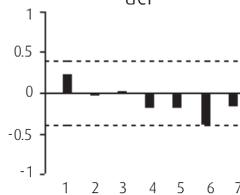
u\_1 (K-2\_5)



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.12 \% (0.23 \%)$

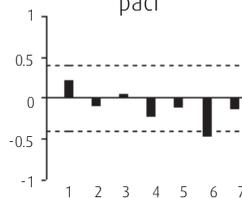
$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 1.13 \%$

acf

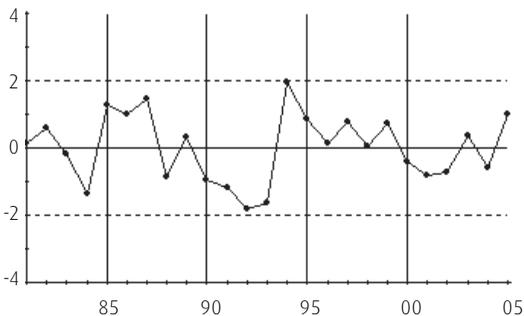


$Q(7) = 10.3$

pacf



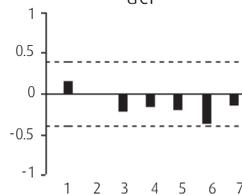
u\_2 (K-2\_5)



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.34 \% (0.31 \%)$

$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 1.55 \%$

acf



$Q(7) = 10.4$

pacf

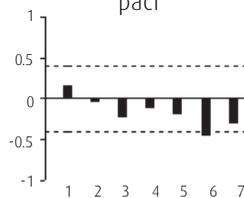
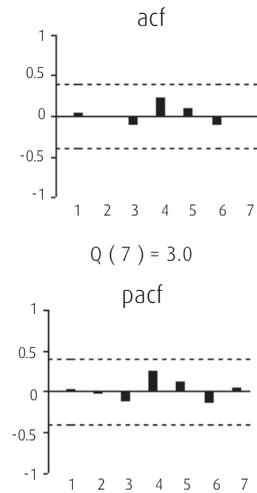
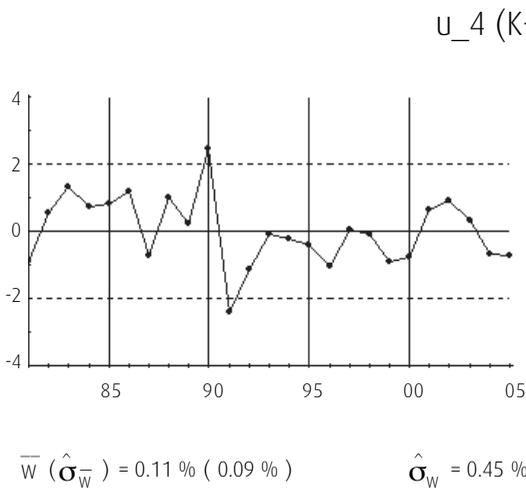
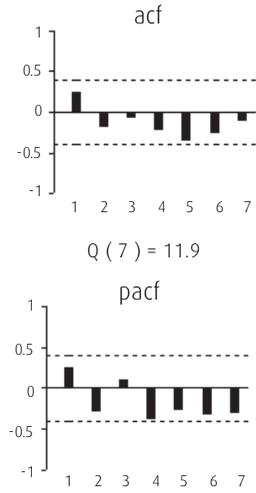
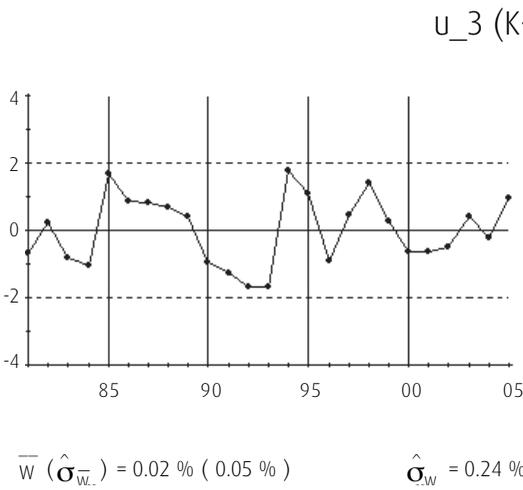


Gráfico 88 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)



La tabla 84 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 84

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-31.06
1	-30.34
2	-30.16
3	-30.80

## ■ 5.7. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES ( $K_{26t}$ )

### ■ 5.7.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{26t}, \nabla \ln \bar{K}_{26t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) detecta relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 287.

### ■ 5.7.2. Estimación del modelo

La tabla 85 recoge el modelo VEC elaborado a partir de los datos. Todos los coeficientes se han estimado de forma conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 294, al final de este capítulo.

Tabla 85

## VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t}$	$\nabla^2 \ln K_{26t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.62 (0.16)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.20 (0.10)		

Tabla 85 (continuación)

## VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t}$	$\nabla^2 \ln K_{26qt}$
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t-1}$			0.62 (0.11)	
$\nabla^2 \ln K_{26t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t-2}$			-0.09 (0.10)	
$\nabla^2 \ln K_{26t-2}$				-0.30 (0.16)

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.82 & 0.17 \\ & 1 & 0.85 & 0.29 \\ & & 1 & 0.30 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XLIV}]$$

Dada la significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, en este caso se hace necesario hacer un segundo supuesto adicional. El capital urbano de Corporaciones Locales se ve afectado instantáneamente por su complementario según la ecuación [I] del MRC (transporte, maquinaria, vivienda y otras construcciones). Por lo que la matriz de diagonalización ( $P_{Kt}$ ) queda.

$$P_{Kt} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2.80 & 1 \end{pmatrix}$$

Y la estimación de la matriz de ortogonalización es:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.72 & 0 \\ & 1 & -5.48 & -0.03 \\ & & 1 & 0 \\ & & -2.80 & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XLV}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 85 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 86.

Tabla 86

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t}$	$\nabla^2 \ln K_{26t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.62			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.20		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t-1}$	-2.31	-3.40	0.62	-1.74
$\nabla^2 \ln K_{26t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t-2}$	-0.34	-0.50	0.09	-0.26
$\nabla^2 \ln K_{26t-2}$		0.01		-0.30
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t}$	3.72	5.48		2.80
$\nabla^2 \ln K_{26t}$		0.03		

Cada columna representa una ecuación.

En este modelo, se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario, con el signo esperado, y de forma retardada, a éste y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, al capital complementario y al capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales. Éste responde de forma retardada y positiva a su capital complementario. Sin embargo, el capital complementario no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital urbano de Corporaciones Locales producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de capital urbano irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 87.

Tabla 87

### MODELO VAR ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{26t}$	$\nabla \ln K_{26t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.38			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.29	1.20		
$\nabla \ln \bar{K}_{26t-1}$	-6.03	-8.88	1.62	-4.54
$\nabla \ln K_{26t-1}$		-0.03		1.00
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.45		
$\nabla \ln \bar{K}_{26t-2}$	1.96	2.89	-0.53	1.48
$\nabla \ln K_{26t-2}$		0.01		-0.30
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.25		
$\nabla \ln \bar{K}_{26t-3}$	0.34	0.50	-0.09	0.26
$\nabla \ln K_{26t-3}$		-0.01		0.30
$\nabla \ln \bar{K}_{26t}$	3.72	5.48		2.80
$\nabla \ln K_{26t}$		0.03		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\begin{aligned}
 \pi_z(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 0.34B & -0.29B \\ 0 & 1 - 1.20B + 0.45B^2 - 0.25B^3 \end{bmatrix} \\
 -\pi_z(B)v_z(B) &= \begin{bmatrix} 6.03B - 1.96B^2 - 0.38B^3 - 3.72 & 0 \\ 8.88B - 2.89B^2 - 0.50B^3 - 5.48 & 0.03B - 0.01B^2 + 0.01B^3 - 0.03 \end{bmatrix} \\
 -P_{K_t}\pi_K(B)v_K(B) &= \emptyset \quad \text{[XLVI]} \\
 P_{K_t}\pi_K(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 1.62B + 0.53B^2 + 0.09B^3 & 0 \\ 4.54B - 1.48B^2 - 0.26B^3 - 2.80 & 1 - B + 0.30B^2 - 0.03B^3 \end{bmatrix} \\
 P_{K_t} = I; Z_t &= \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{26t} \\ \nabla \ln K_{26t} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

### ■ 5.7.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el *stock* de capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales ( $K_{26t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 88 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{26t}$  y  $\ln \bar{K}_{26t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{26t}$ . La tabla 89 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 88

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{2-6}$	$\ln K_{2-6}$
1	0.00	0.03	0.00	1.00
2	0.01	0.03	0.00	1.00
3	0.01	0.03	0.00	0.70
4	0.01	0.02	0.00	0.70
5	0.01	0.02	0.00	0.79
6	0.01	0.02	0.00	0.79
7	0.01	0.02	0.00	0.77
8	0.01	0.02	0.00	0.77
9	0.01	0.02	0.00	0.77
10	0.01	0.02	0.00	0.77
11	0.01	0.02	0.00	0.77
12	0.01	0.02	0.00	0.77
13	0.01	0.02	0.00	0.77
14	0.01	0.02	0.00	0.77
15	0.01	0.02	0.00	0.77
16	0.01	0.02	0.00	0.77
17	0.01	0.02	0.00	0.77
18	0.01	0.02	0.00	0.77
19	0.01	0.02	0.00	0.77
20	0.01	0.02	0.00	0.77

Tabla 89

### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{2-6})$	$\sigma_2(\bar{K}_{2-6})$	$\sigma_1(K_{2-6})$	$\sigma_2(K_{2-6})$
1	0.00	0.00	-0.18	0.13	0.00	0.00	0.55	1.31
2	-0.05	0.04	-0.23	0.15	0.00	0.00	0.55	1.31
3	-0.08	0.06	-0.20	0.12	0.00	0.00	0.27	1.04
4	-0.08	0.05	-0.18	0.12	0.00	0.00	0.27	1.04
5	-0.08	0.05	-0.18	0.12	0.00	0.00	0.43	1.06
6	-0.08	0.06	-0.19	0.13	0.00	0.00	0.43	1.06
7	-0.08	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.39	1.05
8	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.39	1.05
9	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
10	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
11	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
12	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
13	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
14	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
15	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
16	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
17	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
18	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
19	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05
20	-0.09	0.06	-0.19	0.12	0.00	0.00	0.42	1.05

A largo plazo, la saturación hace que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de capital aeroportuario, se convierta, al cabo de 7 años en 0.77pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.01pp y 0.02pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.01% y la del empleo en el 0.03%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

La primera variable en reaccionar es el empleo que lo hace instantáneamente, y a continuación la producción y el capital urbano de Corporaciones Locales. Al cabo de dos años, tanto la producción como el empleo alcanzan su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente. Sin embargo, el capital urbano tarda siete periodos en ajustarse.

El gráfico 89, gráfico 90, y el gráfico 91 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 89

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES

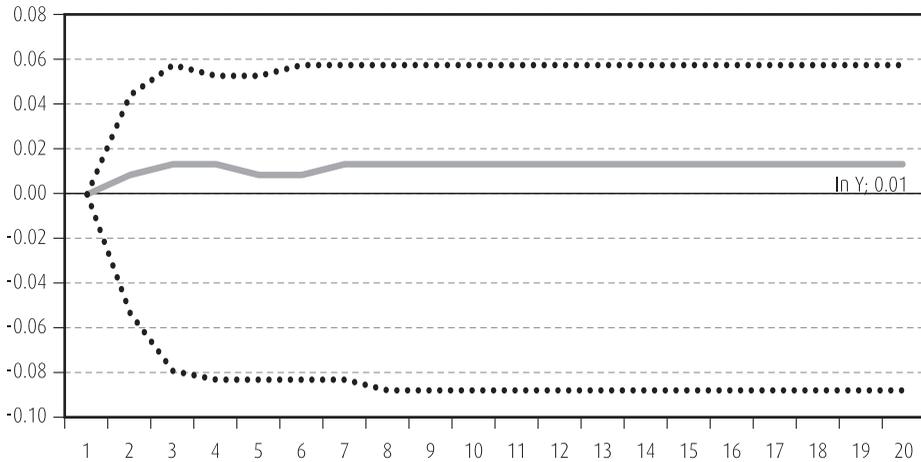


Gráfico 90

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES

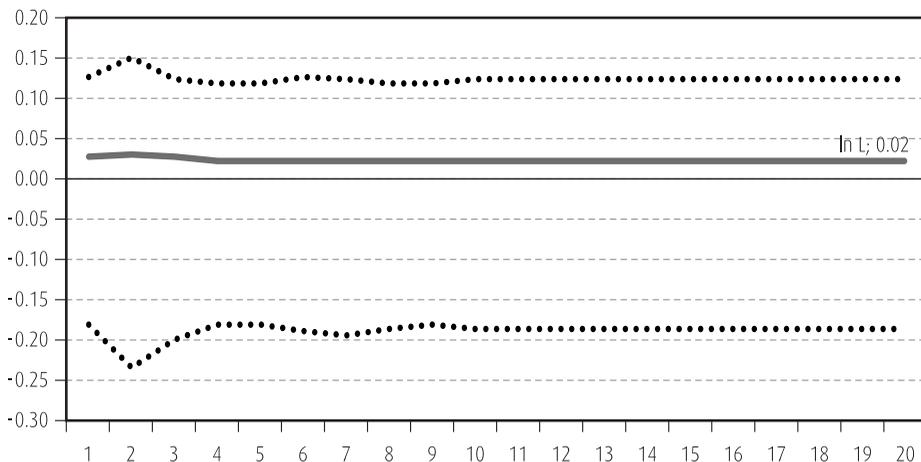
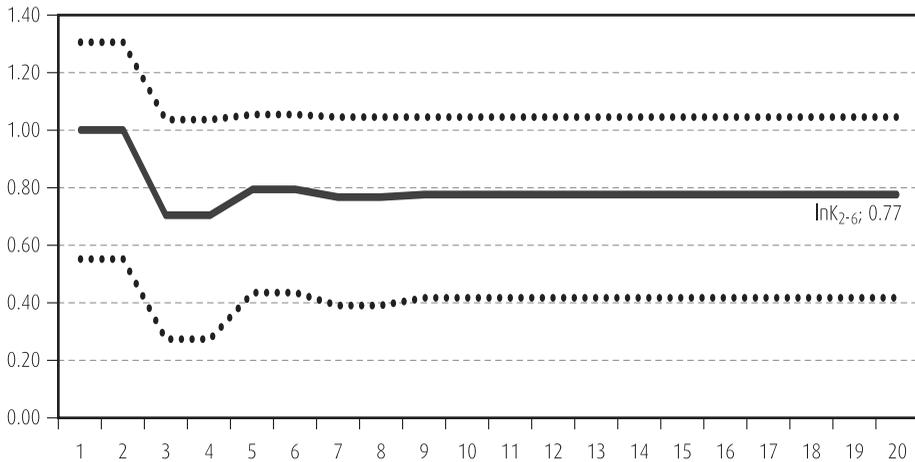


Gráfico 91

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL



#### ■ 5.7.4. Anexo XX. Estudio de la cointegración en el aislamiento del capital otras construcciones urbanas de Corporaciones Locales ( $K_{26t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{26t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{26t}$ , se detectan formalmente dos relaciones de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero al igual que en todos los análisis anteriores, una de ellas claramente no estacionaria (gráfico 93). Por lo tanto, se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 92) y confiar en el análisis gráfico.

A continuación, tomando como relación de cointegración la primera (gráfico 92), se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 90, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo ocurre al excluir ambos capitales de la regresión.

Gráfico 92

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

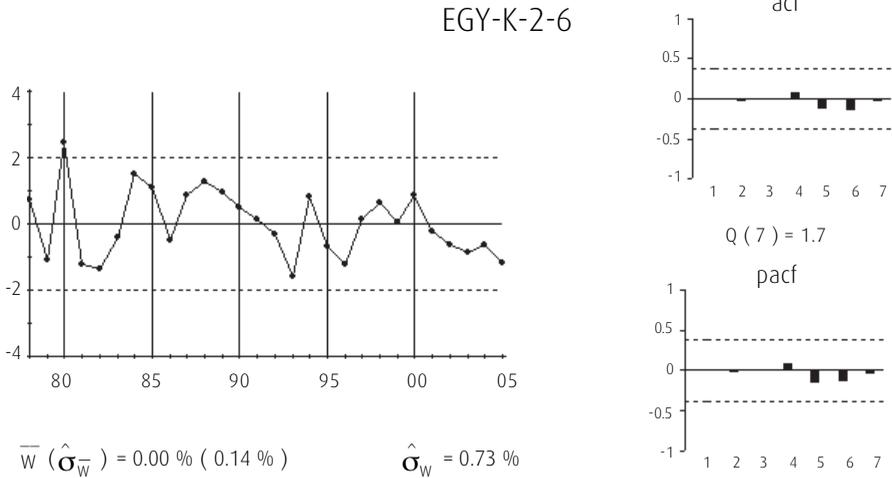


Gráfico 93

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

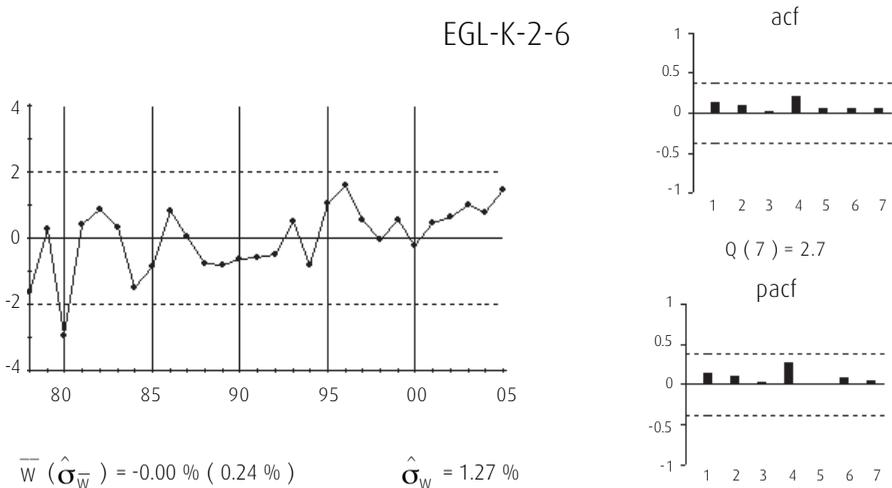


Tabla 90

### TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)

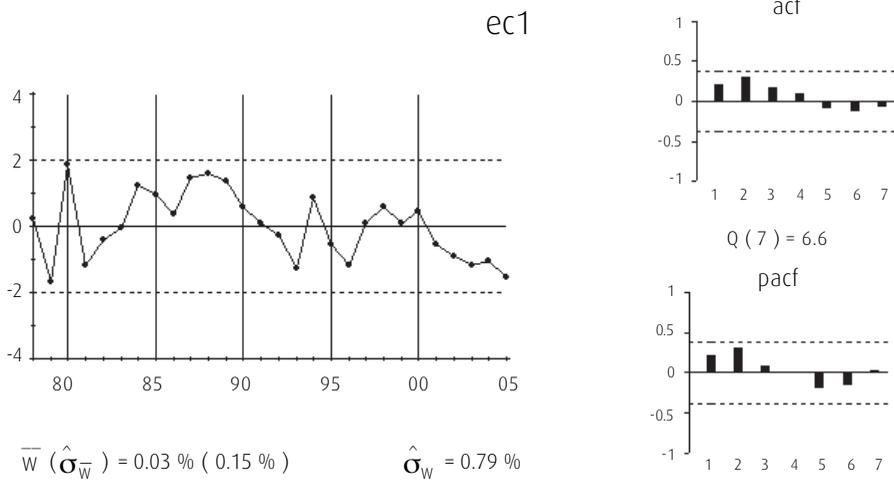
ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)			
	EGY	EGL	EGC	EGOu	EGY_Ou	EGY_C	EGY_L	EGY_C_Ou	EGY_Ou_L	EGY_C_L
RETARDOS	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	<b>-5.07 (99%)</b>	-2.57	-3.30	<b>-4.15 (95%)</b>	<b>-4.75 (99%)</b>	-2.63	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.53	-2.35
Críticos	1	-3.45	-2.68	-4.10	-2.11	-3.32	-2.60	-2.06	-2.67	-2.31
Phillips Ouliaris	2	-2.86	-3.19	-6.06	-2.50	-2.34	-2.10	-1.29	-2.35	-2.04
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.60	-0.88	-3.19	-1.58	-1.44	-3.55	-1.13	<b>-3.87 (95%)</b>	<b>-3.10 (90%)</b>
10%						<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>	
5%						<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>	
1%						<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias; donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 94) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 94

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )



$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [XLVII]$$

Posteriormente, se aplica el test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) cuyos resultados se muestran en la tabla 91. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 91

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (DATOS:27) (VAR 1)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>119.69</b>	<b>0.00</b>	<b>81.41</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>38.28</b>	<b>0.02</b>	<b>23.44</b>	<b>0.03</b>
Como mucho 2	14.84	0.24	12.27	0.17
Como mucho 3	2.58	0.66	2.58	0.66
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (DATOS:26) (VAR 2)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
Ninguna	70.21	0.00	45.45	0.00
Como mucho 1	24.76	0.41	15.24	0.36
Como mucho 2	9.53	0.69	8.62	0.48
Como mucho 3	0.91	0.96	0.91	0.96
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (DATOS:25) (VAR 3)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>102.16</b>	<b>0.00</b>	<b>50.20</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>51.96</b>	<b>0.00</b>	<b>36.61</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 2	15.35	0.21	11.33	0.23
Como mucho 3	4.02	0.41	4.02	0.41

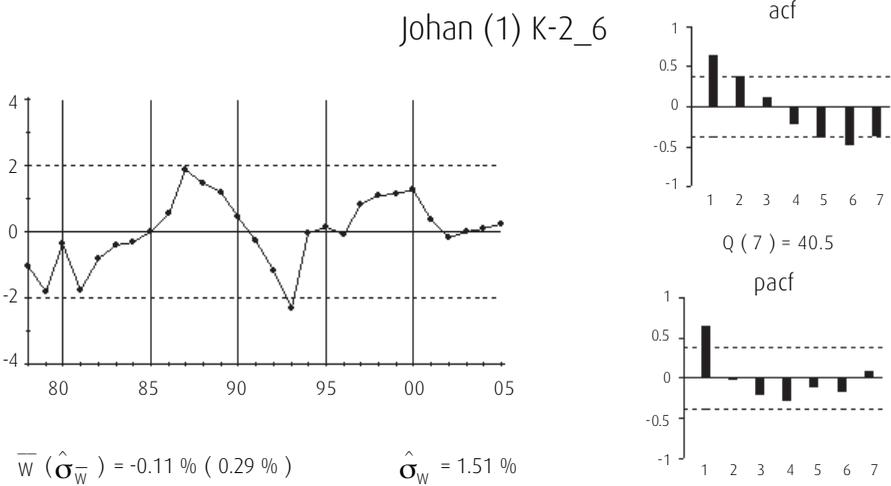
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

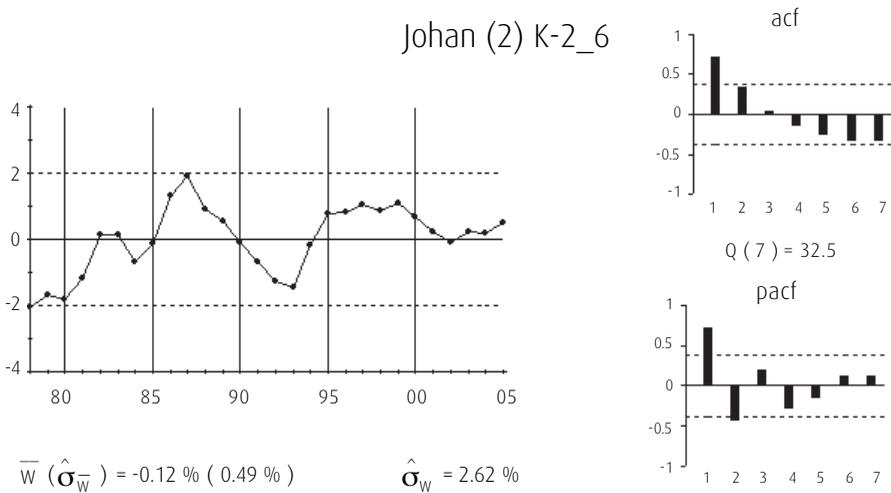
\*\*p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para el valor de  $p = 2$ , el contraste sugiere una relación de cointegración, mientras que para  $p = 1$  y  $3$  el contraste sugiere dos relaciones de cointegración. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Gráficamente se observa tendencia en todas ellas.

$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.41_{(0.12)} \nabla \ln \bar{K}_{26t} + 0.004_{(0.03)} \nabla \ln K_{26t} - 0.01_{(0.005)}$$

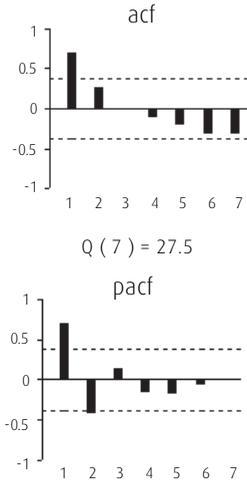
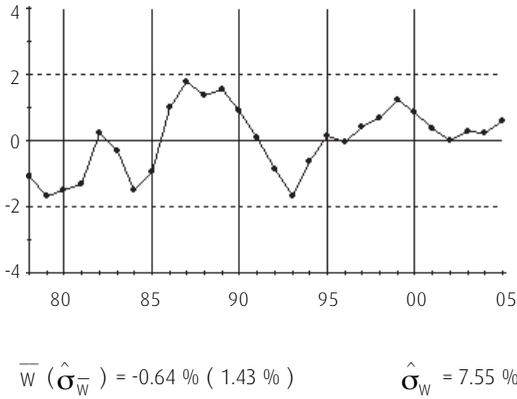


$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(2)} = \nabla \ln Y_t - 2.64_{(0.49)} \nabla \ln \bar{K}_{26t} + 0.21_{(0.10)} \nabla \ln K_{26t} - 0.06_{(0.02)}$$



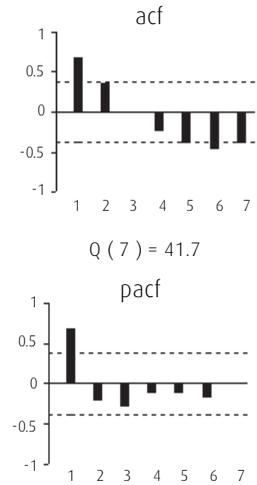
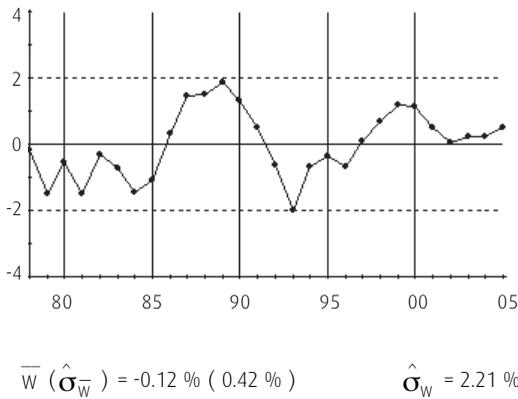
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t + 1.80_{(0.31)} \nabla \ln L_t - 0.65_{(0.98)} \nabla \ln \bar{K}_{26t} + 1.17_{(0.15)} \nabla \ln K_{26t} - 0.12_{(0.03)}$$

Johan (3) K-2\_6

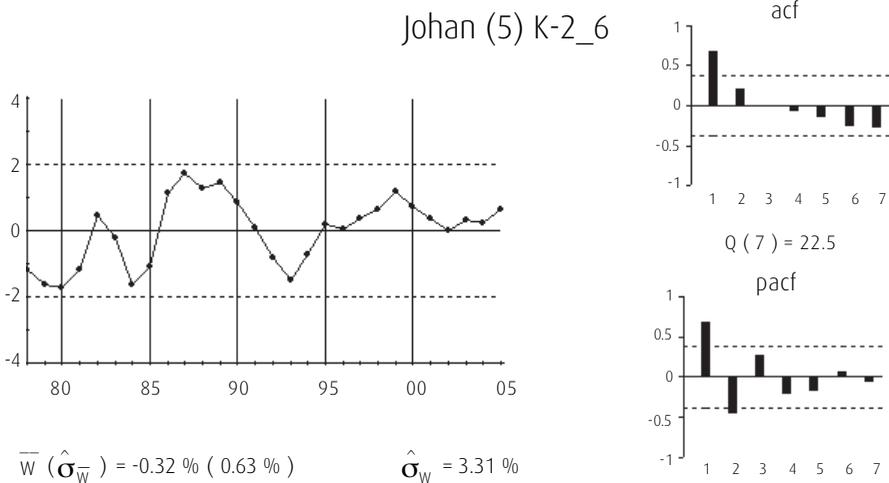


$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ex(1)}} = \nabla \ln Y_t + 1.31_{(0.24)} \nabla \ln \bar{K}_{26t} + 0.23_{(0.04)} \nabla \ln K_{26t} - 0.09_{(0.01)}$$

Johan (4) K-2\_6



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_{ec(2)}} = \nabla \ln L_t - 0.47_{(0.24)} \nabla \ln \bar{K}_{26t} + 0.58_{(0.04)} \nabla \ln K_{26t} - 0.04_{(0.01)}$$



También en este caso, el contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{26t} \text{ y } \nabla \ln \bar{K}_{26t})'$ , por lo tanto, se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 94.

### ■ 5.7.5. Anexo XXI. Diagnósis del modelo estimado

La tabla 92 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR para el vector de variables I(1). Se aprecia falta de coincidencia, por lo que se decide estimar un modelo VEC(2) y analizar sus residuos para determinar si el modelo es adecuado.

Tabla 92

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLE I(1) (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-23.48	-23.29
1	133.52	-28.88	-27.90
2	40.83	-30.15	-28.40
3	18.31	-30.40	-27.86

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 93) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 93

**CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRAS CONSTRUCCIONES PORTUARIAS)**

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.21	0.28	0.26	0.27	0.09	0.19	0.28	0.22	0.25	0.26	0.30	0.06	0.04	0.20	0.27	-0.08
2	-0.03	-0.01	0.02	-0.13	-0.08	-0.01	-0.03	-0.43	-0.17	-0.07	-0.16	-0.27	0.12	-0.01	-0.04	-0.15
3	0.02	-0.05	-0.19	-0.14	-0.14	-0.23	-0.36	-0.20	-0.03	-0.04	-0.14	-0.09	0.15	0.13	0.13	-0.20
4	-0.19	-0.10	-0.29	-0.23	-0.37	-0.19	-0.36	-0.17	-0.21	-0.11	-0.26	-0.22	0.13	0.14	0.11	0.23
5	-0.19	-0.11	-0.19	0.14	-0.25	-0.22	-0.27	0.05	-0.32	-0.29	-0.35	-0.13	-0.25	-0.12	-0.21	-0.13

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 95 muestra las series de residuos y sus funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial.

Gráfico 95

**RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)**

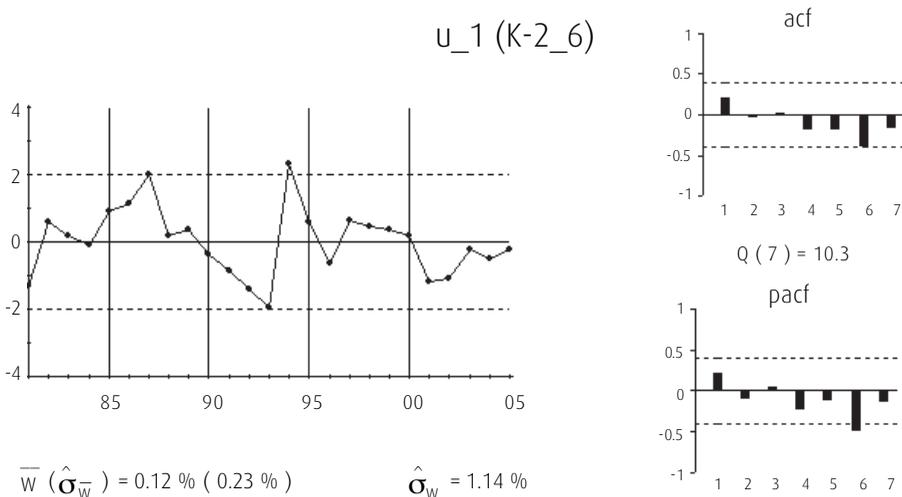
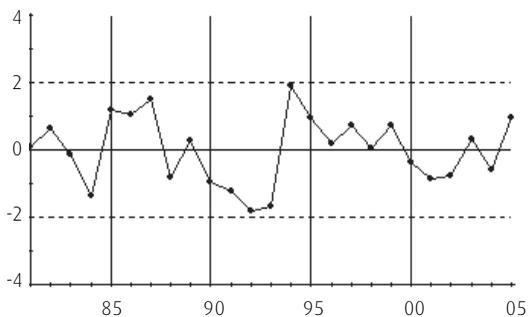


Gráfico 95 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)

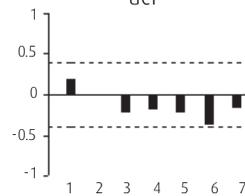
u\_2 (K-2\_6)



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.34 \% (0.31 \%)$

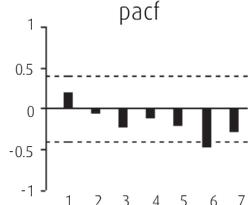
$\hat{\sigma}_W = 1.57 \%$

acf

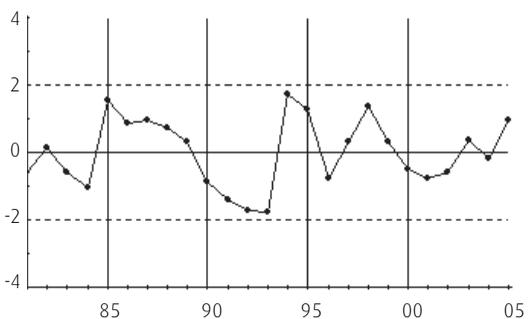


$Q(7) = 11.6$

pacf



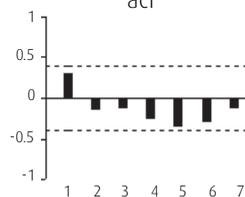
u\_3 (K-2\_6)



$\bar{W} (\hat{\sigma}_W^-) = 0.03 \% (0.05 \%)$

$\hat{\sigma}_W = 0.25 \%$

acf



$Q(7) = 14.0$

pacf

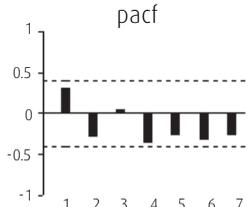
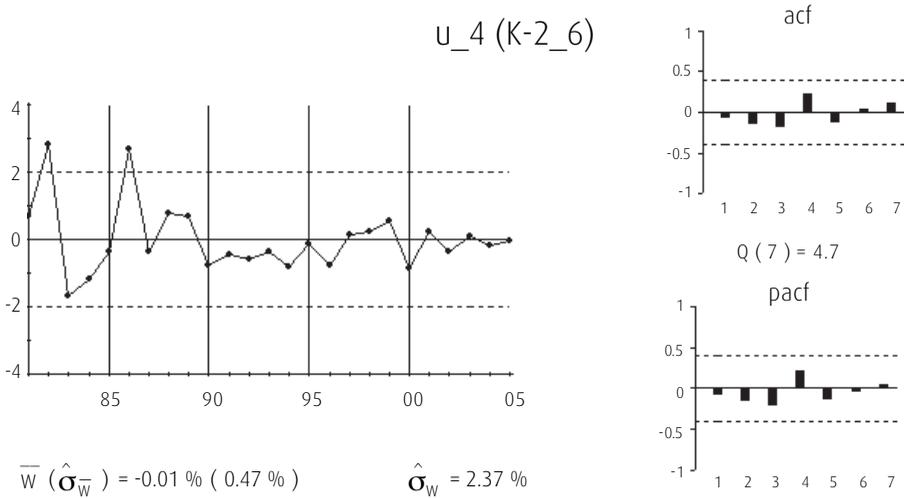


Gráfico 95 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)



La tabla 94 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 94

AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-28.31
1	-27.90
2	-27.99
3	-29.59

■ 5.8. CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P. ( $K_{27t}$ )

■ 5.8.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables ( $\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{27t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{27t}$ ). Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los estudios anteriores, es decir,

relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) detecta relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 305.

### ■ 5.8.2. Estimación del modelo

La tabla 95 recoge el modelo VEC elaborado a partir de los datos. Todos los coeficientes se han estimado de forma conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 312, al final de este capítulo.

Tabla 95

#### VEC ESTIMADO POR MCG (OTRAS CONSTRUCCIONES URBANAS DE CORPORACIONES LOCALES)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t}$	$\nabla^2 \ln K_{26t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.60 (0.15)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.12 (0.11)	0.01 (0.02)	
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{27t-1}$			0.57 (0.12)	0.18 (0.19)
$\nabla^2 \ln K_{27t-1}$				0.62 (0.14)
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{27t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{27t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.82 & 0.67 & 0.61 \\ & 1 & 0.75 & 0.44 \\ & & 1 & 0.21 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XLVIII}]$$

Al no resultar significativa la correlación instantánea residual entre los capitales no es necesario hacer ningún supuesto adicional. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2.37 & -1.44 \\ & 1 & -4.19 & -1.23 \\ & & 1 & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{XLIX}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 95 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 96.

Tabla 96

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{26t}$	$\nabla^2 \ln K_{26t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.60			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$	-0.02	0.09	0.01	
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{27t-1}$	-1.62	-2.63	0.57	0.18
$\nabla^2 \ln K_{27t-1}$	-0.89	-0.76		0.62
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{27t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{27t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{27t}$	2.37	4.19		
$\nabla^2 \ln K_{27t}$	1.44	1.23		

Cada columna representa una ecuación.

En este modelo, se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario y al *stock* de capital otras construcciones, con el signo esperado, y de forma retardada, a éstos, al empleo, y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, al capital complementario y al capital otras construcciones. Éste responde de forma retardada y positiva a su capital complementario. Sin embargo, el capital complementario responde de manera retardada y positiva al empleo.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital otras construcciones n.c.o.p. producirá instantáneamente una variación en las tasas de crecimiento del empleo y de la producción, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de capital otras construcciones irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 97.

Tabla 97

### MODELO VAR ORTOGONALIZADO (OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{27t}$	$\nabla \ln K_{27t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.40			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.27	1.09	0.01	
$\nabla \ln \bar{K}_{27t-1}$	-4.00	-6.81	1.57	0.18
$\nabla \ln K_{27t-1}$	-2.32	-1.99		1.62
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$	0.01	-0.34	-0.01	
$\nabla \ln \bar{K}_{27t-2}$	1.62	2.63	-0.57	-0.18
$\nabla \ln K_{27t-2}$	0.89	0.76		-0.62
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.25		
$\nabla \ln \bar{K}_{27t-3}$				
$\nabla \ln K_{27t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{27t}$	2.37	4.19		
$\nabla \ln K_{27t}$	1.44	1.23		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\begin{aligned} \pi_z(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 0.40B & -0.27B - 0.01B^2 \\ 0 & 1 - 1.09B + 0.34B^2 - 0.25B^3 \end{bmatrix} \\ -\pi_z(B)\nu_z(B) &= \begin{bmatrix} 4.00B - 1.62B^2 - 2.37 & 2.32B - 0.89B^2 - 1.44 \\ 6.81B - 2.63B^2 - 4.19 & 1.99B - 0.76B^2 - 1.23 \end{bmatrix} \\ -P_{K_t}\pi_K(B)\nu_K(B) &= \begin{bmatrix} 0 & -0.01B + 0.01B^2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \\ P_{K_t}\pi_K(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 1.57B + 0.57B^2 & 0 \\ -0.18B + 0.18B^2 & 1 - 1.62B + 0.62B^2 \end{bmatrix} \\ P_{K_t} = I; Z_t &= \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{27t} \\ \nabla \ln K_{27t} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad [L]$$

### ■ 5.8.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital otras construcciones n.c.o.p. ( $K_{27t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 98 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{27t}$  y  $\ln \bar{K}_{27t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{27t}$ . La tabla 99 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 98

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{2-7}$	$\ln K_{2-7}$
1	1.44	1.23	0.00	1.00
2	0.92	1.38	0.00	1.59
3	0.77	1.08	0.03	1.97
4	0.62	1.03	0.03	2.21
5	0.54	1.08	0.03	2.36
6	0.51	1.10	0.03	2.44
7	0.51	1.10	0.03	2.51
8	0.51	1.08	0.03	2.54
9	0.51	1.08	0.03	2.56
10	0.51	1.10	0.03	2.56
11	0.51	1.10	0.03	2.59

Tabla 98 (continuación)

**FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.**

PERÍODO	lnY	lnL	$\ln\bar{K}_{2-7}$	$\ln K_{2-7}$
12	0.51	1.08	0.03	2.59
13	0.51	1.08	0.03	2.59
14	0.51	1.08	0.03	2.59
15	0.51	1.08	0.03	2.59
16	0.51	1.08	0.03	2.59
17	0.51	1.08	0.03	2.59
18	0.51	1.08	0.03	2.59
19	0.51	1.08	0.03	2.59
20	0.51	1.08	0.03	2.59

Tabla 99

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.**

PERÍODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{2-7})$	$\sigma_2(\bar{K}_{2-7})$	$\sigma_1(K_{2-7})$	$\sigma_2(K_{2-7})$
1	0.56	1.92	0.26	2.05	0.00	0.00	0.69	1.21
2	0.28	1.31	0.28	2.31	-0.08	0.10	0.92	2.00
3	0.23	1.13	0.21	1.97	-0.13	0.15	0.95	2.67
4	0.18	0.97	0.21	1.87	-0.15	0.15	0.97	3.23
5	0.15	0.92	0.21	1.92	-0.15	0.15	0.97	3.69
6	0.13	0.92	0.23	1.95	-0.18	0.15	0.97	4.05
7	0.13	0.90	0.23	1.95	-0.21	0.15	0.97	4.33
8	0.10	0.92	0.21	1.92	-0.21	0.15	0.97	4.59
9	0.10	0.90	0.21	1.92	-0.21	0.15	0.97	4.77
10	0.10	0.90	0.23	1.92	-0.21	0.15	0.97	4.95
11	0.10	0.90	0.23	1.92	-0.23	0.15	0.97	5.08
12	0.10	0.90	0.21	1.92	-0.23	0.18	0.97	5.21
13	0.10	0.90	0.21	1.92	-0.23	0.18	0.97	5.33
14	0.10	0.90	0.23	1.92	-0.23	0.18	0.97	5.46
15	0.10	0.90	0.23	1.92	-0.23	0.18	0.97	5.59
16	0.10	0.90	0.21	1.92	-0.23	0.18	0.97	5.69
17	0.10	0.90	0.21	1.92	-0.23	0.18	0.97	5.77
18	0.10	0.90	0.21	1.92	-0.23	0.18	0.97	5.87
19	0.10	0.90	0.21	1.92	-0.23	0.18	0.97	5.92
20	0.10	0.90	0.21	1.92	-0.23	0.18	0.97	6.00

A largo plazo, la inercia y los efectos de retroalimentación, hacen que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de otras construcciones, se convierta, al cabo de 9 años en 2.59pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.51pp y 1.08pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.20% y la del empleo en el 0.42%. Sobre el capital complementario se genera una externalidad positiva de 0.03pp, por lo que la elasticidad estimada es de 0.01%.

Tanto el PIB como el empleo reaccionan instantáneamente, con un efecto inicial superior al efecto final alcanzado, en ambos casos. Por tanto se puede decir que el ajuste del PIB y del empleo es inmediato, mientras que el capital complementario tarda un periodo más en alcanzar su nuevo nivel de equilibrio.

El gráfico 96, gráfico 97, gráfico 98, y gráfico 99 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 96

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.

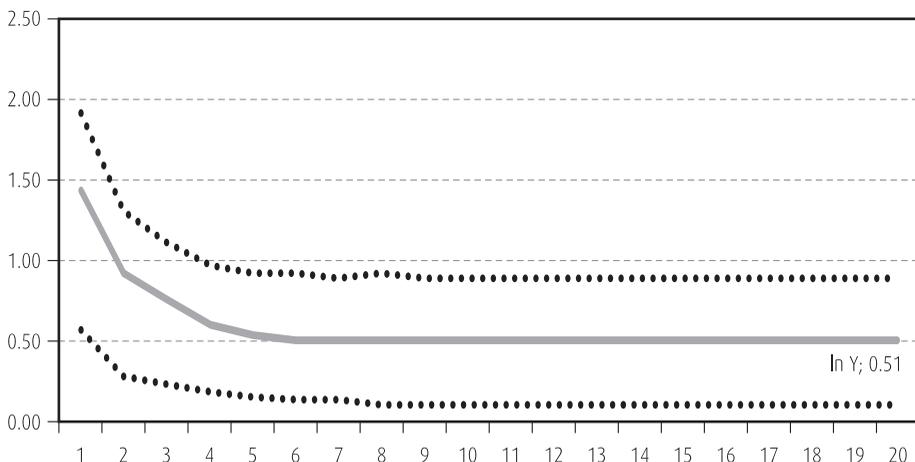


Gráfico 97

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.

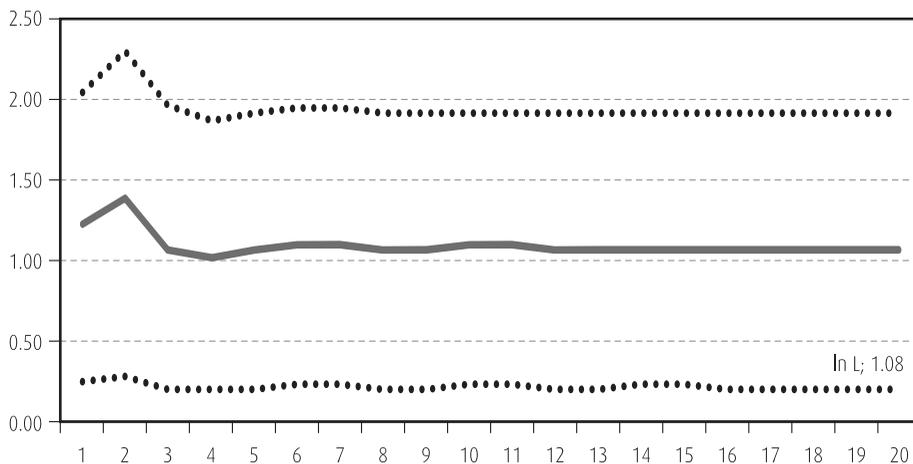


Gráfico 98

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P. ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL

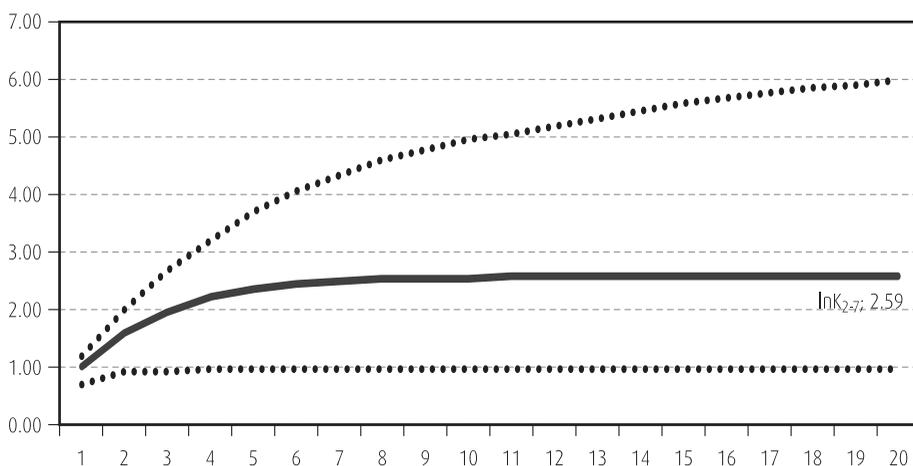
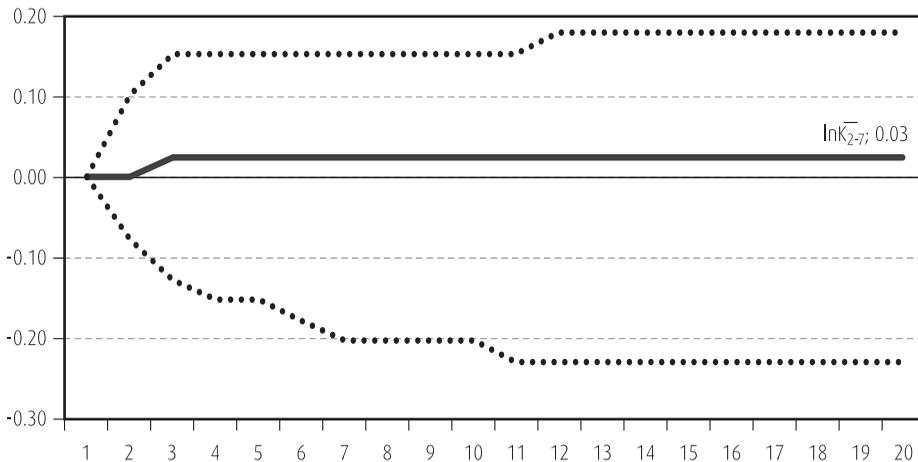


Gráfico 99

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL COMPLEMENTARIO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.



■ 5.8.4. Anexo XXII. Estudio de la cointegración: capital otras construcciones no específicas ( $K_{27t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{27t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{27t}$ , se detectan, formalmente, dos relaciones de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero al igual que en los análisis anteriores, una de ellas claramente no estacionaria (gráfico 101). Por lo tanto, se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 100) y confiar en el análisis gráfico.

A continuación y tomando como relación de cointegración la primera (gráfico 92), se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 100, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Gráfico 100

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES NO ESPECÍFICAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

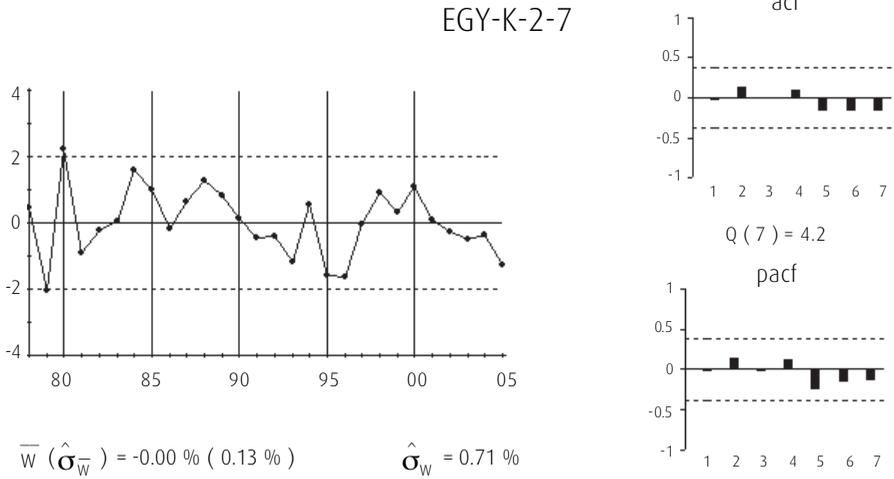


Gráfico 101

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL SUB-AGREGADO OTRAS CONSTRUCCIONES NO ESPECÍFICAS Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

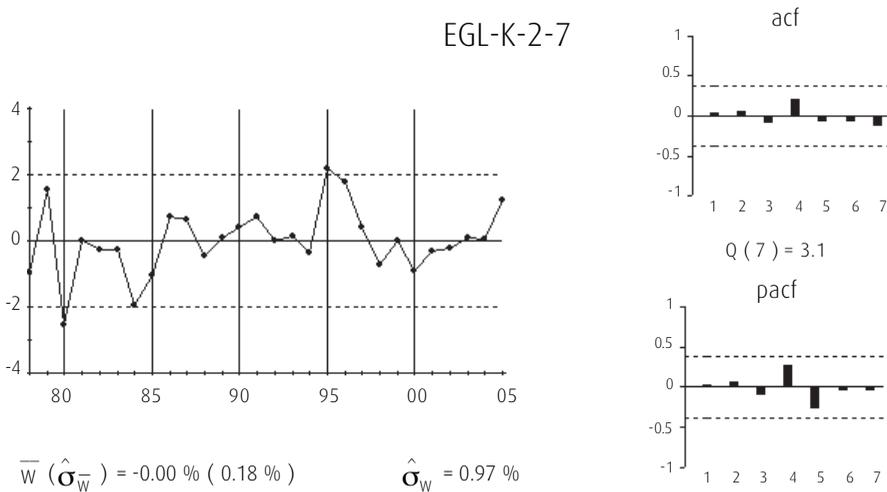


Tabla 100

### TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENDEL Y GRANGER (OTRAS CONSTRUCCIONES NO ESPECÍFICAS)

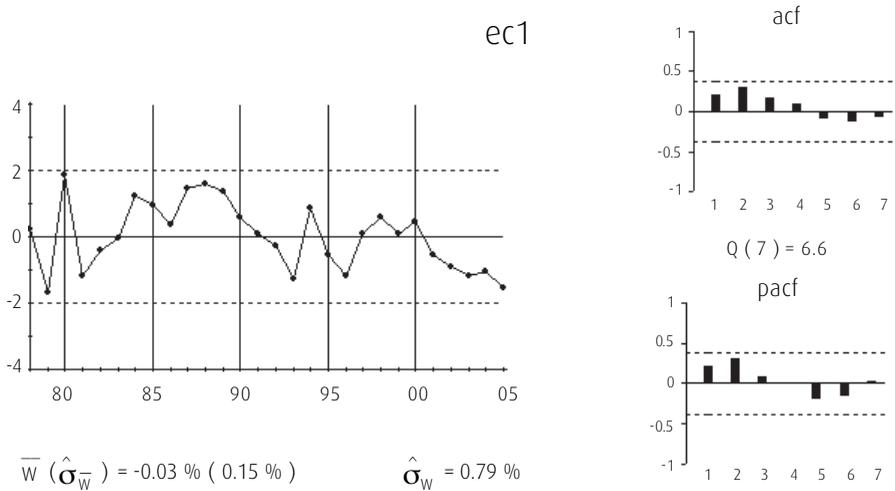
ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)											
	RETARDOS	EGY	ESTADÍSTICO T	EGL	ESTADÍSTICO T	EGC	ESTADÍSTICO T	EG00	ESTADÍSTICO T	EGY_00	ESTADÍSTICO T	EGY_C	ESTADÍSTICO T	EGY_00_L	ESTADÍSTICO T	EGY_C_L	ESTADÍSTICO T	
Valores	0	-5.15 (99%)	-4.87 (95%)	-2.90	-2.62	-2.64	-3.95 (95%)	-2.64	-2.64	-3.85 (95%)	-2.62	-2.62	-2.62	-2.62	-2.62	-2.62	-2.50	
Críticos	1	-3.06	-3.07	-1.81	-3.17	-2.34	-2.39	-2.41	-2.41	-2.06	-2.64	-2.64	-2.64	-2.64	-2.64	-2.46	-2.46	
Phillips Ouliaris	2	-2.33	-3.16	-2.57	-2.31	-2.19	-1.25	-2.09	-2.09	-1.29	-2.14	-2.14	-2.14	-2.14	-2.14	-2.62	-2.62	
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.62	-1.54	-1.46	-1.94	-1.54	-1.19	-3.20	-3.20	-1.13	-3.57 (95%)	-3.57 (95%)	-3.57 (95%)	-3.57 (95%)	-3.57 (95%)	-3.60 (95%)	-3.60 (95%)	
10%			-3.83				-3.45										-3.07	
5%			-4.11				-3.77											-3.37
1%			-4.73				-4.31											-3.96

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias; donde después del guiñon aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 102) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 102

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )



$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [L1]$$

Posteriormente, se aplica el test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) cuyos resultados se muestran en la tabla 101. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 101

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1)				
(DATOS:27)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>109.98</b>	<b>0.00</b>	<b>69.82</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>40.16</b>	<b>0.01</b>	<b>25.39</b>	<b>0.02</b>
Como mucho 2	14.77	0.24	12.36	0.17
Como mucho 3	2.41	0.70	2.41	0.70
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)				
(DATOS:26)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
Ninguna	48.35	0.15	25.33	0.12
Como mucho 1	23.02	0.53	11.79	0.68
Como mucho 2	11.23	0.52	9.78	0.35
Como mucho 3	1.45	0.88	1.45	0.88
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)				
(DATOS:25)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>90.97</b>	<b>0.00</b>	<b>51.86</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>39.11</b>	<b>0.02</b>	<b>22.82</b>	<b>0.04</b>
Como mucho 2	16.29	0.16	8.98	0.44
Como mucho 3	7.31	0.11	7.31	0.11

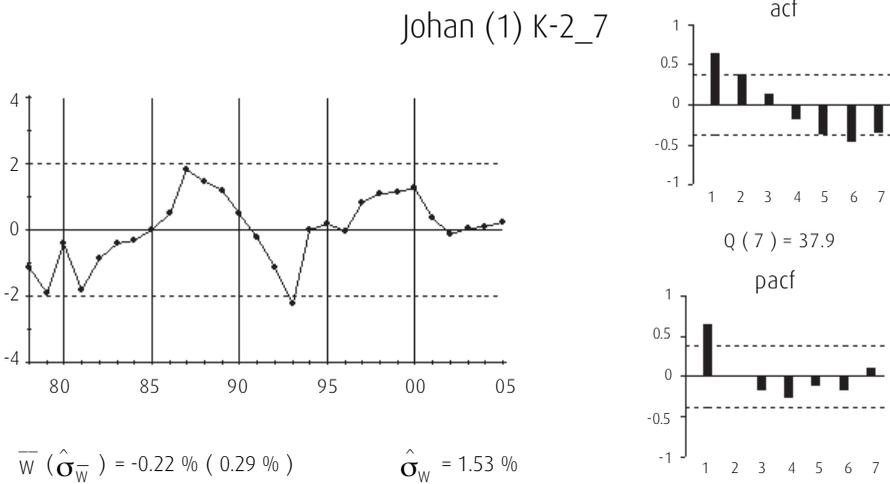
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

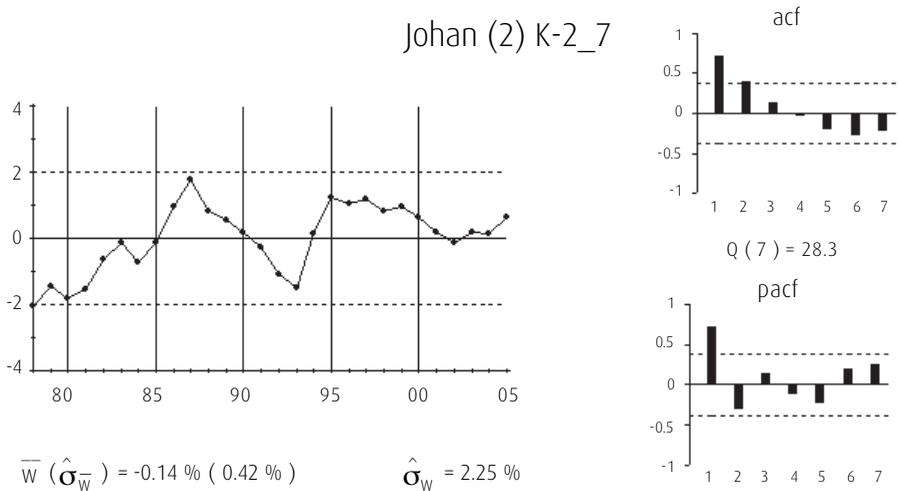
\*\*p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para el valor de  $p = 2$ , el contraste sugiere que no hay relaciones de cointegración, cuando se mantienen las mismas variables de PIB y empleo en tasas de crecimiento de las que consta la relación de cointegración encontrada por en el análisis de otros capitales. Para los valores de  $p = 1$  y  $3$  en contraste sugiere dos relaciones de cointegración. En los siguientes gráficos que corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas, se puede apreciar que todas ellas presentan tendencia.

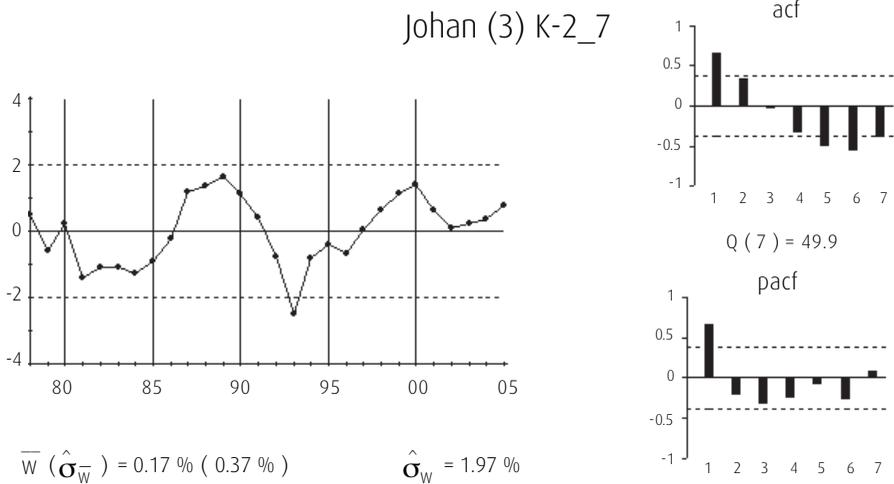
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_{ec(1)}} = \nabla \ln Y_t - 0.28_{(0.11)} \nabla \ln \bar{K}_{27t} - 0.12_{(0.09)} \nabla \ln K_{27t} - 0.02_{(0.006)}$$



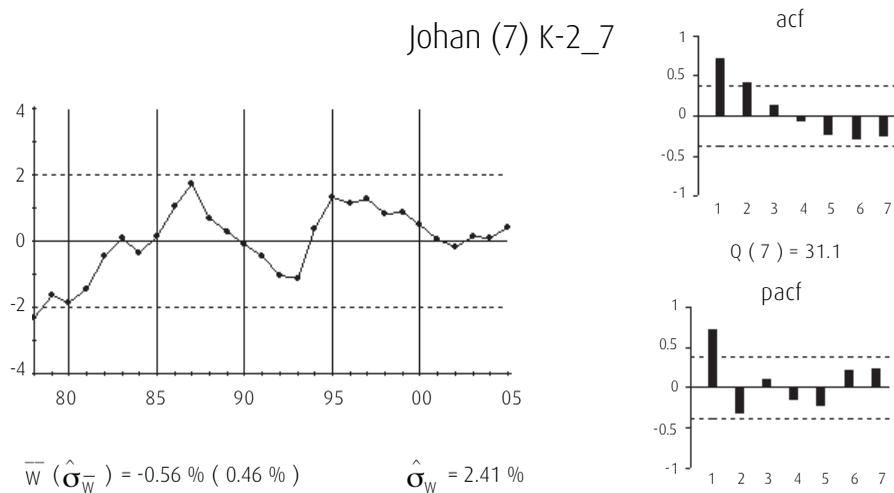
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_{ec(2)}} = \nabla \ln L_t - 1.91_{(0.28)} \nabla \ln \bar{K}_{27t} - 0.11_{(0.24)} \nabla \ln K_{27t} + 0.05_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(1)} = \nabla \ln Y_t + 0.84_{(0.28)} \nabla \ln \bar{K}_{27t} + 0.77_{(0.26)} \nabla \ln K_{27t} - 0.09_{(0.02)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 2.30_{(0.32)} \nabla \ln \bar{K}_{27t} - 0.45_{(0.31)} \nabla \ln K_{27t} + 0.07_{(0.02)}$$



También en este caso, el contraste de Johansen muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{27t} \text{ y } \nabla \ln \bar{K}_{27t})'$ , por lo tanto, se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 102.

### ■ 5.8.5. Anexo XXIII. Diagnóstico del modelo estimado: capital otras construcciones no específicas ( $K_{27t}$ )

La tabla 102 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR para el vector de variables I(1). Al contrario que en otros estudios, no se aprecia falta de coincidencia, pero se decide estimar un modelo VEC(2) y analizar sus residuos para determinar si éste es adecuado.

Tabla 102

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLE I(1) (OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-25.96	-25,76
1	141.53	-31.75	-30,78
2	17.78	-31.58	-29.83
3	26.67	-32.53	-29.99

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 103) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 103

#### CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.20	0.27	0.17	0.07	0.17	0.27	0.32	0.09	0.28	0.32	0.19	0.38	0.06	-0.04	0.09	-0.15
2	-0.04	-0.01	0.12	-0.17	-0.05	0.00	0.08	-0.05	-0.04	0.00	0.11	-0.21	-0.18	-0.03	-0.16	-0.22
3	0.02	-0.06	-0.20	0.13	-0.14	-0.24	-0.29	-0.04	-0.16	-0.14	-0.25	-0.05	-0.04	0.01	0.08	0.05
4	-0.19	-0.12	-0.29	-0.27	-0.38	-0.23	-0.41	-0.30	-0.26	-0.24	-0.26	-0.15	0.06	0.10	-0.09	-0.01
5	-0.19	-0.15	-0.33	0.01	-0.27	-0.27	-0.32	-0.12	-0.24	-0.27	-0.41	-0.07	-0.09	-0.10	-0.20	-0.01

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 103 muestra los residuos, funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada serie de residuos.

Gráfico 103

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.)

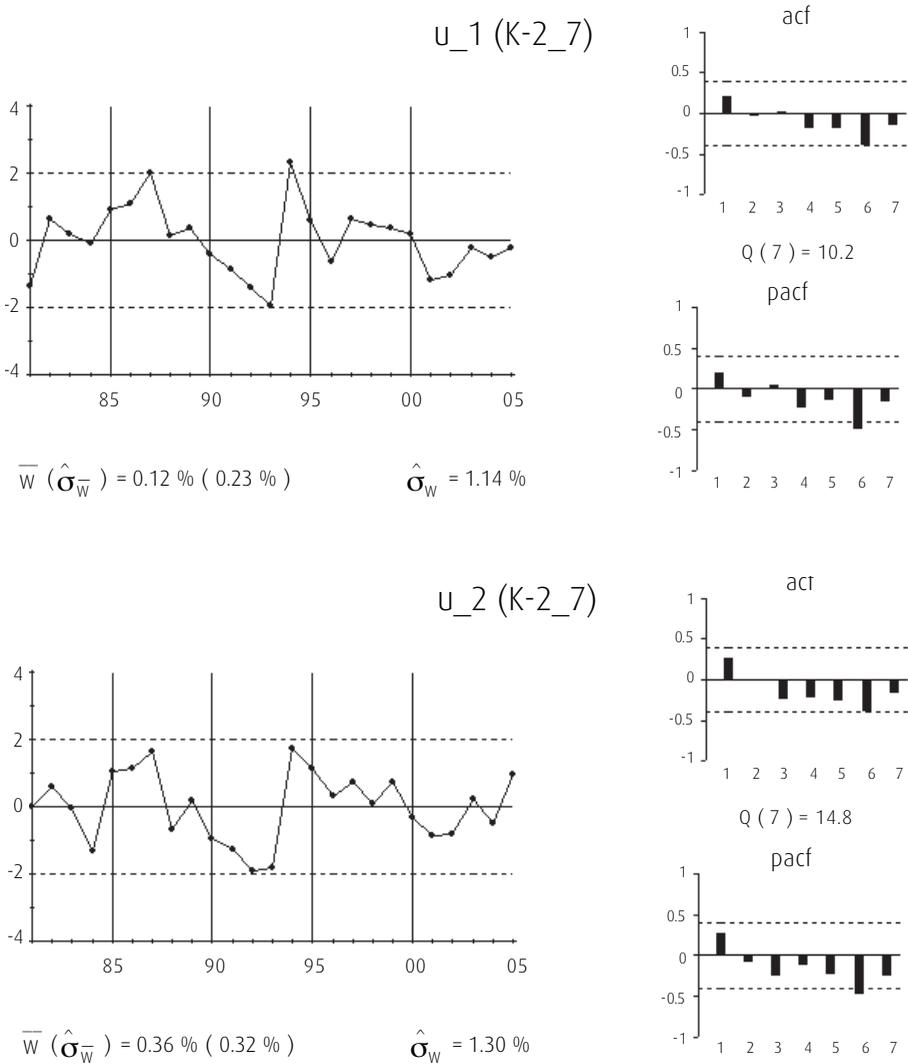
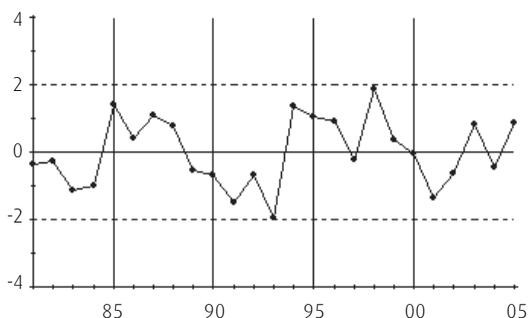


Gráfico 103 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.)

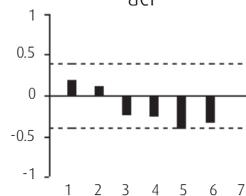
u\_3 (K-2\_7)



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = 0.04 \% (0.05 \%)$

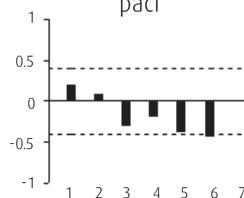
$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.27 \%$

acf

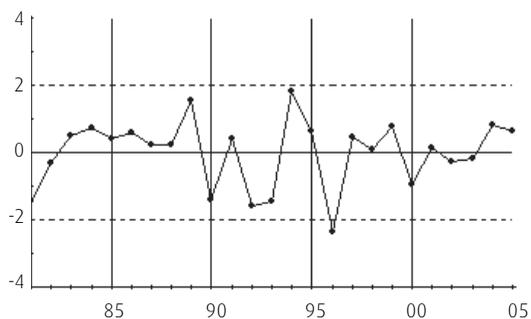


$Q(7) = 14.9$

pacf



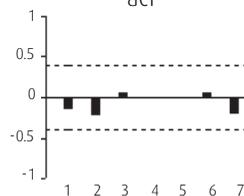
u\_4 (K-2\_7)



$\bar{W} (\hat{\sigma}_{\bar{W}}) = -0.01 \% (0.08 \%)$

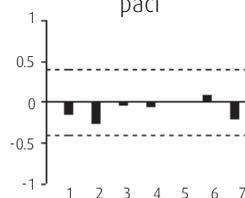
$\hat{\sigma}_{\bar{W}} = 0.39 \%$

acf



$Q(7) = 4.0$

pacf



La tabla 104 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

*Tabla 104***AIC APLICADO A LOS RESIDUOS**

Retardos	AIC
0	-31.13
1	-30.81
2	-30.60
3	-30.96



## CAPÍTULO 6. CAPITAL TRANSPORTE ( $K_{3t}$ )

Este capítulo se divide en tres secciones. Cada una de ellas recoge la estimación de las respuestas del PIB ( $Y$ ) y el empleo ( $L$ ) ante un *shock* permanente unitario, bien en el nivel del agregado del *stock* de capital transporte, bien en cada uno de los diferentes niveles de sus dos sub-agregados (vehículos a motor y otro material de transporte). También recoge las respuestas del *stock* de capital total, excluido el capital estudiado en cada caso.

### ■ 6.1. CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE ( $K_{3t}$ )

#### ■ 6.1.1. Estudio de la cointegración

Siguiendo la misma metodología que en los estudios anteriores, se aplica, en primer lugar el método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) que detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{3t}, \nabla \ln \bar{K}_{3t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) detecta, para cualquier orden del VAR seleccionado, una relación de cointegración. Gráficamente se aprecia tendencia en todas ellas, por lo que resultan no ser estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 330.

#### ■ 6.1.2. Estimación del modelo

La tabla 105 recoge el modelo VEC elaborado a partir de los datos. Todos los coeficientes se han estimado de forma conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 324, al final de este capítulo.

Tabla 105

## VEC ESTIMADO POR MCG (TRANSPORTE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t}$	$\nabla^2 \ln K_{3t}$
$\xi_{it-1}$	-0.69 (0.17)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.26 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t-1}$			0.72 (0.12)	
$\nabla^2 \ln K_{3t-1}$				0.38 (0.12)
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.29 (0.09)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t-2}$			0.01 (0.11)	
$\nabla^2 \ln K_{3t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos ( $\rho$ ) es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.79 & 0.69 \\ & 1 & 0.80 & 0.78 \\ & & 1 & 0.69 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LII}]$$

Dada la significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, en este caso se hace necesario hacer un segundo supuesto adicional. El capital transporte se ve afectado instantáneamente por su complementario según la ecuación [I] del MRC. Por lo que la matriz de diagonalización ( $P_{Kt}$ ) queda:

$$P_{Kt} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -6.67 & 1 \end{pmatrix}$$

Y la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -4.29 & -0.16 \\ & 1 & -6.00 & -0.34 \\ & & 1 & 0 \\ & & -6.67 & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LIII}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 105 por  $\mathbf{\Pi}(0)$  se muestra en la tabla 106.

Tabla 106

## MODELO VEC ORTOGONALIZADO (TRANSPORTE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t}$	$\nabla^2 \ln K_{3t}$
$\xi_{1-t-1}$	-0.69			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.26		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t-1}$	-3.07	-4.30	0.72	-4.77
$\nabla^2 \ln K_{3t-1}$	-0.06	-0.13		0.38
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.20		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t-1}$	-0.05	-0.07	0.01	-0.08
$\nabla^2 \ln K_{3t-1}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t}$	4.29	6.0		6.67
$\nabla^2 \ln K_{3t}$	0.16	0.34		

Cada columna representa una ecuación.

En este modelo, se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario y al *stock* de capital transporte, con el signo esperado, y de forma retardada, a éstos, y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, a ambos capitales. El transporte responde de manera instantánea y de forma retardada, con los signos esperados, a su capital complementario, mientras que el capital complementario no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital transporte producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo y de la producción, lo que provocará un desequilibrio entre sus tasas de crecimiento. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de capital transporte irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 107.

Tabla 107

## MODELO VAR ORTOGONALIZADO (TRANSPORTE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{3t}$	$\nabla \ln K_{3t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.31			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.32	1.26		
$\nabla \ln \bar{K}_{3t-1}$	-7.35	-10.30	1.72	-11.44
$\nabla \ln K_{3t-1}$	-0.22	-0.47		1.38
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.55		
$\nabla \ln \bar{K}_{3t-2}$	3.02	4.22	-0.70	4.69
$\nabla \ln K_{3t-2}$	0.06	0.13		-0.38
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.29		
$\nabla \ln \bar{K}_{3t-3}$	0.05	0.07	-0.01	0.08
$\nabla \ln K_{3t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{3t}$	4.29	6.0		6.67
$\nabla \ln K_{3t}$	0.16	0.34		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\pi_z(B) = \begin{bmatrix} 1 - 0.31B & -0.32B \\ 0 & 1 - 0.13B + 0.55B^2 - 0.29B^3 \end{bmatrix}$$

$$-\pi_z(B)v_z(B) = \begin{bmatrix} 7.35B + 3.02B^2 - 0.05B^3 - 4.29 & 0.22B - 0.06B^2 - 0.16 \\ 10.30B - 4.22B^2 - 0.07B^3 - 6.00 & 0.47B - 0.13B^2 - 0.34 \end{bmatrix}$$

$$-P_{K_t}\pi_K(B)v_K(B) = \emptyset \quad [\text{LIV}]$$

$$P_{K_t}\pi_K(B) = \begin{bmatrix} 1 - 1.72B + 0.70B^2 + 0.01B^3 & 0 \\ 11.44B - 4.69B^2 - 0.08B^3 - 6.67 & 1 - 1.38B + 0.38B^2 \end{bmatrix}$$

$$P_{K_t} = I; Z_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{3t} \\ \nabla \ln K_{3t} \end{bmatrix}$$

### ■ 6.1.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital agregado transporte ( $K_{3t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 108 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{3t}$ ,  $\ln \bar{K}_{3t}$ , ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{3t}$ . La tabla 109 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 108

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_3$	$\ln K_3$
1	0.16	0.34	0.00	1.00
2	0.16	0.43	0.00	1.38
3	0.19	0.35	0.00	1.52
4	0.17	0.31	0.00	1.57
5	0.15	0.32	0.00	1.59
6	0.15	0.34	0.00	1.60
7	0.16	0.34	0.00	1.60
8	0.16	0.33	0.00	1.61
9	0.16	0.33	0.00	1.61
10	0.16	0.33	0.00	1.61
11	0.16	0.33	0.00	1.61
12	0.16	0.33	0.00	1.61
13	0.16	0.33	0.00	1.61
14	0.16	0.33	0.00	1.61
15	0.16	0.33	0.00	1.61
16	0.16	0.33	0.00	1.61
17	0.16	0.33	0.00	1.61
18	0.16	0.33	0.00	1.61
19	0.16	0.33	0.00	1.61
20	0.16	0.33	0.00	1.61

Tabla 109

### BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL *STOCK* DE CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_3)$	$\sigma_2(\bar{K}_3)$	$\sigma_1(K_3)$	$\sigma_2(K_3)$
1	-0.08	0.36	0.14	0.49	0.00	0.00	0.66	1.18
2	0.05	0.26	0.17	0.62	0.00	0.00	0.83	1.69
3	0.06	0.28	0.14	0.54	0.00	0.00	0.87	2.02
4	0.07	0.26	0.13	0.46	0.00	0.00	0.88	2.22
5	0.06	0.23	0.14	0.45	0.00	0.00	0.88	2.33
6	0.07	0.22	0.14	0.47	0.00	0.00	0.89	2.41
7	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.47
8	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.51
9	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.53
10	0.07	0.22	0.14	0.47	0.00	0.00	0.89	2.54
11	0.07	0.22	0.14	0.47	0.00	0.00	0.89	2.55
12	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.56
13	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.57
14	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.57
15	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.57
16	0.07	0.22	0.14	0.47	0.00	0.00	0.89	2.57
17	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.57
18	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.57
19	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.57
20	0.07	0.22	0.14	0.48	0.00	0.00	0.89	2.57

A largo plazo, la inercia y los efectos de retroalimentación, hacen que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de capital transporte, se convierta, al cabo de 8 años en 1.61pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.16pp y 0.33pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.10% y la del empleo en el 0.21%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

Tanto la producción como el empleo reaccionan instantáneamente, por tanto se puede decir que el ajuste de éstas variables es inmediato, mientras que el capital no alcanza su respuesta final hasta el octavo periodo.

El gráfico 104, gráfico 105, y gráfico 106, muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 104

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE

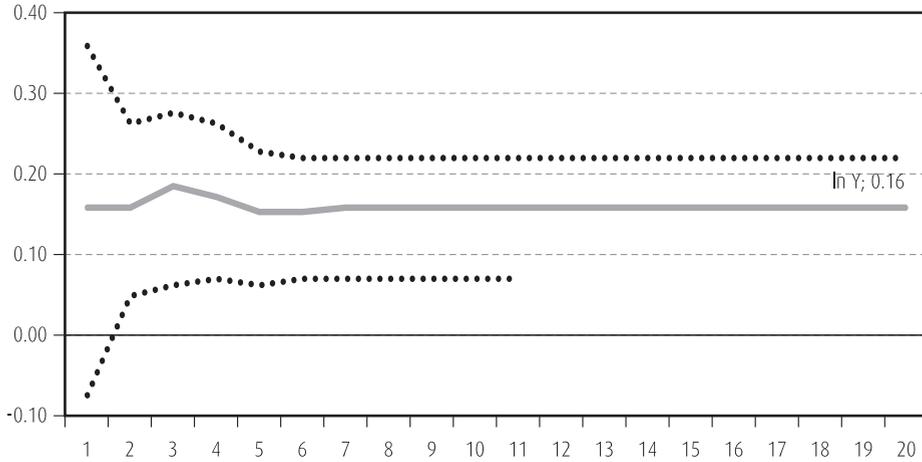


Gráfico 105

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE

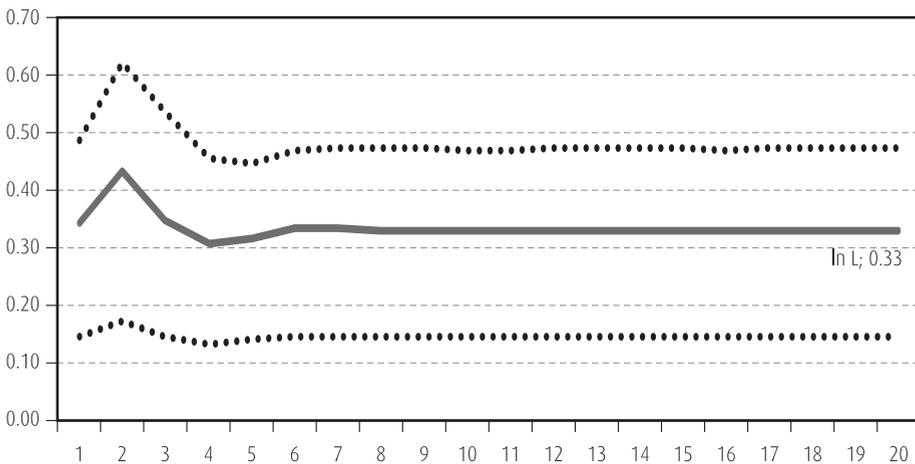
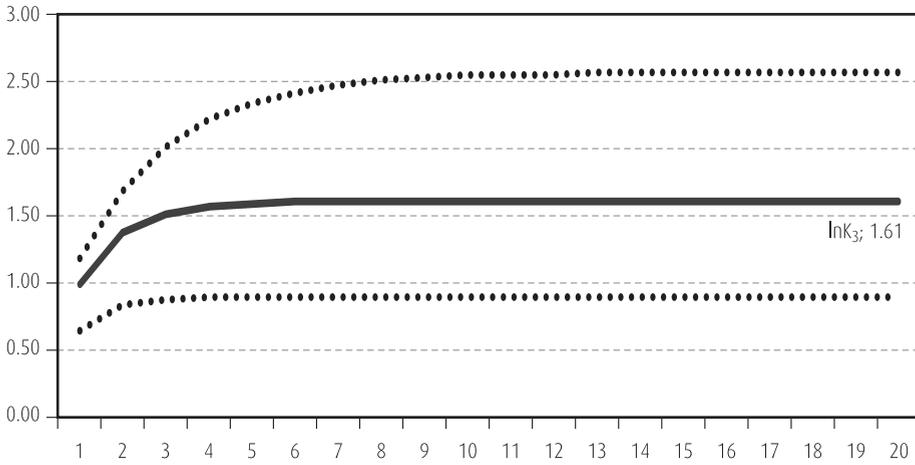


Gráfico 106

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL

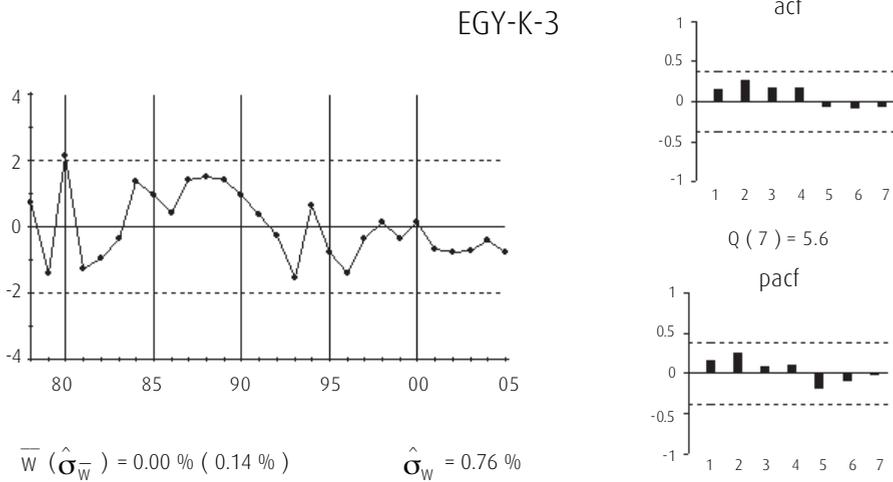


■ 6.1.4. Anexo XXIV. Estudio de la cointegración: capital agregado transporte ( $K_{3t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{3t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{3t}$ , se detecta formalmente una sola relación de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso).

Gráfico 107

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO  
DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO,  
CAPITAL AGREGADO TRANSPORTE Y SU CAPITAL  
COMPLEMENTARIO



A continuación, se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 110, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Tabla 1.10

## TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (TRANSPORTE)

ADF:	RETARDOS	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)			
		EGY	EG1	EGC	EGT	EGY_T	EGY_C	EGY_L	EGY_C_T	EGY_I_L	EGY_C_L
ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	<b>-4.34 (95%)</b>	-3.39	-2.08	-1.50	<b>-4.17 (95%)</b>	<b>-3.84 (95%)</b>	-2.62	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.51	-2.68
Críticos	1	-2.39	-1.34	-1.78	-2.83	-2.12	-2.15	-2.56	-2.06	-2.64	-2.70
Phillips Ouliaris	2	-1.91	-1.79	-2.84	-2.06	-1.68	-1.31	-2.09	-1.29	-2.36	-2.17
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.31	-0.54	-1.63	-2.53	-1.30	-1.15	-3.11	-1.13	<b>-3.83 (95%)</b>	<b>-3.48 (95%)</b>
10%			<b>-3.83</b>				<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>	
5%			<b>-4.11</b>				<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>	
1%			<b>-4.73</b>				<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

Posteriormente, se aplica el test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) cuyos resultados se muestran en la tabla 111. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 111

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1)				
(DATOS:27)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>104.26</b>	<b>0.00</b>	<b>73.32</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	30.94	0.13	20.59	0.09
Como mucho 2	10.35	0.61	9.32	0.40
Como mucho 3	1.03	0.95	1.03	0.95
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)				
(DATOS:26)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>63.13</b>	<b>0.01</b>	<b>38.21</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	24.92	0.41	16.61	0.26
Como mucho 2	8.30	0.80	7.04	0.66
Como mucho 3	1.26	0.91	1.26	0.91
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)				
(DATOS:25)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>69.07</b>	<b>0.00</b>	<b>37.38</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	31.69	0.11	22.15	0.05
Como mucho 2	9.54	0.69	6.41	0.74
Como mucho 3	3.12	0.56	3.12	0.56

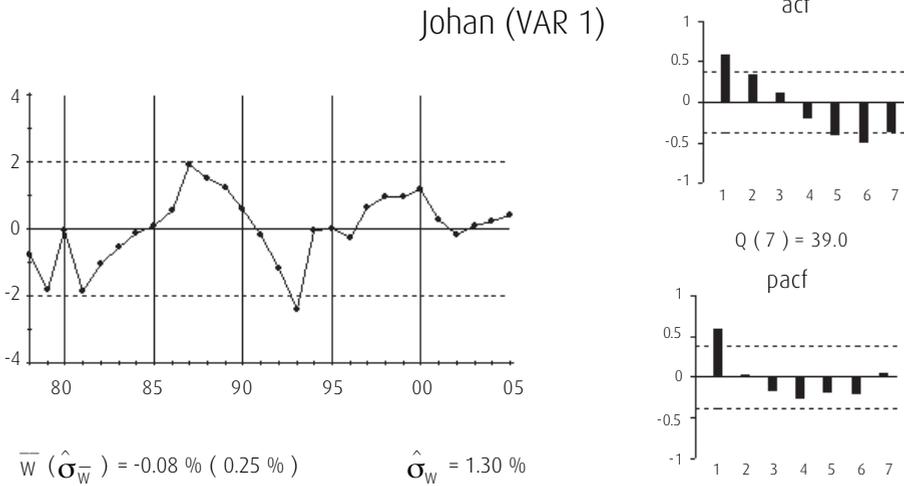
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

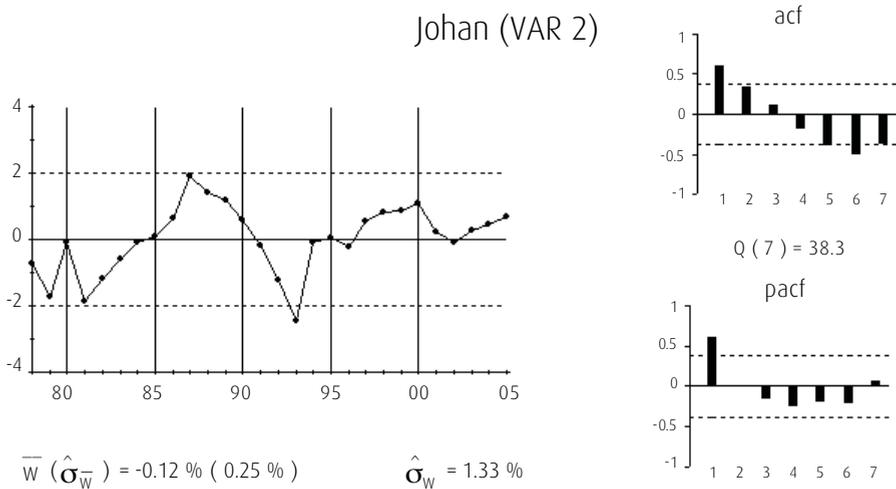
\*\*p-valores de Mackinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para todos los valores de ( $p$ ), el contraste sugiere una relación de cointegración. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. En todos ellos podemos apreciar que las relaciones presentan tendencia.

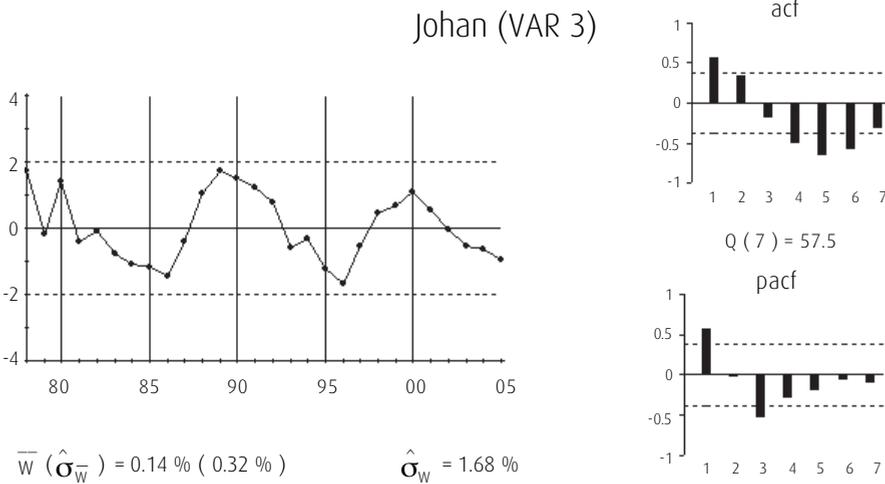
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_t} = \nabla \ln L_t + 0.07_{(0.18)} \nabla \ln \bar{K}_3 - 0.08_{(0.04)} \nabla \ln K_3 - 0.03_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)_t} = \nabla \ln Y_t - 0.02_{(0.04)} \nabla \ln L_t + 0.29_{(0.15)} \nabla \ln \bar{K}_3 - 0.14_{(0.03)} \nabla \ln K_3 - 0.03_{(0.01)}$$



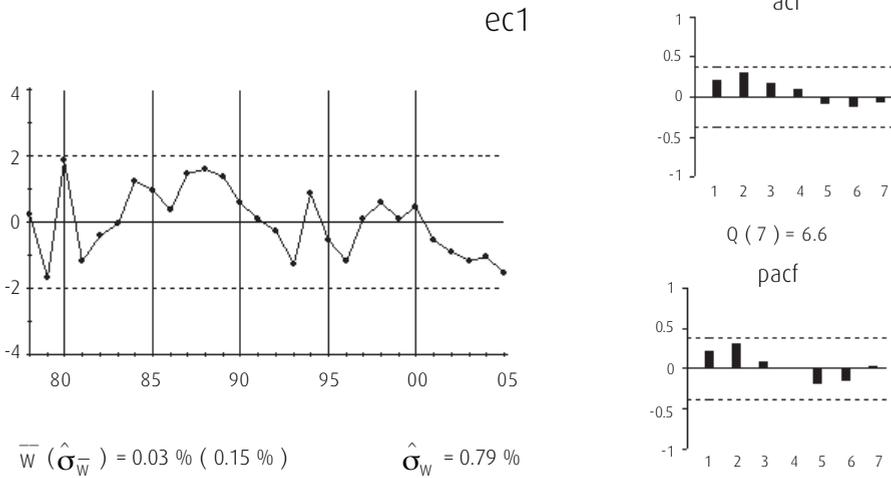
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_t} = \nabla \ln Y_t - 0.89_{(0.17)} \nabla \ln L_t + 1.73_{(0.51)} \nabla \ln \bar{K}_3 + 0.39_{(0.13)} \nabla \ln K_3 - 0.09_{(0.02)}$$



Por lo tanto, también en este caso, el contraste de Johansen muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{3t}, \nabla \ln \bar{K}_{3t})'$ , consecuentemente, se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el Gráfico 108. Esta relación es la misma que la encontrada en los estudios de cointegración de todos los capitales anteriormente analizados.

Gráfico 108

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )



$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [LV]$$

■ 6.1.5. Anexo XXV. Diagnósis del modelo estimado: capital agregado transporte ( $K_3$ )

La tabla 112 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables I(1). Se aprecia falta de coincidencia en el orden seleccionado, por lo que se decide estimar un modelo VEC(2) y analizar sus residuos.

Tabla 112

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (TRANSPORTE)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-24.13	-23.93
1	129.58	-29.33	-28.35
2	23.53	-29.54	-27.79
3	24.79	-30.33	-27.79

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 113) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 113

## CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC TRANSPORTE)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.24	0.30	0.28	0.19	0.05	0.15	0.27	0.09	0.23	0.25	0.29	0.21	0.08	0.15	0.14	0.11
2	-0.02	0.00	0.02	0.00	-0.06	0.01	-0.01	-0.11	-0.21	-0.10	-0.20	-0.26	0.07	0.06	0.12	-0.15
3	0.02	-0.05	-0.20	-0.14	-0.14	-0.22	-0.32	-0.33	-0.03	-0.02	-0.10	-0.09	0.14	0.00	0.00	-0.07
4	-0.18	-0.11	-0.29	-0.32	-0.38	-0.19	-0.36	-0.29	-0.16	-0.06	-0.19	-0.24	-0.28	-0.19	-0.32	-0.34
5	-0.19	-0.09	-0.16	-0.20	-0.25	-0.21	-0.25	-0.21	-0.37	-0.30	-0.35	<b>-0.44</b>	-0.18	-0.18	-0.24	-0.24

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 109 muestra los residuos, funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada serie de residuos.

Gráfico 109

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (TRANSPORTE)

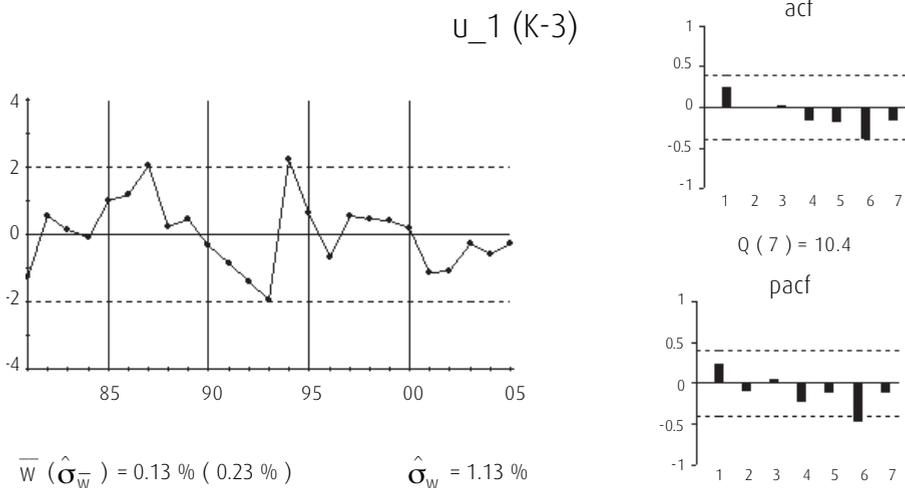
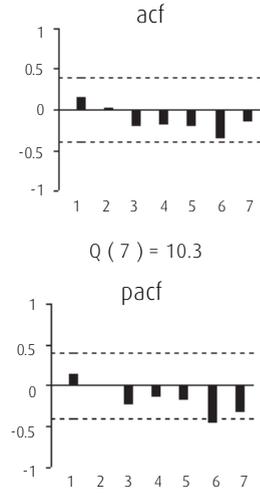
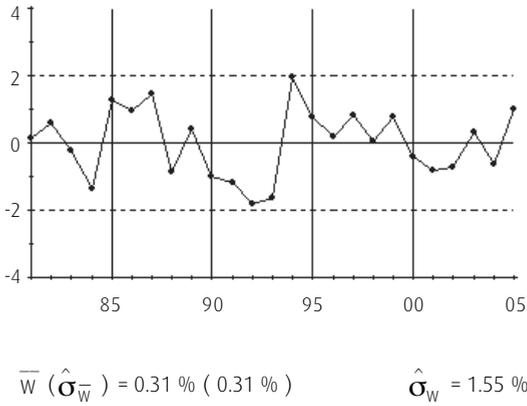


Grafico 109 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (TRANSPORTE)

u\_2 (K-3)



u\_3 (K-3)

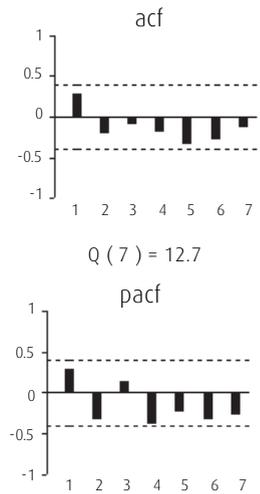
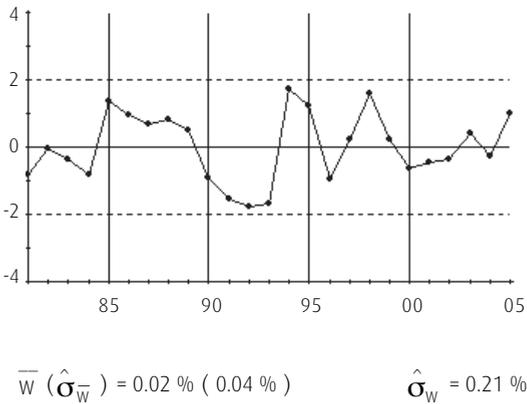
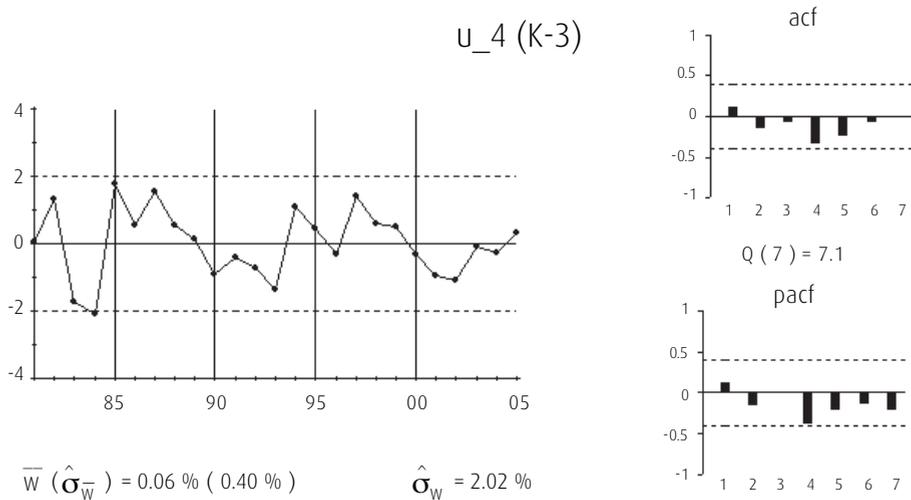


Gráfico 109 (continuación)

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (TRANSPORTE)



La tabla 114 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 114

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-29.28
1	-28.90
2	-29.14
3	-29.59

## ■ 6.2. CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR (K<sub>31</sub>)

### ■ 6.2.1. Estudio de la cointegración

Siguiendo la misma metodología que en los estudios anteriores, se aplica, en primer lugar el método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{31t}, \nabla \ln \bar{K}_{31t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los estudios anteriores, es decir,

relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) detecta, para cualquier orden del VAR seleccionado, una relación de cointegración, que gráficamente presentan tendencia, por lo que no son estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 341.

### ■ 6.2.2. Estimación del modelo

La tabla 115 recoge el modelo VEC elaborado a partir de los datos. Todos los coeficientes se han estimado de forma conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 347, al final de este capítulo.

Tabla 115

#### VEC ESTIMADO POR MCG (TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{k}_{31t}$	$\nabla^2 \ln K_{31t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.53 (0.15)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.26 (0.10)		-0.53 (0.20)
$\nabla^2 \ln \bar{k}_{31t-1}$			-0.71 (0.13)	
$\nabla^2 \ln K_{31t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		0.28 (0.09)		
$\nabla^2 \ln \bar{k}_{31t-2}$			-0.05 (0.13)	
$\nabla^2 \ln K_{31t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos ( $\rho$ ) es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.85 & 0.77 & 0.75 \\ & 1 & 0.83 & 0.69 \\ & & 1 & 0.62 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LVI}]$$

Dada la significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, en este caso se hace necesario hacer un segundo supuesto adicional. El capital transporte de vehículos a motor se ve afectado instantáneamente por su complementario según la ecuación [I] del MRC. Por lo que la matriz de diagonalización ( $P_{K_t}$ ) queda.

$$P_{K_t} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -7.0 & 1 \end{pmatrix}$$

Y la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.78 & -0.19 \\ & 1 & -5.78 & -0.18 \\ & & 1 & 0 \\ & & & -7.0 & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LVII}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 115 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 116.

Tabla 116

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t}$	$\nabla^2 \ln K_{3t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.53			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$	-0.10	1.16		0.53
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t-1}$	-2.69	-4.11	0.71	-4.97
$\nabla^2 \ln K_{3t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.28		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t-2}$	-0.18	-0.28	0.05	-0.34
$\nabla^2 \ln K_{3t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t}$	3.78	5.78		7.0
$\nabla^2 \ln K_{3t}$	0.19	0.18		

Cada columna representa una ecuación.

En este modelo, se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario y al *stock* de capital transporte de vehículos a motor, con el signo esperado, y de forma retardada, a éstos, al empleo, y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y del empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, a ambos capitales. El transporte de vehículos a motor responde de manera instantánea y de forma retardada, con los signos esperados, a su capital complementario, mientras que el capital complementario no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital transporte producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo y del PIB, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de capital transporte en vehículos a motor irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 117.

Tabla 117

### MODELO VAR ORTOGONALIZADO (TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{31t}$	$\nabla \ln K_{31t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.47			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.15	1.16		0.53
$\nabla \ln \bar{K}_{31t-1}$	-6.47	-9.89	1.71	-11.97
$\nabla \ln K_{31t-1}$	-0.19	-0.18		1.00
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$	0.10	-0.44		-0.53
$\nabla \ln \bar{K}_{31t-2}$	2.51	3.83	-0.66	4.64
$\nabla \ln K_{31t-2}$				
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.28		
$\nabla \ln \bar{K}_{31t-3}$	0.18	0.28	-0.05	0.34
$\nabla \ln K_{31t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{1t}$	3.78	5.78		7.0
$\nabla \ln K_{1t}$	0.19	0.18		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\begin{aligned} \pi_z(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 0.47B & -0.15B - 0.1B^2 \\ 0 & 1 - 1.16B + 0.44B^2 - 0.28B^3 \end{bmatrix} \\ -\pi_z(B)v_z(B) &= \begin{bmatrix} 6.47B - 2.51B^2 - 0.18B^3 - 3.78 & 0.19B - 0.19 \\ 9.89B - 3.83B^2 - 0.28B^3 - 5.78 & 0.18B - 0.18 \end{bmatrix} \\ -P_{K_t}\pi_K(B)v_K(B) &= \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -0.53B + 0.53B^2 \end{bmatrix} \quad [\text{LVIII}] \\ P_{K_t}\pi_K(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 1.71B + 0.66B^2 + 0.05B^3 & 0 \\ 11.97B - 4.64B^2 - 0.34B^3 - 7 & \nabla \end{bmatrix} \\ P_{K_t} = I; Z_t &= \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{31t} \\ \nabla \ln K_{31t} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

### ■ 6.2.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital transporte de vehículos a motor ( $K_{31}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 118 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{31t}$ ,  $\ln \bar{K}_{31t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{31t}$ . La tabla 119 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 118

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{3-1}$	$\ln K_3$
1	0.19	0.18	0.00	1.00
2	0.14	0.23	0.00	1.09
3	0.12	0.19	0.00	1.12
4	0.10	0.17	0.00	1.10
5	0.09	0.17	0.00	1.09
6	0.08	0.18	0.00	1.09
7	0.08	0.18	0.00	1.09
8	0.08	0.17	0.00	1.09
9	0.08	0.17	0.00	1.09

Tabla 118 (continuación)

**FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR**

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{3-1}$	$\ln K_3$
10	0.08	0.17	0.00	1.09
11	0.08	0.17	0.00	1.09
12	0.08	0.17	0.00	1.09
13	0.08	0.17	0.00	1.09
14	0.08	0.17	0.00	1.09
15	0.08	0.17	0.00	1.09
16	0.08	0.17	0.00	1.09
17	0.08	0.17	0.00	1.09
18	0.08	0.17	0.00	1.09
19	0.08	0.17	0.00	1.09
20	0.08	0.17	0.00	1.09

Tabla 119

**BANDAS DE CONFIANZA A LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR**

BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)								
PERÍODO	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{3-1})$	$\sigma_2(\bar{K}_{3-1})$	$\sigma_1(K_{3-1})$	$\sigma_2(K_{3-1})$
1	0.06	0.31	-0.03	0.31	0.00	0.00	0.68	1.15
2	0.03	0.22	-0.04	0.42	0.00	0.00	0.68	1.31
3	0.01	0.20	-0.03	0.37	0.00	0.00	0.68	1.37
4	0.00	0.18	-0.03	0.32	0.00	0.00	0.68	1.35
5	0.00	0.17	-0.03	0.32	0.00	0.00	0.68	1.33
6	0.00	0.16	-0.03	0.32	0.00	0.00	0.68	1.33
7	0.00	0.16	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33
8	0.00	0.16	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33
9	0.00	0.16	-0.03	0.32	0.00	0.00	0.68	1.33
10	0.00	0.15	-0.03	0.32	0.00	0.00	0.68	1.33
11	0.00	0.15	-0.03	0.32	0.00	0.00	0.68	1.33
12	0.00	0.15	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33
13	0.00	0.15	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33
14	0.00	0.15	-0.03	0.32	0.00	0.00	0.68	1.33
15	0.00	0.15	-0.03	0.32	0.00	0.00	0.68	1.33

Tabla 119 (continuación)

### BANDAS DE CONFIANZA A LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR

PERÍODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{3-1})$	$\sigma_2(\bar{K}_{3-1})$	$\sigma_1(K_{3-1})$	$\sigma_2(K_{3-1})$
16	0.00	0.15	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33
17	0.00	0.15	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33
18	0.00	0.15	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33
19	0.00	0.15	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33
20	0.00	0.15	-0.03	0.33	0.00	0.00	0.68	1.33

La inercia y los efectos de retroalimentación, hacen que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de transporte de vehículos a motor, se convierta rápidamente, al cabo de un periodo, en 1.09pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.08pp y 0.17pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.08% y la del empleo en el 0.16%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

Tanto el PIB como el empleo reaccionan instantáneamente, alcanzando su nivel de equilibrio, por tanto se puede decir que el ajuste del PIB y del empleo es inmediato.

El gráfico 110, gráfico 111, y gráfico 112, muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 110

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR

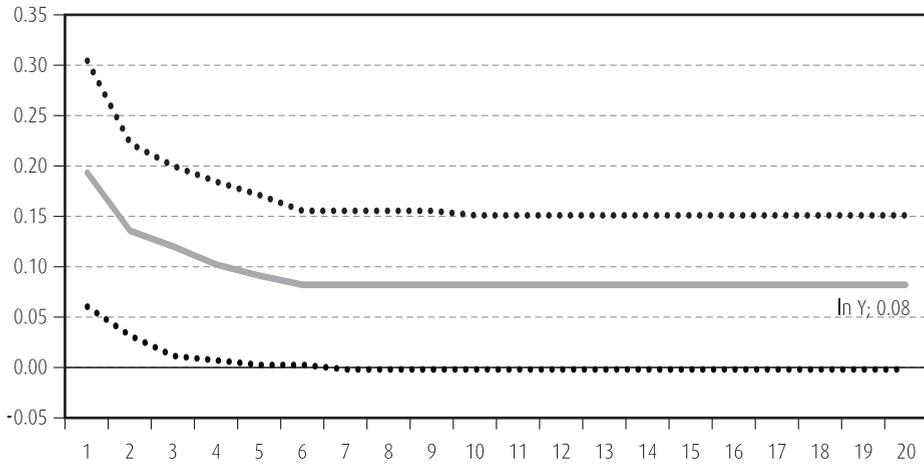


Gráfico 111

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR

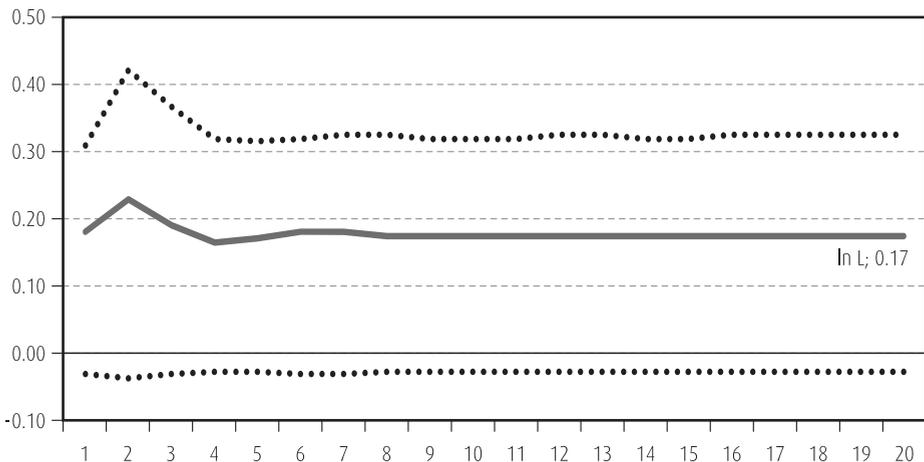
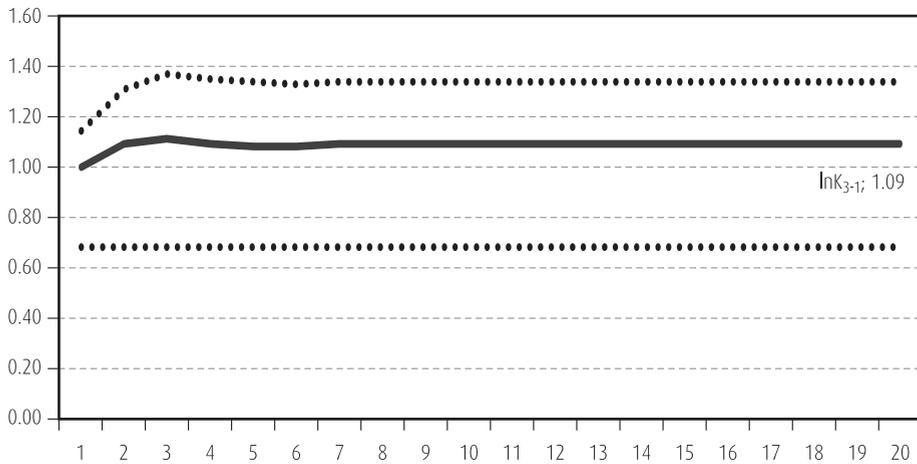


Gráfico 112

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL

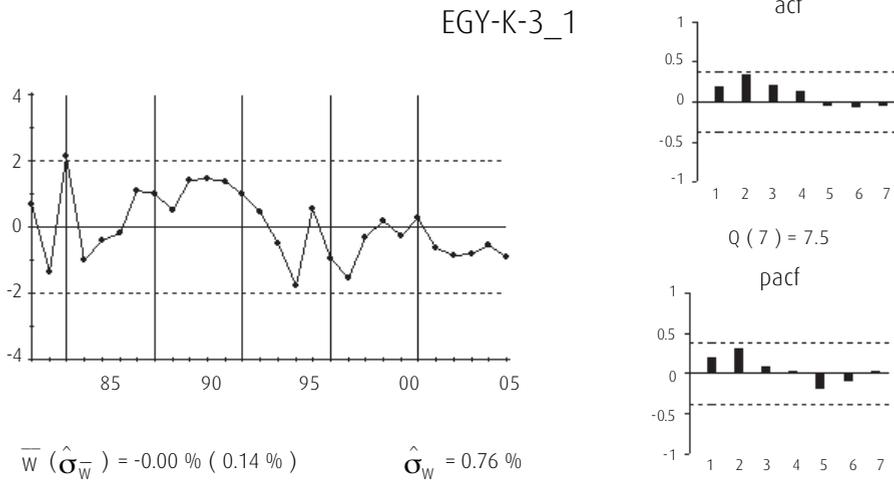


#### ■ 6.2.4. Anexo XXVI. Estudio de la cointegración: capital transporte de vehículos a motor ( $K_{31t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{31t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{31t}$ , se detecta formalmente una sola relación de cointegración (gráfico 113), de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso).

Gráfico 113

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB  
RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL  
TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR Y SU CAPITAL  
COMPLEMENTARIO



A continuación, se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 120, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Tabla 120

## TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (TRANSPORTE VEHÍCULOS A MOTOR)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)		
	EGY	EGL	EGC	EG0Ivm	EGY_Ivm	EGY_C	EGY_L	EGY_C_Ivm	EGY_C_L
RETARDOS	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	-4.13 (95%)	-2.32	-1.37	-4.14 (95%)	-3.81 (95%)	-2.85	-3.85 (95%)	-2.86
Críticos	1	-2.12	-1.49	-2.18	-2.10	-2.10	-2.31	-2.06	-2.40
Phillips Ouliaris	2	-1.69	-1.88	-4.38	-1.03	-1.32	-1.90	-1.29	-1.92
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.31	-0.27	-2.30	-1.22	-1.19	-2.11	-1.13	-2.30
10%						<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>
5%						<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>
1%						<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

Posteriormente, se aplica el test de Johansen (Johansen, 1988, 1991), cuyos resultados se muestran en la tabla 121. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 121

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1)				
(DATOS:27)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>101.22</b>	<b>0.00</b>	<b>70.03</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	31.20	0.13	21.28	0.07
Como mucho 2	9.92	0.65	8.66	0.47
Como mucho 3	1.26	0.91	1.26	0.91
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)				
(DATOS:26)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>58.00</b>	<b>0.02</b>	<b>41.17</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	16.23	0.89	10.87	0.76
Como mucho 2	5.96	0.95	3.83	0.97
Como mucho 3	2.13	0.75	2.13	0.75
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)				
(DATOS:25)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>69.87</b>	<b>0.00</b>	<b>39.58</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	30.29	0.15	21.08	0.07
Como mucho 2	9.21	0.72	5.61	0.83
Como mucho 3	3.61	0.47	3.61	0.47

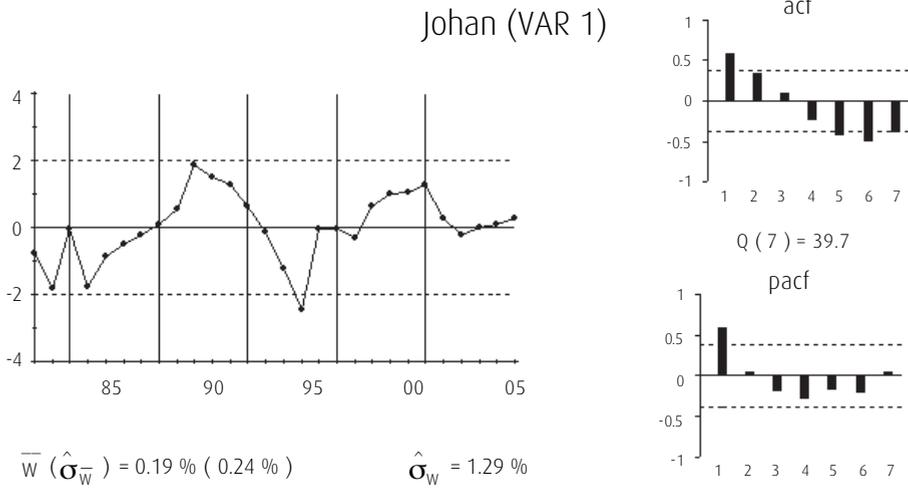
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

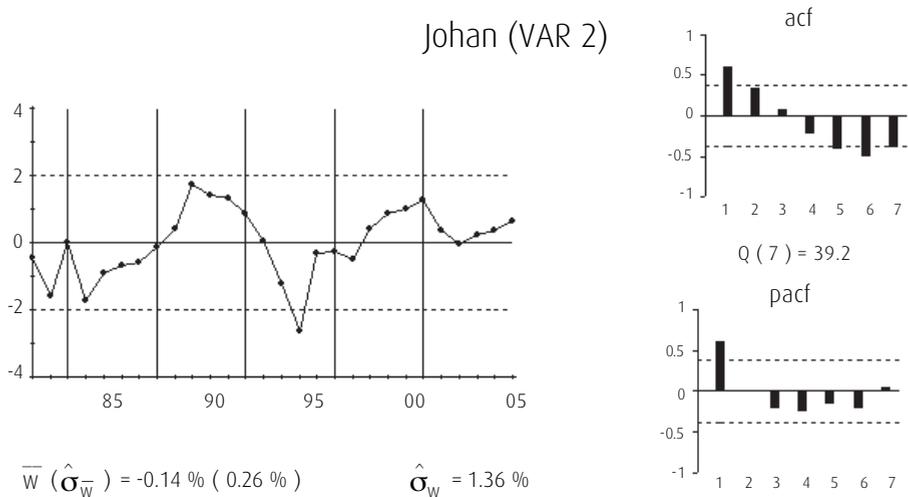
\*\*p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para todos los valores de  $p$ , el contraste sugiere una relación de cointegración. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas, en los que se puede ver que todas ellas presentan clara tendencia.

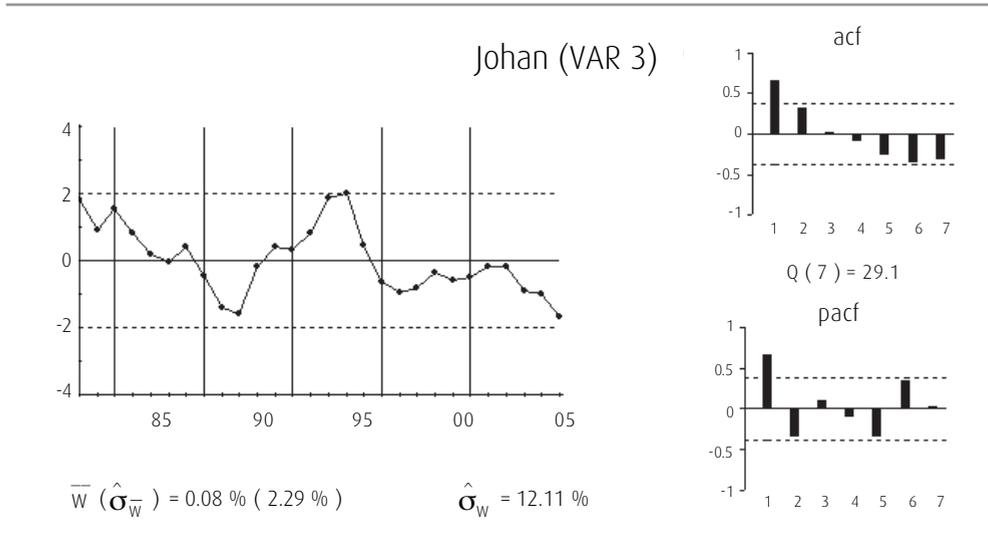
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)_t} = \nabla \ln Y_t - 0.07_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.08_{(0.15)} \nabla \ln \bar{K}_{31} \\ - 0.03_{(0.03)} \nabla \ln K_{31} - 0.02_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)_t} = \nabla \ln Y_t - 0.03_{(0.05)} \nabla \ln L_t + 0.41_{(0.14)} \\ \nabla \ln \bar{K}_{31} - 0.06_{(0.02)} \nabla \ln K_{31} - 0.04_{(0.00)}$$

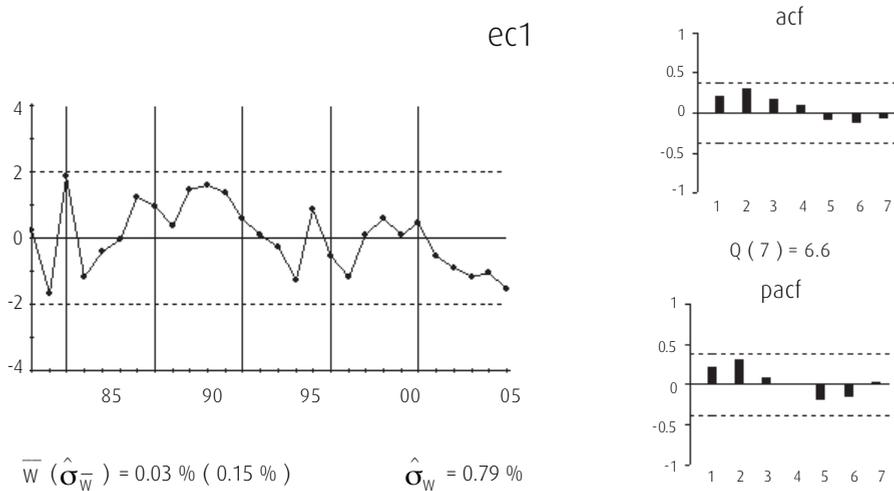


$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)_t} = \nabla \ln Y_t - 6.94_{(1.05)} \nabla \ln L_t + 8.59_{(2.58)} \\ \nabla \ln \bar{K}_{31} + 1.68_{(0.41)} \nabla \ln K_{31} - 0.30_{(0.09)}$$



También en este caso, el contraste de Johansen muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{31t}, \nabla \ln \bar{K}_{31t})'$ , por lo tanto, se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 114. Esta relación de cointegración es la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 114

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)}$$

### 6.2.5. Anexo XXVII. Diagnóstico del modelo estimado: capital transporte de vehículos a motor ( $K_{31t}$ )

La tabla 122 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR para el vector de variables  $I(1)$ . Se aprecia falta de coincidencia, por lo que se decide estimar un modelo VEC(2) y analizar sus residuos.

Tabla 122

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES $I(1)$ (TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-23.18	-22.98
1	129.96	-28.40	-27.42
2	26.72	-28.79	-27.03
3	23.87	-29.49	-26.96

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 123) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 123

**CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR)**

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.23	0.28	0.32	0.10	0.10	0.14	0.34	-0.07	0.24	0.20	0.31	0.06	0.28	0.26	0.28	0.20
2	-0.04	-0.02	0.03	0.12	-0.06	0.00	-0.02	0.05	-0.20	-0.09	-0.21	-0.06	-0.06	0.06	-0.02	-0.09
3	0.01	-0.07	-0.25	-0.06	-0.17	-0.21	-0.40	-0.20	-0.05	-0.01	-0.16	-0.04	-0.01	-0.06	-0.10	-0.16
4	-0.17	-0.14	-0.29	<b>-0.45</b>	-0.31	-0.18	-0.31	-0.37	-0.11	-0.09	-0.17	<b>-0.42</b>	-0.12	-0.18	-0.17	-0.32
5	-0.15	-0.10	-0.14	-0.14	-0.18	-0.21	-0.21	-0.23	-0.33	-0.32	-0.31	-0.40	-0.06	-0.16	-0.28	-0.06

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 115 muestra las series de residuos junto con sus funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada una de las series de residuos.

Gráfico 115

**RESIDUOS DEL MODELO VEC (TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR)**

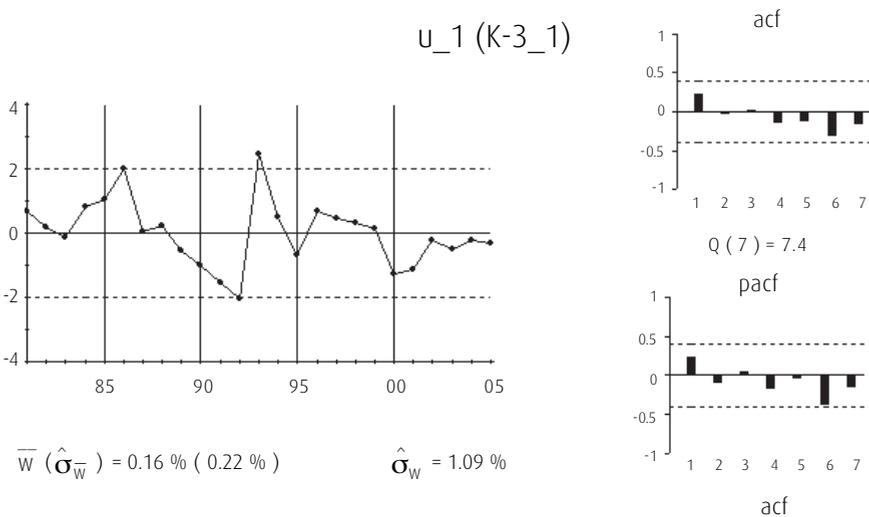


Gráfico 115 (continuación)

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR)

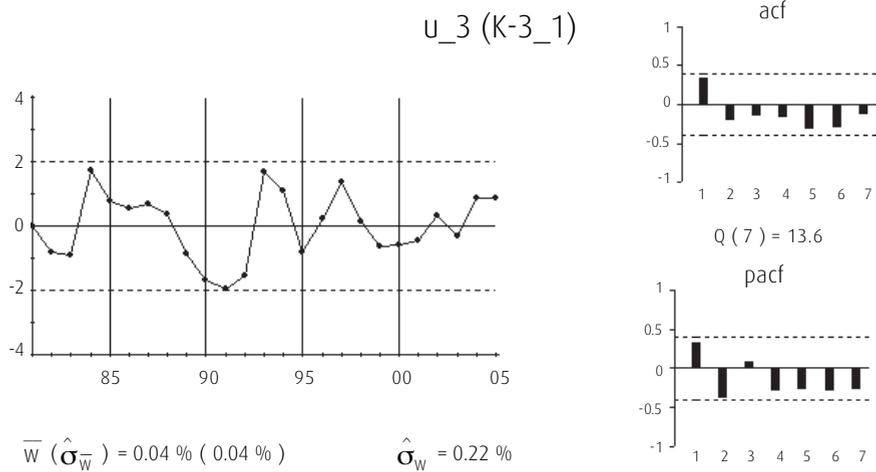
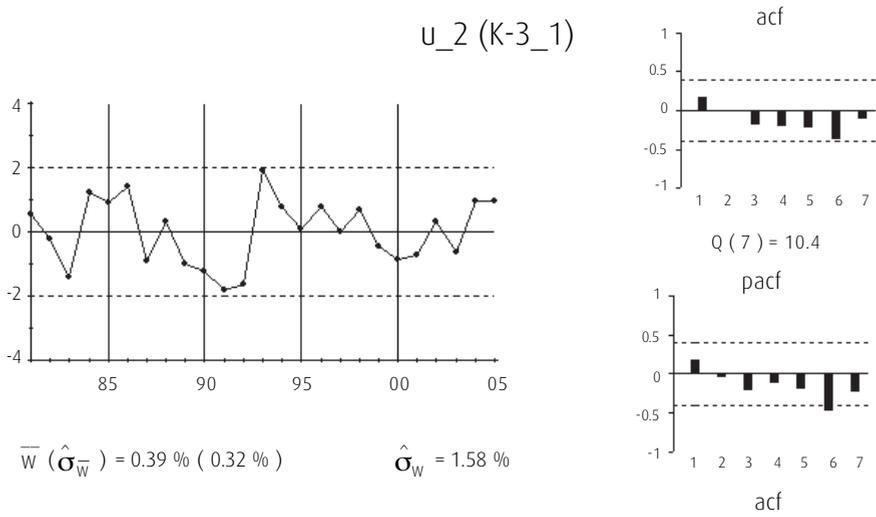
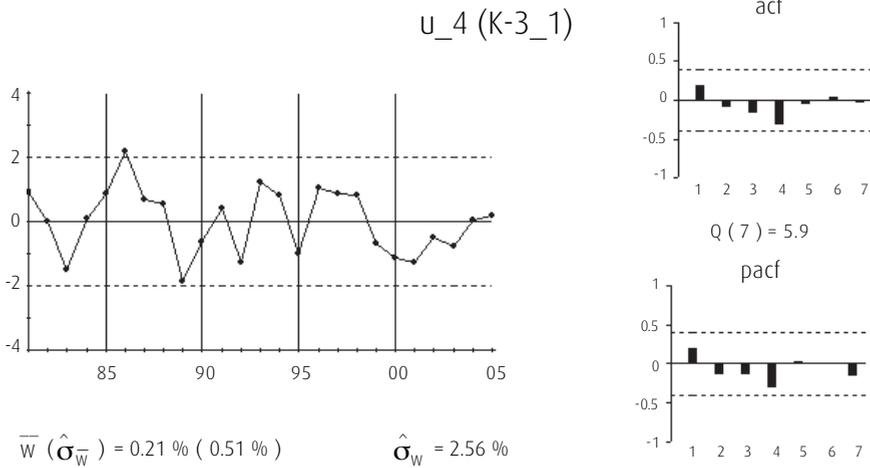


Grafico 115 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (TRANSPORTE DE VEHÍCULOS A MOTOR)



La tabla 124 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 124

AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-28.37
1	-27.83
2	-27.85
3	-29.28

■ 6.3. CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE ( $K_{32t}$ )

■ 6.3.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{32t}, \nabla \ln \bar{K}_{32t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. Se contrasta por el método

de Johansen (Johansen, 1988, 1991) la posible presencia de relaciones de cointegración adicionales. No obstante, éste detecta relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 358.

### ■ 6.3.2. Estimación del modelo

El modelo VEC elaborado a partir de los datos se muestra en la tabla 125. Los coeficientes se han estimado de manera conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se detalla en el anexo de la página 365.

Tabla 125

#### VEC ESTIMADO POR MCG (OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t}$	$\nabla^2 \ln K_{32t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.64 (0.16)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		-0.21 (0.10)		0.68 (0.24)
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t-1}$			-0.69 (0.08)	6.34 (1.46)
$\nabla^2 \ln K_{32t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.26 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{32t-2}$				0.34 (0.15)

Cada columna representa una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.82 & 0.40 \\ & 1 & 0.83 & 0.55 \\ & & 1 & 0.47 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LIX}]$$

Dada la significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, en este caso se hace necesario hacer un segundo supuesto adicional. El capital transporte de vehículos a motor se ve afectado instantáneamente por su complementario según la ecuación [I] del MRC. Por lo que la matriz de diagonalización ( $P_{Kt}$ ) queda.

$$P_{Kt} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -4.17 & 1 \end{pmatrix}$$

Y la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -4.04 & -0.01 \\ & 1 & -5.78 & -0.16 \\ & & 1 & 0 \\ & & & -4.17 & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LX}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 125 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 126.

Tabla 126

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t}$	$\nabla^2 \ln K_{32t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.64			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.32		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t-1}$	-2.81	-4.99	0.69	-0.68
$\nabla^2 \ln K_{32t-1}$				3.48
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.26		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t-2}$				
$\nabla^2 \ln K_{32t-2}$		0.05		-0.34
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{32t}$	4.04	5.78		4.17
$\nabla^2 \ln K_{22t}$	0.01	0.16		

Cada columna representa una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario y al *stock* de capital otro material de transporte, con el signo esperado, y de forma retardada, al capital complementario y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente, con los signos esperados, a los dos tipos de capital, y de forma retardada al *stock* de capital complementario. El capital otro material de transporte responde, de forma instantánea y retardada, a su capital complementario, mientras que éste no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital otro material de transporte producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo y en la producción, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de capital otro material de transporte irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior viene recogida en la tabla 127.

Tabla 127

## MODELO VAR ORTOGONALIZADO (OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{32t}$	$\nabla \ln K_{32t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.36			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.30	1.32		-0.68
$\nabla \ln \bar{K}_{32t-1}$	-6.85	-10.77	1.69	-0.69
$\nabla \ln K_{32t-1}$	-0.01	-0.16		1.00
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.58		0.68
$\nabla \ln \bar{K}_{32t-2}$	2.81	4.99	-0.69	-3.48
$\nabla \ln K_{32t-2}$		0.05		-0.34
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.26		
$\nabla \ln \bar{K}_{32t-3}$				
$\nabla \ln K_{32t-3}$		-0.05		0.34
$\nabla \ln \bar{K}_{32t}$	4.04	5.78		4.17
$\nabla \ln K_{32t}$	0.01	0.16		

Cada columna representa a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\begin{aligned} \pi_z(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 0.36B & -0.30B \\ 0 & 1 - 1.32B + 0.58B^2 - 0.26B^3 \end{bmatrix} \\ -\pi_z(B)v_z(B) &= \begin{bmatrix} 6.85B - 2.81B^2 - 4.04 & 0.01B - 0.01 \\ 10.77B - 4.99B^2 - 5.78 & 0.16B - 0.05B^2 + 0.05B^3 - 0.16 \end{bmatrix} \\ -P_{K_t}\pi_K(B)v_K(B) &= \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0.68B - 0.68B^2 \end{bmatrix} \\ P_{K_t}\pi_K(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 1.69B + 0.69B^2 & 0 \\ 0.69B + 3.48B^2 - 4.17 & 1 - B + 0.34B^2 - 0.34B^3 \end{bmatrix} \\ P_{K_t} = I; Z_t &= \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{32t} \\ \nabla \ln K_{32t} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad [LXI]$$

### ■ 6.3.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital otro material de transporte ( $K_{32t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 128 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{32t}$ ,  $\ln \bar{K}_{32t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{32t}$ . La tabla 129 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 128

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{3-2}$	$\ln K_{3-2}$
1	0.01	0.16	0.00	1.00
2	0.05	0.20	0.00	0.89
3	0.08	0.16	0.00	0.53
4	0.08	0.15	0.00	0.59
5	0.07	0.15	0.00	0.73
6	0.07	0.16	0.00	0.70
7	0.07	0.16	0.00	0.65
8	0.07	0.16	0.00	0.66
9	0.07	0.16	0.00	0.68

Tabla 128 (continuación)

**FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE  
EN EL STOCK DE CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE**

PERÍODO	lnY	lnL	$\text{Ln}\bar{K}_{2-7}$	$\text{Ln}K_{2-7}$
10	0.07	0.16	0.00	0.68
11	0.07	0.16	0.00	0.67
12	0.07	0.16	0.00	0.67
13	0.07	0.16	0.00	0.67
14	0.07	0.16	0.00	0.67
15	0.07	0.16	0.00	0.67
16	0.07	0.16	0.00	0.67
17	0.07	0.16	0.00	0.67
18	0.07	0.16	0.00	0.67
19	0.07	0.16	0.00	0.67
20	0.07	0.16	0.00	0.67

Tabla 129

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA  
A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL  
OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE**

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{3-2})$	$\sigma_2(\bar{K}_{3-2})$	$\sigma_1(K_{3-2})$	$\sigma_2(K_{3-2})$
1	-0.18	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.66	1.15
2	-0.02	0.13	0.03	0.42	0.00	0.00	0.53	1.02
3	0.01	0.17	0.03	0.35	0.00	0.00	0.12	0.84
4	0.01	0.16	0.03	0.33	0.00	0.00	0.25	0.84
5	0.01	0.16	0.03	0.33	0.00	0.00	0.48	0.87
6	0.01	0.15	0.03	0.34	0.00	0.00	0.42	0.86
7	0.01	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.30	0.86
8	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.36	0.86
9	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.41	0.86
10	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.40	0.86
11	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.37	0.86
12	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.38	0.86
13	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.40	0.86
14	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.39	0.86
15	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.38	0.86

Tabla 129 (continuación)

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA  
A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL  
OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE**

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{3-2})$	$\sigma_2(\bar{K}_{3-2})$	$\sigma_1(K_{3-2})$	$\sigma_2(K_{3-2})$
16	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.38	0.86
17	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.39	0.86
18	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.38	0.86
19	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.38	0.86
20	0.02	0.16	0.03	0.34	0.00	0.00	0.38	0.86

A largo plazo, el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de otro material de transporte, se convierte, al cabo de 10 años en 0.67pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.07pp y 0.16pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.11% y la del empleo en el 0.24%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

Tanto el empleo como el PIB reaccionan instantáneamente. A continuación lo hace el capital otro material de transporte. Al cabo de tres años, tanto la producción como el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 116, gráfico 117, y gráfico 118 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 116

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE

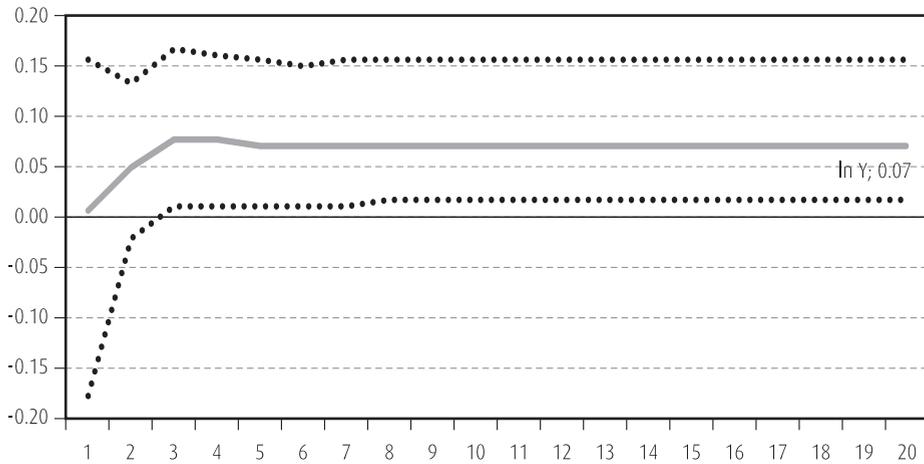


Gráfico 117

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE

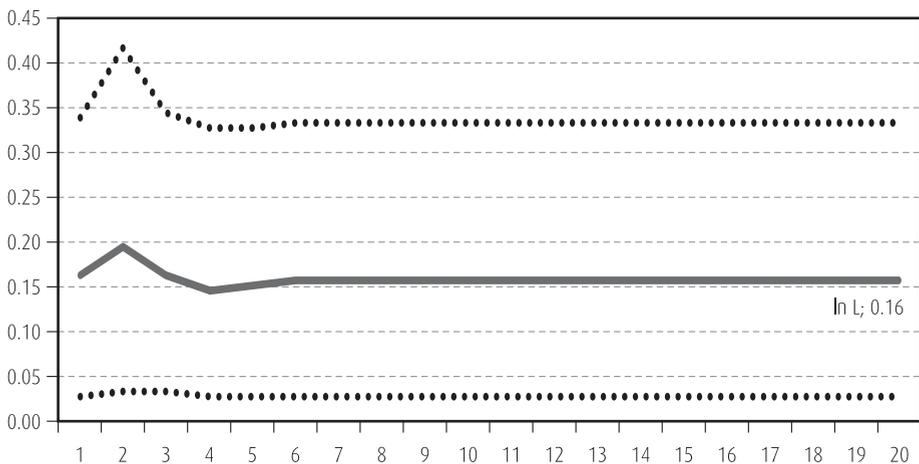
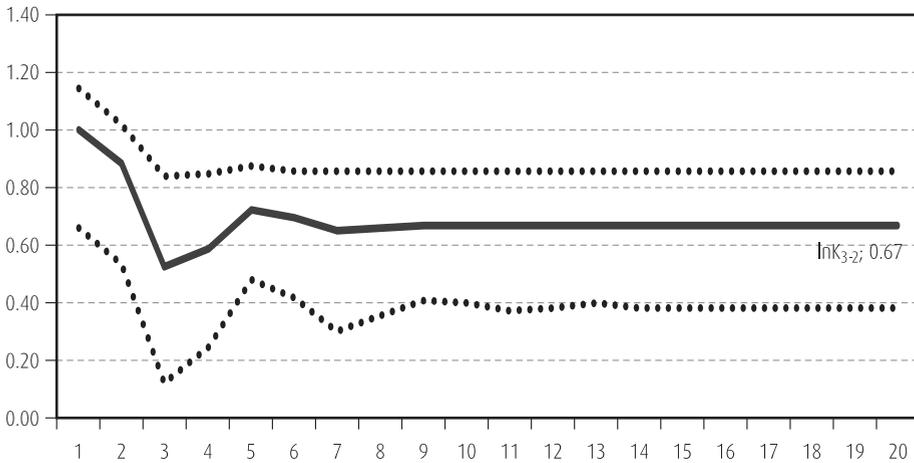


Gráfico 118

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL



#### ■ 6.3.4. Anexo XXVIII. Estudio de la cointegración: capital otro material de transporte ( $K_{32t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987)] para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{32t}$ ,  $\nabla \ln \bar{K}_{32t}$ , se detectan formalmente dos relaciones de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero al igual que en los análisis anteriores, una de ellas claramente no estacionaria (gráfico 120). Por lo tanto, se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 119) y confiar en el análisis gráfico.

A continuación y tomando como relación de cointegración la segunda (gráfico 119), se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 140, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Gráfico 119

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

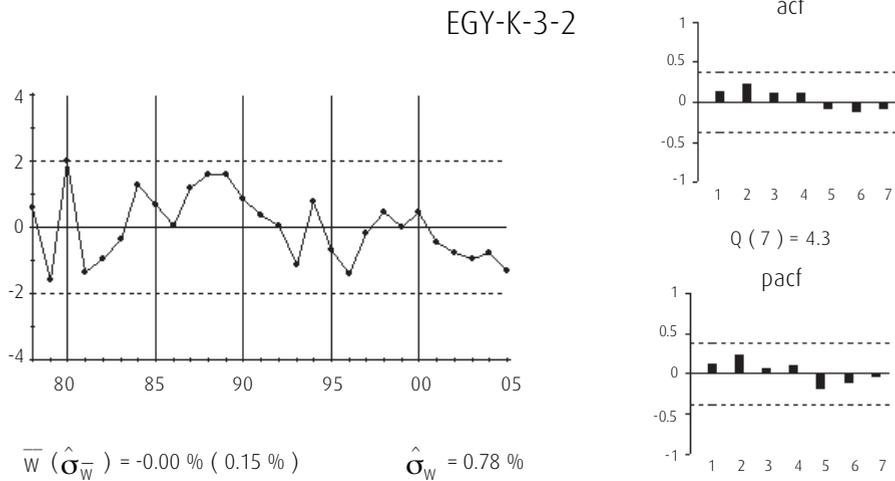


Gráfico 120

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

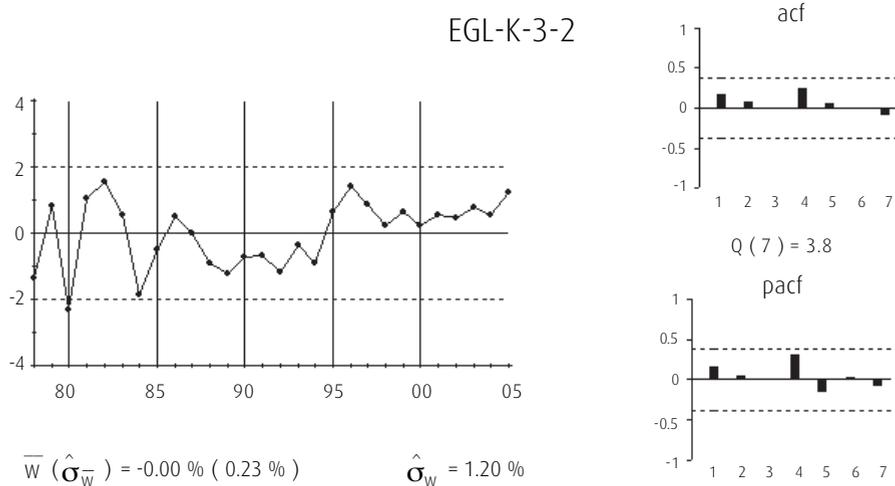


Tabla 130

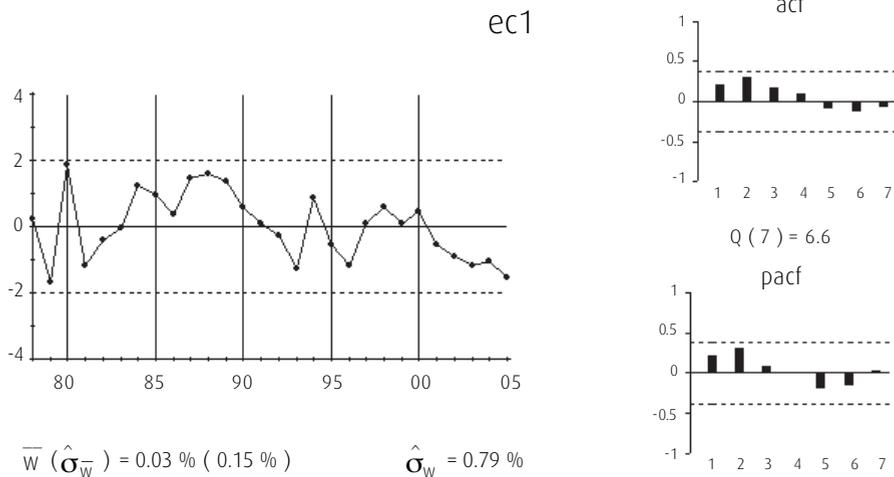
## TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGL Y GRANGER (OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)			
	EGY	EGL	EGC	EG0to	EGY_To	EGY_C	EGY_L	EGY_C_1o	EGY_To_L	EGY_C_L
REIARDOS	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	<b>-4.31 (95%)</b>	-2.78	-2.99	<b>-4.14 (95%)</b>	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.76	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.56	-2.41
Críticos	1	-2.38	-2.79	-3.71	-2.10	-2.03	-2.66	-2.06	-2.68	-2.48
Phillips Ouliaris	2	-1.78	-2.84	-2.40	-1.65	-1.30	-2.46	-1.29	-2.35	-2.56
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.25	-0.79	-2.24	-1.30	-1.14	-3.52	-1.13	<b>-3.89 (95%)</b>	<b>-3.47 (95%)</b>
10%						<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>	
5%						<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>	
1%						<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 121) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 121

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0,05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0,001)} \quad [\text{LXII}]$$

Posteriormente, se aplica el test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) sus resultados se muestran en la tabla 131. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 131

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0  
(VAR 1)

(DATOS:27)

H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>110.41</b>	<b>0.00</b>	<b>72.39</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>38.02</b>	<b>0.02</b>	<b>24.06</b>	<b>0.03</b>
Como mucho 2	13.96	0.29	9.90	0.34
Como mucho 3	4.06	0.40	4.06	0.40

Tabla 131 (continuación)

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)					(DATOS:26)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>60.91</b>	<b>0.01</b>	<b>31.08</b>	<b>0.02</b>	
Como mucho 1	29.83	0.17	17.70	0.19	
Como mucho 2	12.13	0.44	10.43	0.30	
Como mucho 3	1.69	0.84	1.69	0.84	
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)					(DATOS:25)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>68.34</b>	<b>0.00</b>	<b>35.53</b>	<b>0.01</b>	
Como mucho 1	32.81	0.09	16.73	0.25	
Como mucho 2	16.08	0.17	10.51	0.29	
Como mucho 3	5.57	0.23	5.57	0.23	

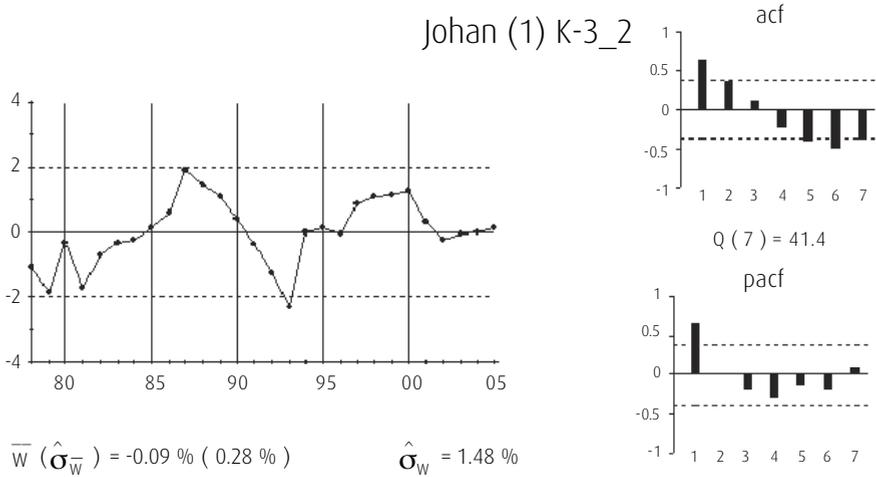
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

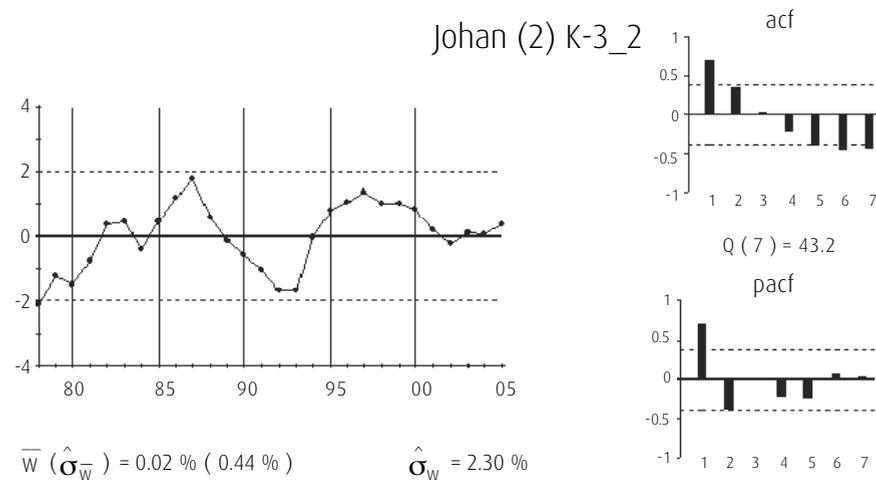
\*\*p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para el valor de  $p = 2$ , el contraste sugiere que no hay relaciones de cointegración, cuando se mantienen las mismas variables de PIB y empleo en tasas de crecimiento de las que consta la relación de cointegración encontrada por en el análisis de otros capitales. Para los valores de  $p = 1$  y  $3$  en contraste sugiere dos relaciones de cointegración. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y, la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

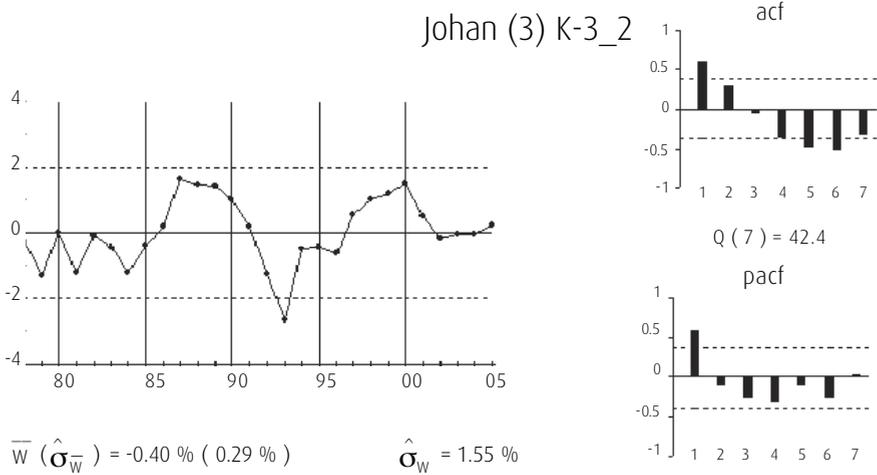
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.57_{(0.16)} \nabla \ln \bar{K}_{32t} + 0.01_{(0.03)} \nabla \ln K_{32t} - 0.008_{(0.005)}$$



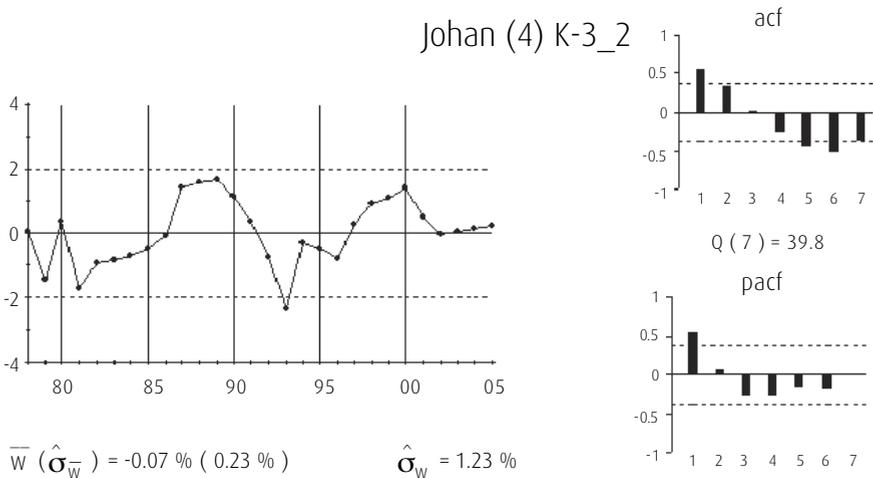
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 3.78_{(0.56)} \nabla \ln \bar{K}_{32t} + 0.15_{(0.10)} \nabla \ln K_{32t} + 0.11_{(0.02)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t + 0.01_{(0.09)} \nabla \ln L_t - 0.24_{(0.36)} \nabla \ln \bar{K}_{32t} + 0.18_{(0.04)} \nabla \ln K_{32t} - 0.03_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)} = \nabla \ln Y_t - 0.23_{(0.05)} \nabla \ln L_t + 0.70_{(0.21)} \nabla \ln \bar{K}_{32t} + 0.02_{(0.03)} \nabla \ln K_{32t} - 0.05_{(0.01)}$$



Como el contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{32t}, \nabla \ln \bar{K}_{32t})'$ , se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 121.

### ■ 6.3.5. Anexo XXIX. Diagnóstico del modelo estimado: capital otro material de transporte ( $K_{32t}$ )

La tabla 132 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR en el vector de variables I(1). En este caso se aprecia falta de coincidencia por lo que se decide sobreparametrizar y estimar un modelo VEC(2). El análisis de sus residuos y la significatividad de sus parámetros mostrarán si el modelo es adecuado.

Tabla 132

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-23.51	-23.31
1	126.21	-28.54	-27.57
2	25.15	-28.83	-27.08
3	19.30	-29.16	-26.63

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 133) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 133

#### CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.22	0.29	0.23	0.20	0.09	0.19	0.23	0.22	0.23	0.24	0.24	0.28	-0.02	0.18	0.00	0.06
2	-0.03	-0.01	0.01	-0.08	-0.08	-0.01	-0.03	-0.21	-0.19	-0.08	-0.19	-0.31	0.06	0.07	0.19	-0.27
3	0.02	-0.05	-0.17	-0.20	-0.14	-0.23	-0.31	-0.33	0.00	-0.02	-0.05	-0.19	0.13	-0.01	0.03	0.06
4	-0.18	-0.10	-0.32	-0.05	-0.37	-0.19	-0.38	-0.03	-0.15	-0.07	-0.22	0.04	-0.31	-0.24	-0.41	-0.30
5	-0.19	-0.10	-0.18	-0.13	-0.25	-0.22	-0.26	-0.08	-0.33	-0.28	-0.37	-0.22	-0.27	-0.25	-0.23	-0.16

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 122 muestra los residuos, funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada serie de residuos.

Gráfico 122

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE)

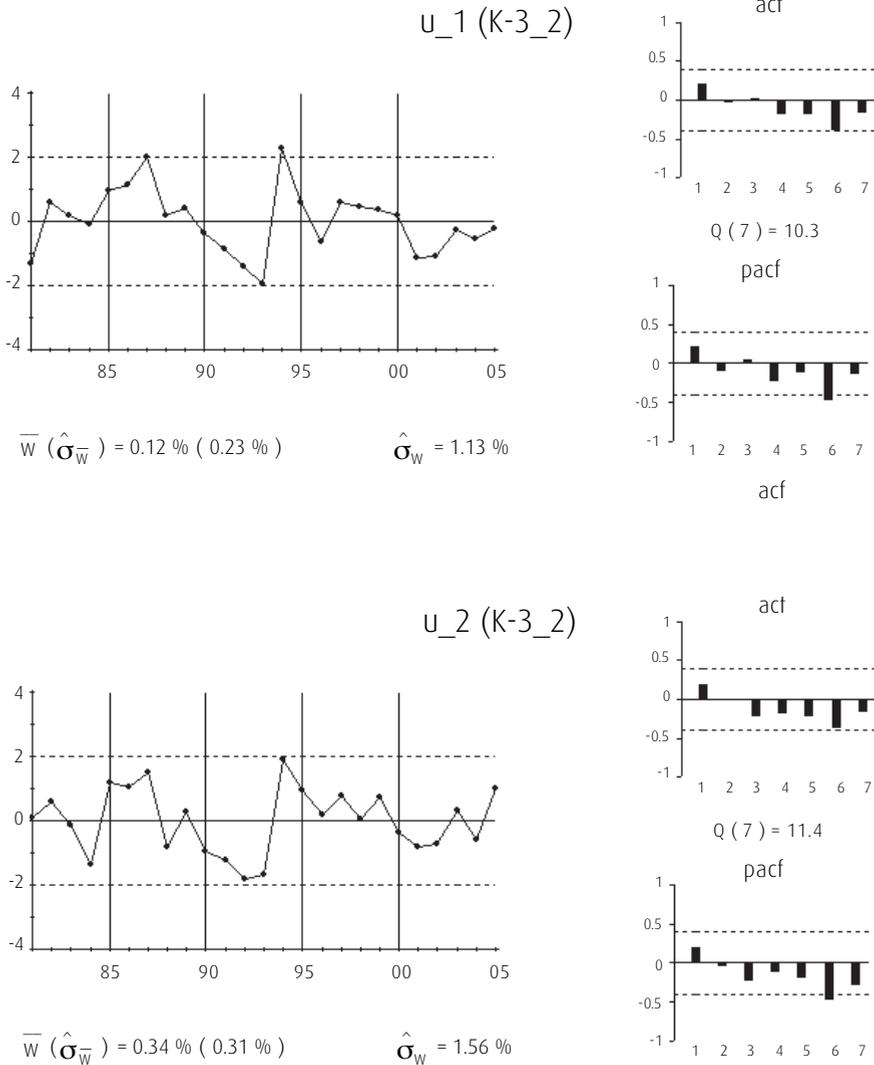
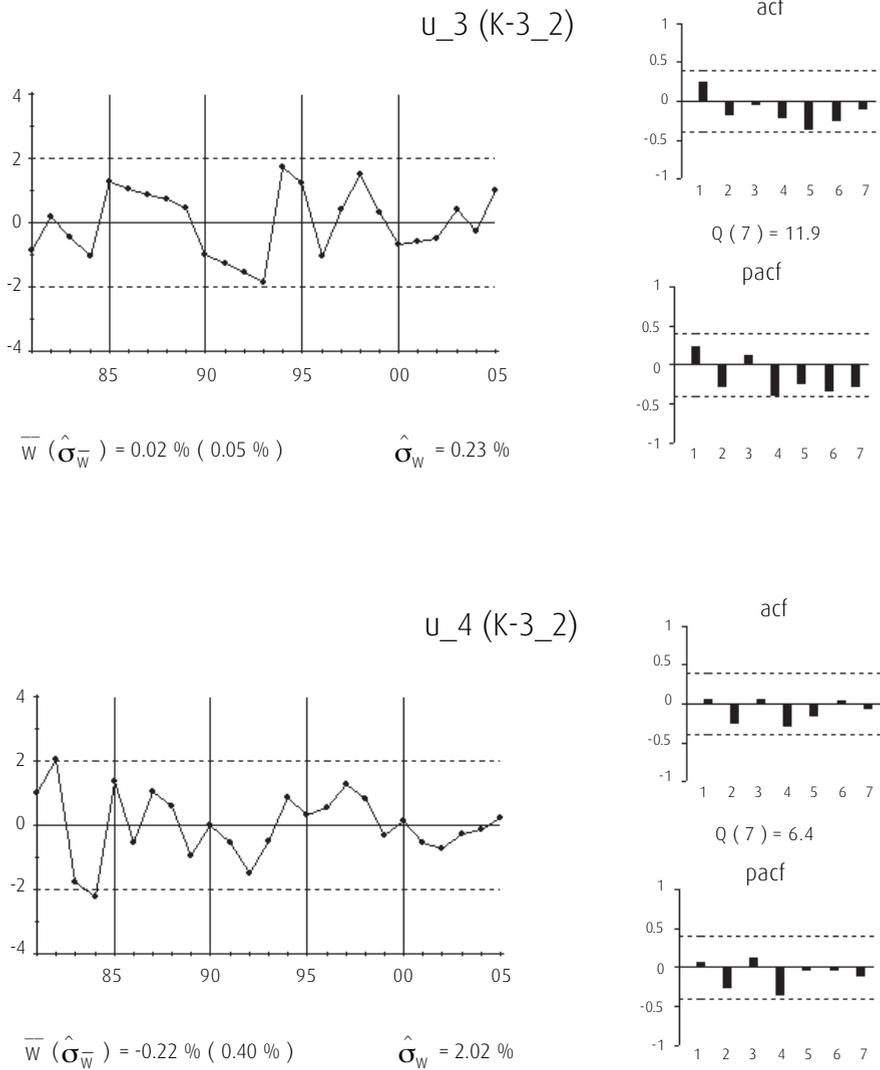


Gráfico 122 (continuación)

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE)



La tabla 134 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

*Tabla 134***AIC APLICADO A LOS RESIDUOS**

Retardos	AIC
0	-28.80
1	-28.36
2	-28.30
3	-28.99

## CAPÍTULO 7. CAPITAL MAQUINARIA ( $K_{4t}$ )

Este capítulo se divide en cuatro secciones. Cada una de ellas recoge la estimación de las respuestas del PIB ( $Y$ ) y el empleo ( $L$ ) ante un *shock* permanente unitario, bien en el nivel del agregado del *stock* de capital maquinaria, bien en cada uno de los diferentes niveles de sus tres sub-agregados (maquinaria agrícola, ganadera y pesquera, maquinaria metálica, y otra maquinaria y *software*). También recoge las respuestas del *stock* de capital total, excluido el capital estudiado en cada caso.

### ■ 7.1. CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA ( $K_{4t}$ )

#### ■ 7.1.1. Estudio de la cointegración

Siguiendo la misma metodología que en los estudios anteriores, se aplica, en primer lugar el método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{4t}, \nabla \ln \bar{K}_{4t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991), no obstante, detecta relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 376.

#### ■ 7.1.2. Estimación del modelo

La tabla 135 recoge los coeficientes del modelo VEC, estimados de forma conjunta por MCG, a partir de los datos. La diagnosis del modelo se encuentra detallada en el anexo de la página 383, al final de este capítulo.

Tabla 135

## VEC ESTIMADO POR MCG (MAQUINARIA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t}$	$\nabla^2 \ln K_{4t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.66 (0.17)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.23 (0.11)		0.18 (0.08)
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t-1}$			0.64 (0.14)	
$\nabla^2 \ln K_{4t-1}$				0.36 (0.12)
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.26 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t-2}$			0.13 (0.12)	
$\nabla^2 \ln K_{4t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos ( $\rho$ ) es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.73 & 0.73 \\ & 1 & 0.80 & 0.74 \\ & & 1 & 0.67 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LXIII}]$$

Dada la significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, en este caso se hace necesario hacer un segundo supuesto adicional. El capital transporte de vehículos a motor se ve afectado instantáneamente por su complementario según la ecuación [I] del MRC. Por lo que la matriz de diagonalización ( $P_{K_t}$ ) queda:

$$P_{K_t} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2.86 & 1 \end{pmatrix}$$

Y la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.95 & -0.55 \\ & 1 & -6.05 & -0.64 \\ & & 1 & 0 \\ & & -2.86 & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LXIV}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 135 por se muestra en la tabla 136.

Tabla 136

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (MAQUINARIA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t}$	$\nabla^2 \ln K_{4t}$
$\xi_{t-1}$	-0.66			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$	-0.10	0.11		0.18
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t-1}$	-2.52	-3.86	0.64	-1.82
$\nabla^2 \ln K_{4t-1}$	-0.20	-0.23		0.36
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.26		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t-2}$	-0.53	-0.80	0.13	-0.38
$\nabla^2 \ln K_{4t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{4t}$	3.95	6.05		2.86
$\nabla^2 \ln K_{4t}$	0.55	0.64		

Cada columna representa una ecuación.

En este modelo se aprecia que tanto la producción como el empleo se ajustan instantáneamente al capital maquinaria y a su complementario, con los signos esperados. De forma retardada, la producción se ajusta al empleo, al capital complementario, al capital maquinaria y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y del empleo. El empleo, por su parte, responde de manera retardada a las variaciones en el capital maquinaria y en su complementario. El *stock* de capital maquinaria responde de forma retardada y positiva a las variaciones en el capital complementario, capital maquinaria y empleo. Por su parte, éste no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital maquinaria producirá instantáneamente variaciones en el PIB y en el empleo, lo que provocará posibles desequilibrios entre las tasas

de crecimiento del empleo y del PIB. Posteriormente, el empleo, el PIB, el capital maquinaria irán ajustándose hasta restablecer el equilibrio.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior se muestra en la tabla 137.

Tabla 137

## MODELO VAR ORTOGONALIZADO (MAQUINARIA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{4t}$	$\nabla \ln K_{4t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.34			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.21	1.11		0.18
$\nabla \ln \bar{K}_{4t-1}$	-6.47	-0.91	1.64	-4.68
$\nabla \ln K_{4t-1}$	-0.75	-0.87		1.36
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$	0.10	-0.36		-0.18
$\nabla \ln \bar{K}_{4t-2}$	2.00	3.05	-0.51	1.44
$\nabla \ln K_{4t-2}$	0.20	0.23		-0.36
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.26		
$\nabla \ln \bar{K}_{4t-3}$	0.53	0.80	-0.13	0.38
$\nabla \ln K_{4t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{4t}$	3.95	6.05		2.86
$\nabla \ln K_{4t}$	0.55	0.64		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación se estiman los parámetros correspondientes al modelo [V] del MRC.

$$\pi_z(B) = \begin{bmatrix} 1 - 0.34B & -0.21B - 0.10B^2 \\ 0 & 1 - 1.11B + 0.36B^2 - 0.26B^3 \end{bmatrix}$$

$$-\pi_z(B)\nu_z(B) = \begin{bmatrix} 6.47B + 2.0B^2 - 0.53B^3 - 3.95 & 0.75B - 0.20B^2 - 0.55 \\ 9.91B - 3.05B^2 - 0.80B^3 - 6.05 & 0.87B - 0.23B^2 - 0.64 \end{bmatrix}$$

$$-P_K \pi_K(B) \nu_K(B) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -0.18B + 0.18B^2 \end{bmatrix} \quad [LVX]$$

$$P_{K_t} \pi_{K_t}(B) = \begin{bmatrix} 1 - 1.64B + 0.51B^2 + 0.13B^3 & 0 \\ 4.68B - 1.44B^2 - 0.38B^3 - 2.86 & -0.18B + 0.18B^2 \end{bmatrix}$$

$$P_{K_t} = I; Z_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{4t} \\ \nabla \ln K_{4t} \end{bmatrix}$$

### ■ 7.1.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital maquinaria ( $K_{4t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 138 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{4t}$ ,  $\ln \bar{K}_{4t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{4t}$ . La tabla 139 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 138

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_4$	$\ln K_4$
1	0.55	0.64	0.00	1.00
2	0.39	0.79	0.00	1.48
3	0.37	0.66	0.00	1.69
4	0.33	0.60	0.00	1.73
5	0.30	0.61	0.00	1.73
6	0.28	0.63	0.00	1.73
7	0.30	0.63	0.00	1.75
8	0.30	0.63	0.00	1.75
9	0.30	0.63	0.00	1.75
10	0.30	0.63	0.00	1.75
11	0.30	0.63	0.00	1.75
12	0.30	0.63	0.00	1.75
13	0.30	0.63	0.00	1.75
14	0.30	0.63	0.00	1.75
15	0.30	0.63	0.00	1.75
16	0.30	0.63	0.00	1.75
17	0.30	0.63	0.00	1.75
18	0.30	0.63	0.00	1.75
19	0.30	0.63	0.00	1.75
20	0.30	0.63	0.00	1.75

Tabla 139

### BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(K_4)$	$\sigma_2(K_4)$	$\sigma_1(K_4)$	$\sigma_2(K_4)$
1	-0.04	1.03	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.57	1.15
2	-0.01	0.64	-0.03	1.24	0.00	0.00	0.73	1.70
3	-0.01	0.58	-0.03	1.09	0.00	0.00	0.78	1.96
4	-0.01	0.52	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.79	2.15
5	-0.01	0.49	-0.03	1.01	0.00	0.00	0.79	2.24
6	-0.01	0.48	-0.03	1.04	0.00	0.00	0.81	2.28
7	-0.01	0.49	-0.03	1.04	0.00	0.00	0.81	2.31
8	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.33
9	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.34
10	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.34
11	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
12	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
13	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
14	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
15	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
16	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
17	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
18	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
19	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36
20	-0.01	0.49	-0.03	1.03	0.00	0.00	0.81	2.36

A largo plazo, la inercia y los efectos de retroalimentación, hacen que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de maquinaria, se convierta, al cabo de 7 años en 1.75pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y en el empleo, de 0.30pp, 0.63pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.17% y la del empleo en el 0.36%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

Las primeras variables en reaccionar son el empleo y el PIB, que lo hacen instantáneamente. A continuación lo hace el capital maquinaria. Al cabo de cinco años, tanto la producción como el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 123, gráfico 124, y gráfico 125 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 123

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA

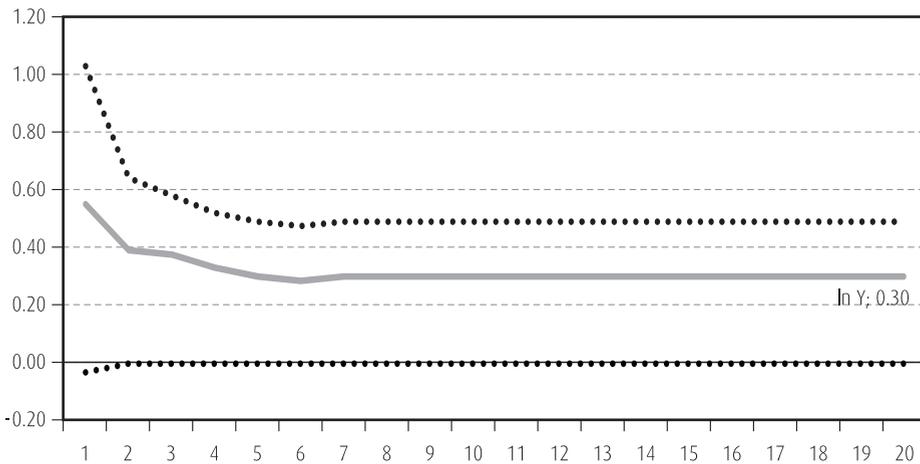


Gráfico 124

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA

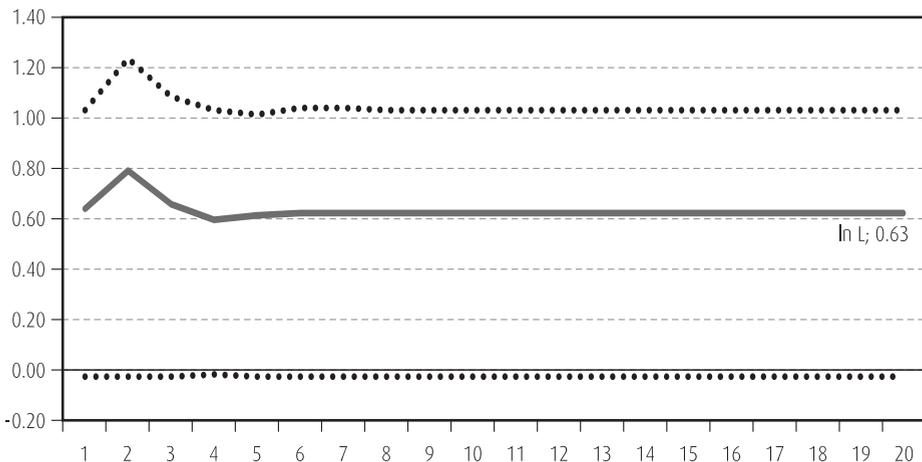
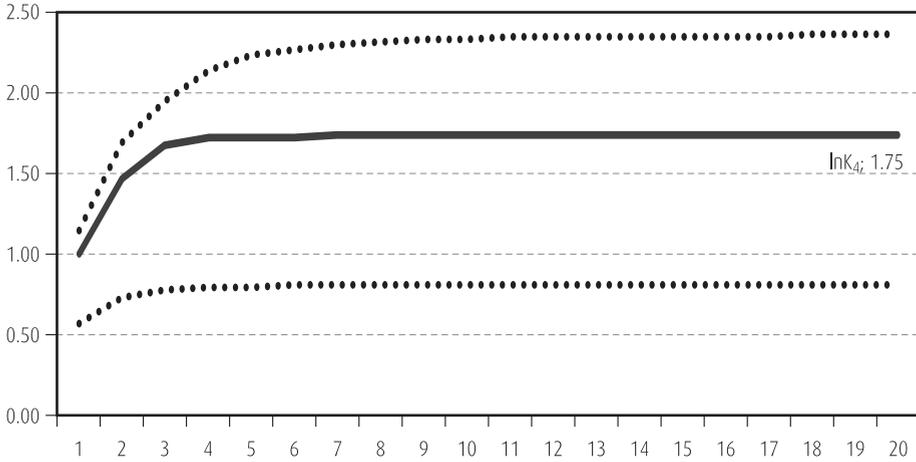


Gráfico 125

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRAS CONSTRUCCIONES ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL



#### ■ 7.1.4. Anexo XXX. Estudio de la cointegración: capital agregado maquinaria ( $K_4$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{4t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{4t}$ , se detecta formalmente una relación de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso).



Tabla 140

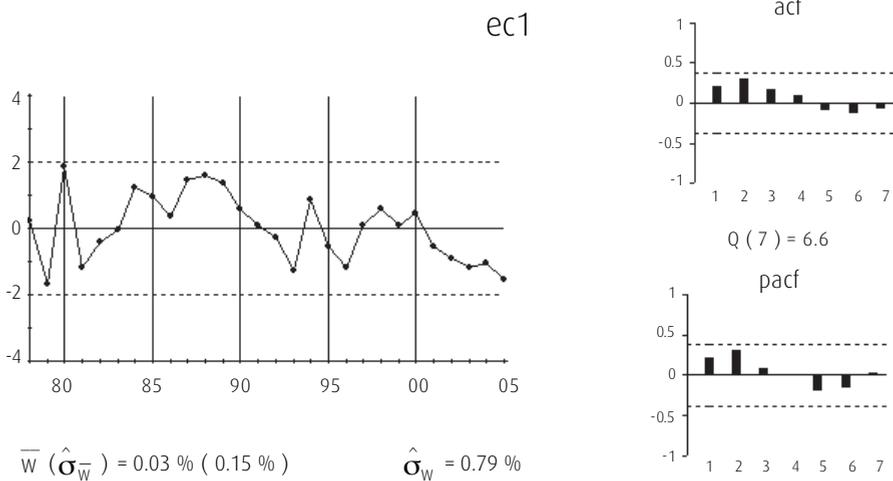
## TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (MAQUINARIA)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)																
	REIARDOS	EGY	ESTADÍSTICO T	EGL	ESTADÍSTICO T	EGC	ESTADÍSTICO T	EGM	ESTADÍSTICO T	EGY_M	ESTADÍSTICO T	EGY_C	ESTADÍSTICO T	EGY_L	ESTADÍSTICO T	EGY_C_M	ESTADÍSTICO T	EGY_M_L	ESTADÍSTICO T	EGY_C_L	ESTADÍSTICO T		
Valores	0	-4.50 (95%)	-3.21	-3.38	-3.29	-4.20 (00%)	-3.83 (95%)	-4.33 (99%)	-3.85 (95%)	-2.39	-3.10 (90%)	-2.06	-2.52	-2.84	-2.06	-2.54	-1.29	-2.37	-3.66 (90%)	-3.11	-3.07	-3.37	-3.96
Críticos	1	-2.27	-2.57	-3.24	-2.09	-4.17 (95%)	-2.06	-3.38	-2.84	-2.06	-2.54	-1.29	-2.37	-3.11	-3.07	-3.37	-3.96	-3.11	-3.07	-3.37	-3.96	-3.11	-3.07
Phillips Outliers	2	-1.67	-2.77	-2.64	-2.55	-1.68	-1.12	-2.19	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13
(Phillips Outliers, 1990)	3	-1.18	-0.77	-1.68	-2.11	-1.31	-1.12	-2.19	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13	-1.13
10%			-3.83			-3.45																	
5%			-4.11			-3.77																	
1%			-4.73			-4.31																	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 127) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de otros capitales. Las dos variables de las que consta, la tasa de crecimiento del PIB y la tasa de crecimiento del empleo, se mantienen en el estudio del capital maquinaria.

Gráfico 127

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)}$$

[LXVI]

Los resultados del test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se muestran en la tabla 141. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 141

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1) (DATOS:27)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>119.23</b>	<b>0.00</b>	<b>68.78</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>50.86</b>	<b>0.00</b>	<b>31.58</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 2	19.27	0.07	13.47	0.12
Como mucho 3	5.80	0.21	5.80	0.21
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2) (DATOS:26)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>68.31</b>	<b>0.00</b>	<b>43.67</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	24.64	0.42	16.33	0.28
Como mucho 2	8.31	0.80	6.74	0.70
Como mucho 3	1.57	0.86	1.57	0.86
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3) (DATOS:25)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>94.48</b>	<b>0.00</b>	<b>55.28</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>39.20</b>	<b>0.02</b>	<b>30.78</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 2	8.42	0.79	6.05	0.78
Como mucho 3	2.37	0.70	2.37	0.70

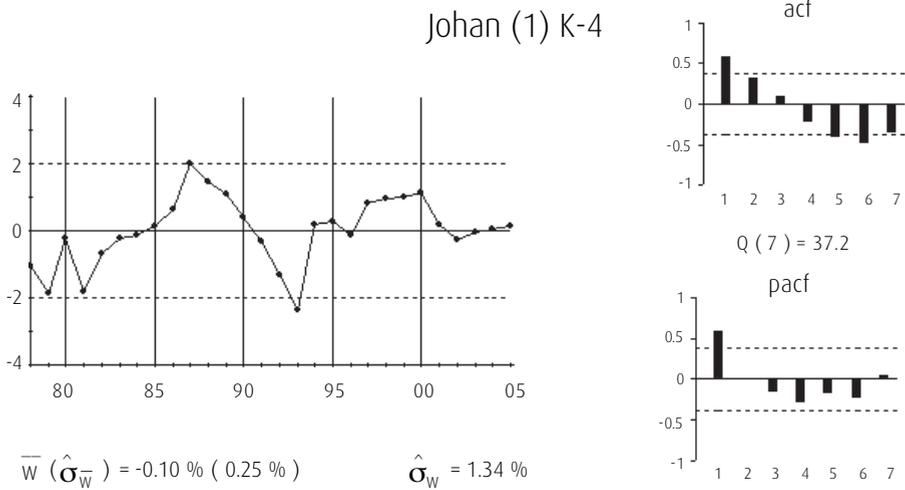
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

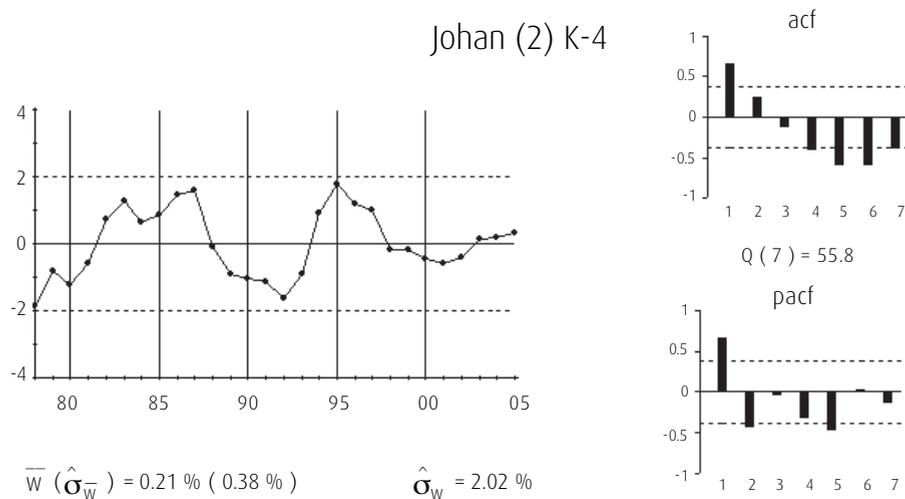
\*\*p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para el valor de  $p = 2$ , el contraste sugiere una relación de cointegración, y para valores de  $p = 1$  y  $3$  dos relaciones de cointegración. Los siguientes gráficos muestran que todas ellas presentan clara tendencia.

$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.20_{(0.22)} \nabla \ln \bar{K}_{4t} - 0.15_{(0.04)} \nabla \ln K_{4t} - 0.02_{(0.006)}$$

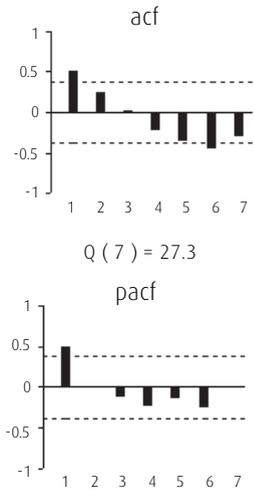
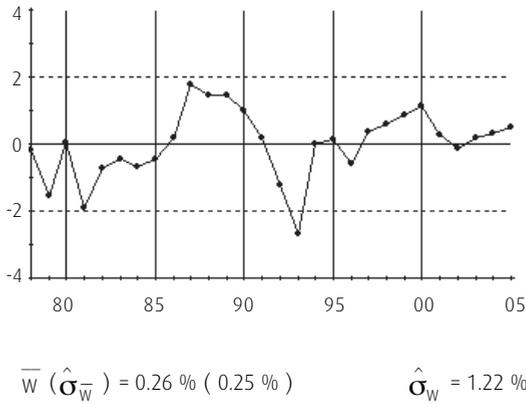


$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 1.16_{(0.70)} \nabla \ln \bar{K}_{4t} - 1.13_{(0.14)} \nabla \ln K_{4t} - 0.07_{(0.02)}$$



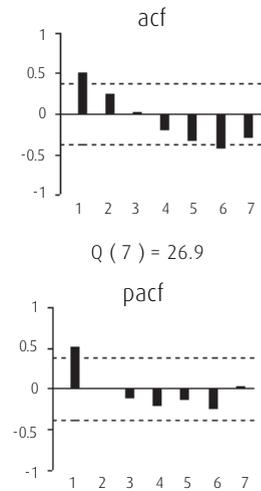
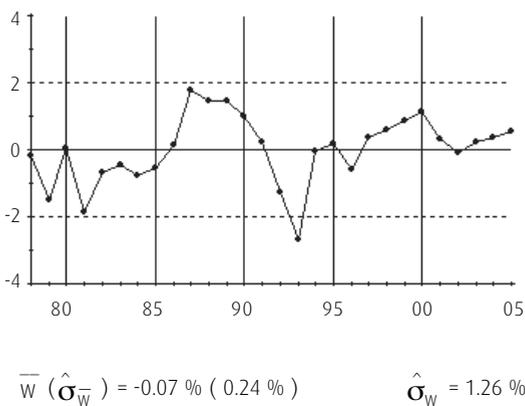
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t - 0.02_{(0.05)} \nabla \ln L_t + 1.00_{(0.20)} \\ \nabla \ln \bar{K}_{4t} - 0.24_{(0.07)} \nabla \ln K_{4t} - 0.05_{(0.01)}$$

Johan (3) K-4

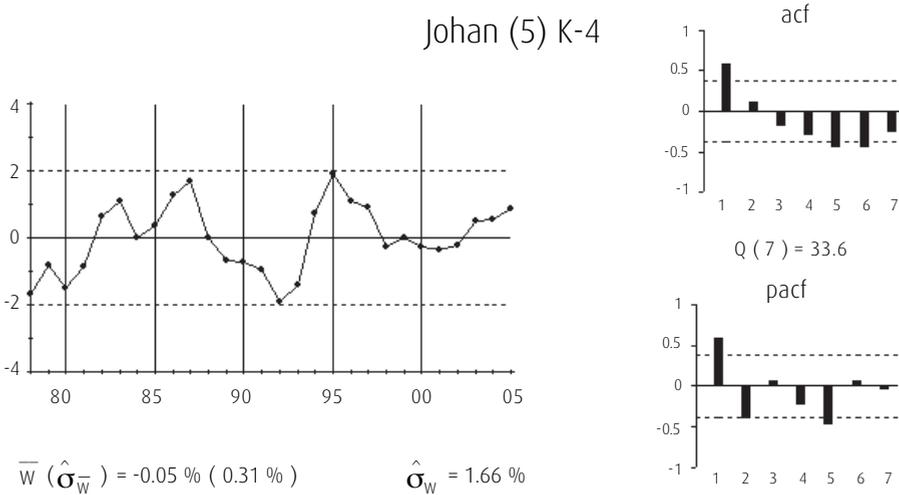


$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t + 1.10_{(0.10)} \nabla \ln \bar{K}_{4t} - 0.25_{(0.02)} \\ \nabla \ln K_{4t} - 0.06_{(0.002)}$$

Johan (4) K-4



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 0.06_{(0.64)} \nabla \ln \bar{K}_{4t} - 1.07_{(0.12)} \nabla \ln K_{4t} + 0.03_{(0.02)}$$



El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra extraños resultados, por lo que en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{4t}, \nabla \ln \bar{K}_{4t})'$ , se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 127.

### ■ 7.1.5. Anexo XXXI. Diagnóstico del modelo estimado: capital agregado maquinaria ( $K_{4t}$ )

La tabla 142 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR para el vector de variables  $I(1)$ . En este caso no se aprecia falta de coincidencia, ninguna de las raíces del polinomio característico está fuera del círculo unidad, pero se decide sobreparametrizar y estimar un modelo VEC(2). El análisis de sus residuos y la significatividad de sus parámetros mostrarán si el modelo es adecuado.

Tabla 142

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES $I(1)$ (MAQUINARIA)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-25.76	-25.57
1	135.92	-31.28	-30.31
2	25.04	-31.57	-29.81
3	27.23	-32.55	-30.02

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 143) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 143

**CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC MAQUINARIA)**

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.23	0.29	0.35	0.15	0.07	0.17	0.33	0.16	0.20	0.20	0.27	0.30	0.20	0.19	0.28	0.10
2	-0.03	-0.01	-0.06	0.20	-0.09	-0.02	-0.14	0.13	-0.15	-0.12	-0.28	0.00	0.01	0.11	-0.15	0.18
3	0.02	-0.05	-0.30	-0.02	-0.14	-0.22	<b>-0.46</b>	-0.20	0.10	0.07	-0.16	0.10	-0.12	-0.06	-0.18	-0.18
4	-0.18	-0.09	-0.27	-0.38	-0.37	-0.18	-0.28	<b>-0.49</b>	-0.14	0.01	-0.07	-0.32	-0.24	-0.17	-0.24	-0.33
5	-0.19	-0.09	-0.10	-0.26	-0.24	-0.21	-0.20	-0.25	-0.34	-0.27	-0.27	-0.32	-0.30	-0.29	-0.33	<b>-0.44</b>

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 128 muestra los residuos, funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada serie de residuos.

Gráfico 128

**RESIDUOS DEL MODELO VEC (MAQUINARIA)**

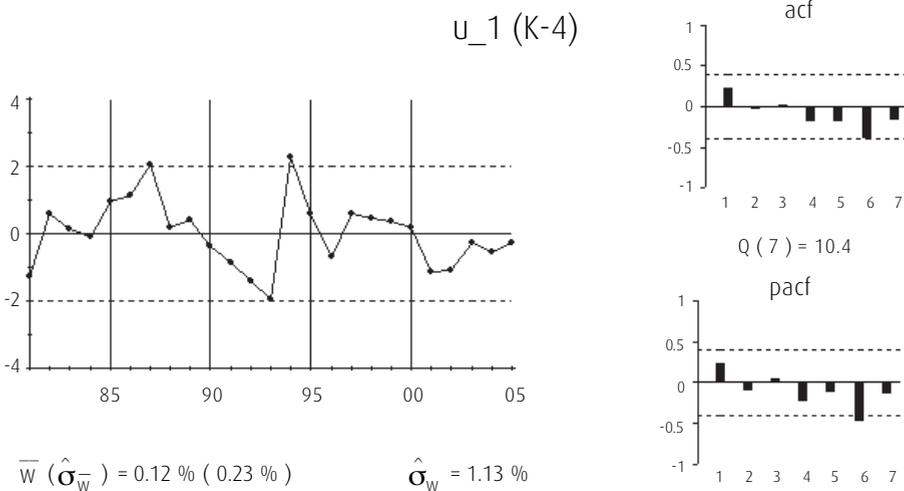


Gráfico 128 (continuación)

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (MAQUINARIA)

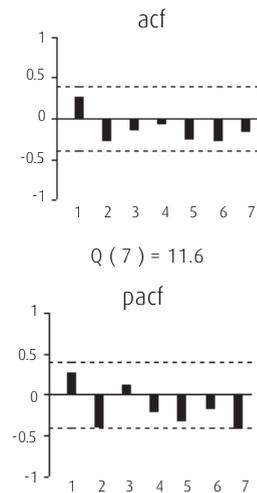
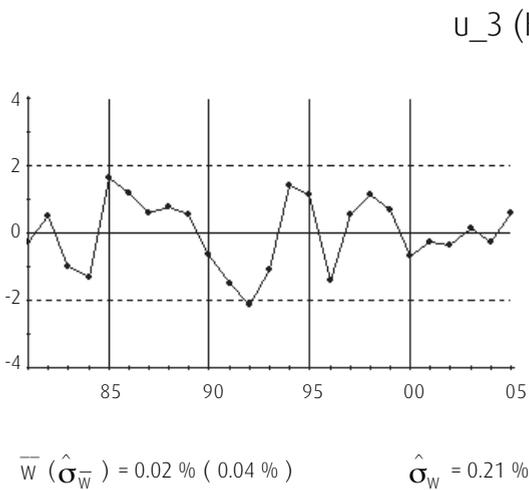
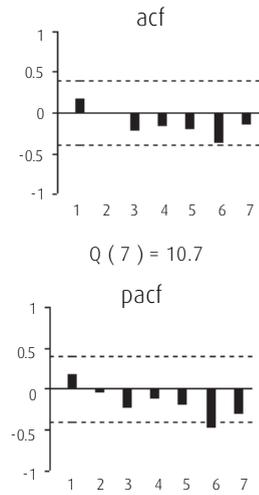
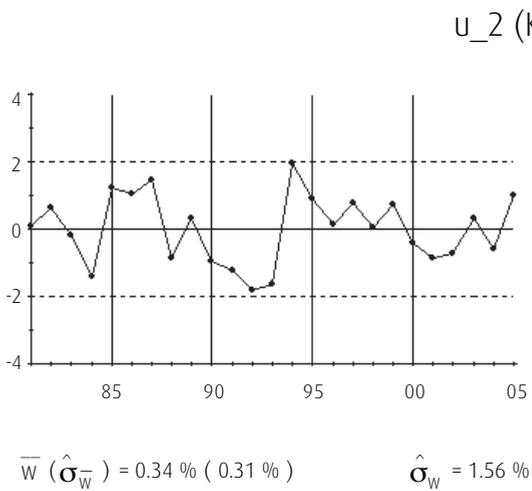
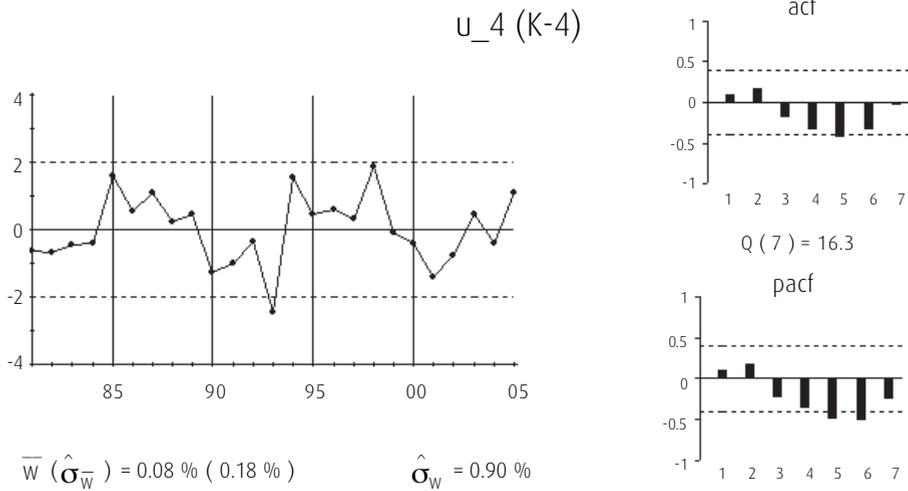


Gráfico 128 (continuación)

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (MAQUINARIA)



La tabla 144 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 144

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-30.42
1	-29.76
2	-29.60
3	-30.96

## ■ 7.2. CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA GANADERA Y PESQUERA ( $K_{41t}$ )

### ■ 7.2.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{41t}, \nabla \ln \bar{K}_{41t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es decir,

relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. Se contrasta por el método de (Johansen, 1988, 1991) la posible presencia de relaciones de cointegración adicionales. No obstante, éste detecta, bien relaciones de cointegración claramente no estacionarias, bien ausencia de relaciones de cointegración. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 394.

### ■ 7.2.2. Estimación del modelo

El modelo VEC elaborado a partir de los datos se muestra en la tabla 145. Los coeficientes se han estimado de manera conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se detalla en el anexo de la página 400.

Tabla 145

#### VEC ESTIMADO POR MCG (MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{41t}$	$\nabla^2 \ln K_{41t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.72 (0.16)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.17 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{41t-1}$			0.64 (0.12)	
$\nabla^2 \ln K_{41t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.23 (0.09)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{41t-2}$			0.08 (0.10)	
$\nabla^2 \ln K_{41t-2}$				

Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.80 & -0.77 \\ & 1 & 0.85 & 0.15 \\ & & 1 & -0.05 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LXVII}]$$

Al no resultar significativa la correlación instantánea residual entre los capitales no es necesario hacer ningún supuesto adicional. Por lo que la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.68 & 0 \\ & 1 & -5.56 & -0.06 \\ & & 1 & 0 \\ & & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LXVIII}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 145 por se muestra en la tabla 146.

Tabla 146

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{41t}$	$\nabla^2 \ln K_{41t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.72			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.17		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{41t-1}$	-2.36	-3.56	0.64	
$\nabla^2 \ln K_{41t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.23		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{41t-1}$	-0.29	-0.44	0.08	
$\nabla^2 \ln K_{41t-1}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{3t}$	3.68	5.56		
$\nabla^2 \ln K_{3t}$		0.06		

Cada columna representa una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario, con el signo esperado, y de forma retardada, a éste y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, a los dos tipos de capital, maquinaria agrícola ganadera y pesquera y su complementario. Ni el *stock* de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera ni su complementario responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de maquinaria agrícola, ganadera y pesquera irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior viene recogida en la tabla 147.

Tabla 147

### MODELO VAR ORTOGONALIZADO (MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{41t}$	$\nabla \ln K_{41t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.29			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.34	1.17		
$\nabla \ln \bar{K}_{41t-1}$	-6.04	-9.12	1.64	
$\nabla \ln K_{41t-1}$		-0.06		1.00
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.40		
$\nabla \ln \bar{K}_{41t-2}$	2.07	3.12	-0.56	
$\nabla \ln K_{41t-2}$				
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.23		
$\nabla \ln \bar{K}_{41t-3}$	0.29	0.44	-0.08	
$\nabla \ln K_{41t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{41t}$	3.68	5.56		
$\nabla \ln K_{41t}$		0.06		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\begin{aligned}
 \pi_z(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 0.29B & -0.34B \\ 0 & 1 - 1.17B + 0.40B^2 - 0.23B^3 \end{bmatrix} \\
 -\pi_z(B)v_z(B) &= \begin{bmatrix} 6.04B - 2.07B^2 - 0.29B^3 - 3.68 & 0 \\ 9.12B - 3.12B^2 - 0.44B^3 - 5.56 & 0.06B - 0.06 \end{bmatrix} \\
 -P_{K_t}\pi_{K_t}(B)v_{K_t}(B) &= \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \\
 P_{K_t}\pi_{K_t}(B) &= \begin{bmatrix} 1 - 1.64B + 0.56B^2 + 0.08B^3 & 0 \\ 0 & B \end{bmatrix} \\
 P_{K_t} = I; Z_t &= \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{41t} \\ \nabla \ln K_{41t} \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{LXIX}$$

### ■ 7.2.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera ( $K_{41t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 148 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{41t}$ ,  $\ln \bar{K}_{41t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{21t}$ . La tabla 149 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 148

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{4-1}$	$\ln K_{4-1}$
1	0.00	0.06	0.00	1.00
2	0.02	0.07	0.00	1.00
3	0.03	0.06	0.00	1.00
4	0.03	0.05	0.00	1.00
5	0.02	0.05	0.00	1.00
6	0.02	0.05	0.00	1.00
7	0.03	0.05	0.00	1.00
8	0.03	0.05	0.00	1.00
9	0.03	0.05	0.00	1.00
10	0.03	0.05	0.00	1.00

Tabla 148 (continuación)

**FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA**

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{4-1}$	$\ln K_{4-1}$
11	0.03	0.05	0.00	1.00
12	0.03	0.05	0.00	1.00
13	0.03	0.05	0.00	1.00
14	0.03	0.05	0.00	1.00
15	0.03	0.05	0.00	1.00
16	0.03	0.05	0.00	1.00
17	0.03	0.05	0.00	1.00
18	0.03	0.05	0.00	1.00
19	0.03	0.05	0.00	1.00
20	0.03	0.05	0.00	1.00

Tabla 149

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA**

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{4-1})$	$\sigma_2(K_{-1})$	$\sigma_1(K_{4-1})$	$\sigma_2(K_{4-1})$
1	0.00	0.00	-0.03	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
2	-0.01	0.05	-0.04	0.13	0.00	0.00	0.43	1.58
3	-0.02	0.06	-0.04	0.12	0.00	0.00	0.43	1.58
4	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
5	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
6	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
7	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
8	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
9	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
10	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
11	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
12	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
13	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
14	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
15	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
16	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
17	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
18	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
19	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58
20	-0.02	0.05	-0.04	0.11	0.00	0.00	0.43	1.58

A largo plazo, el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de maquinaria agrícola, ganadera y pesquera no se incrementa. El cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.03pp y 0.05pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.03% y la del empleo en el 0.05%. No se detectan efectos sobre el capital complementario.

La primera variable en reaccionar es el empleo que lo hace instantáneamente. A continuación lo hacen la producción y el mismo *stock* de capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera. Al cabo de tres años, tanto la producción como el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 129, gráfico 130 y gráfico 131 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 129

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA

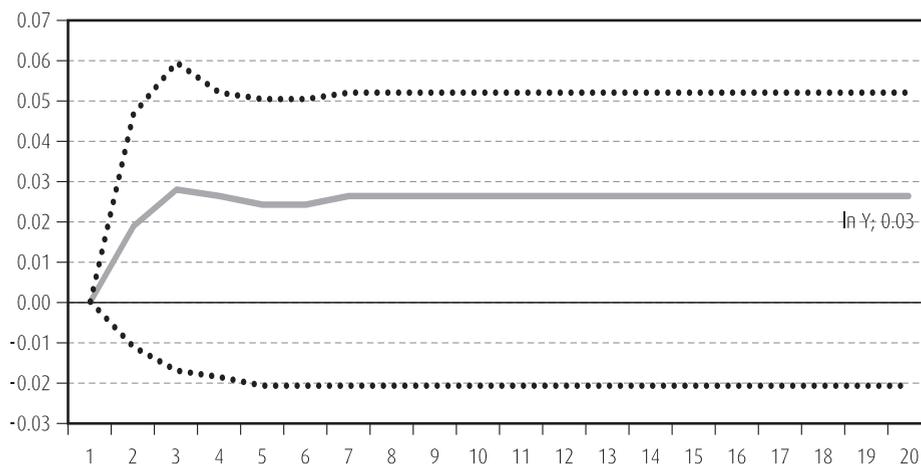


Gráfico 130

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA

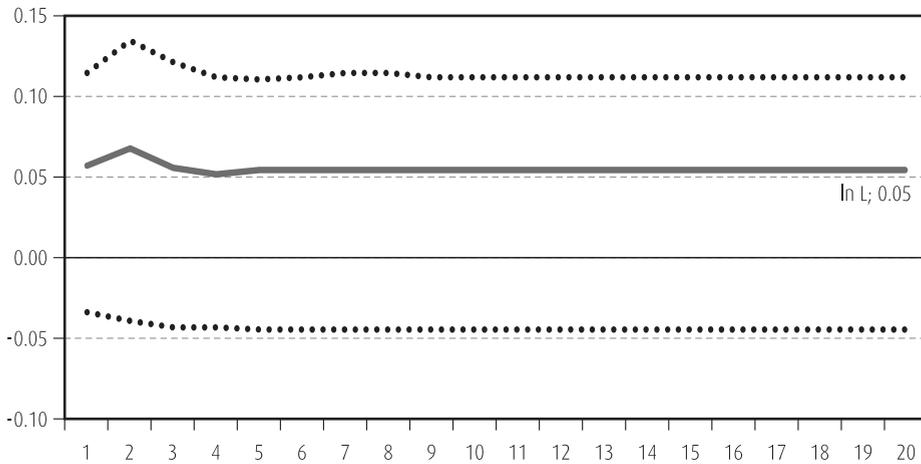
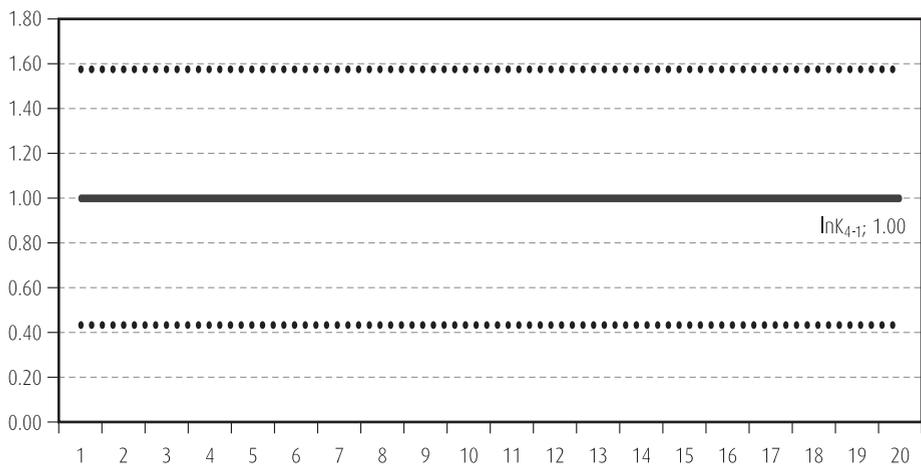


Gráfico 131

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL

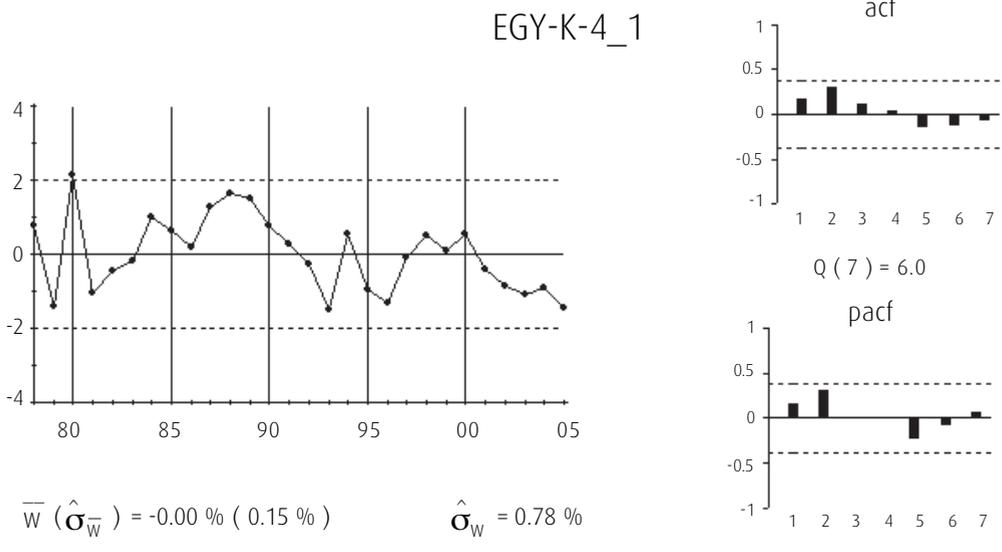


### ■ 7.2.4. Anexo XXXII. Estudio de la cointegración: capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera ( $K_{41t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{41t}, \nabla \ln \bar{K}_{41t})'$ , se detecta formalmente una única relación de cointegración (gráfico 132), de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso).

Gráfico 132

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO



A continuación, se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 150, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Tabla 150

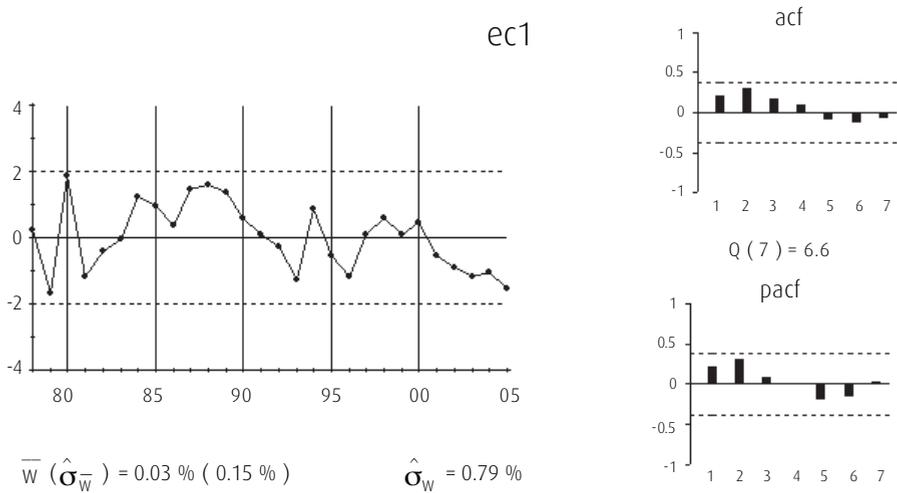
### TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)				
	EGY	EGL	EGC	EGMa	EGY_Ma	EGY_C	EGY_L	EGY_C_M	EGY_M_L	EGY_C_L	
RETARDOS	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	
Valores	0	-4.14 (95%)	-3.82	-2.82	-2.68	-4.11 (95%)	-3.83 (95%)	-2.68	-3.85 (95%)	-2.53	-2.42
Críticos	1	-1.98	-1.41	-2.21	-2.05	-2.09	-1.98	-2.78	-2.06	-2.67	-2.48
Phillips Ouliaris	2	-1.71	-2.14	-7.19 (99%)	-2.23	-1.61	-1.33	-2.15	-1.29	-2.34	-2.19
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.33	-0.56	-3.43	-2.12	-1.28	-1.16	-3.58	-1.13	-3.88 (95%)	-3.31 (90%)
10%			-3.83				-3.45			-3.07	
5%			-4.11				-3.77			-3.37	
1%			-4.73				-4.31			-3.96	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 133) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 133

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [LXX]$$

Los resultados del test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se muestran en la tabla 151. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 151

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1)					(DATOS:27)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>108.99</b>	<b>0.00</b>	<b>69.85</b>	<b>0.00</b>	
<b>Como mucho 1*</b>	<b>39.14</b>	<b>0.02</b>	<b>25.94</b>	<b>0.01</b>	
Como mucho 2	13.20	0.35	7.37	0.62	
Como mucho 3	5.83	0.20	5.83	0.20	
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)					(DATOS:26)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
Ninguna	53.31	0.06	27.82	0.06	
Como mucho 1	25.49	0.37	16.00	0.30	
Como mucho 2	9.48	0.69	7.30	0.63	
Como mucho 3	2.19	0.74	2.19	0.74	
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)					(DATOS:25)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>78.43</b>	<b>0.00</b>	<b>37.24</b>	<b>0.00</b>	
<b>Como mucho 1*</b>	<b>41.19</b>	<b>0.01</b>	<b>30.78</b>	<b>0.00</b>	
Como mucho 2	10.41	0.60	7.71	0.58	
Como mucho 3	2.70	0.64	2.70	0.64	

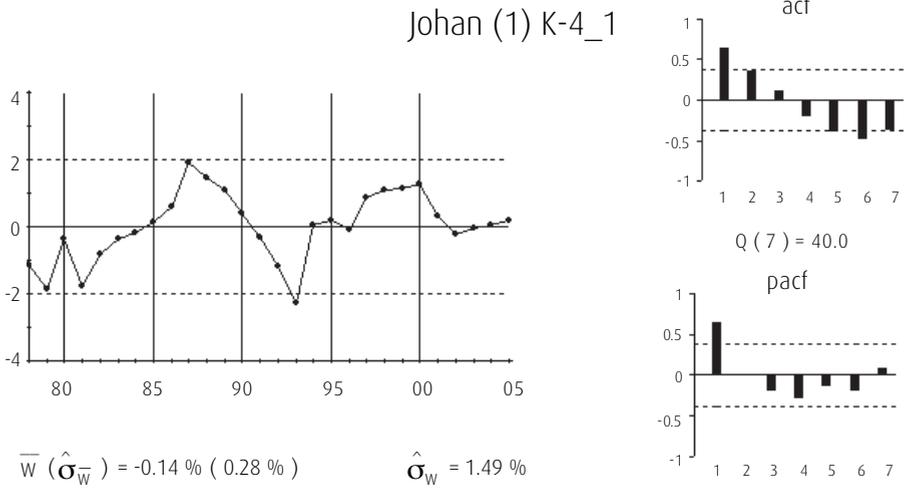
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

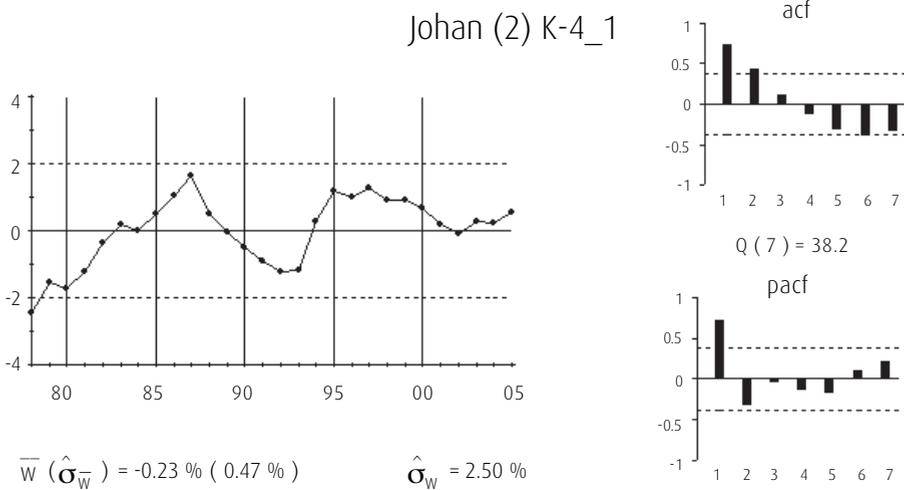
\*\*p-valores de Mackinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para el valor de  $p = 2$ , el contraste sugiere que no hay relaciones de cointegración, cuando se mantienen las mismas variables de PIB y empleo en tasas de crecimiento de las que consta la relación de cointegración encontrada por en el análisis de otros capitales. Para los valores de  $p = 1$  y  $3$  en contraste sugiere dos relaciones de cointegración. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y, la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

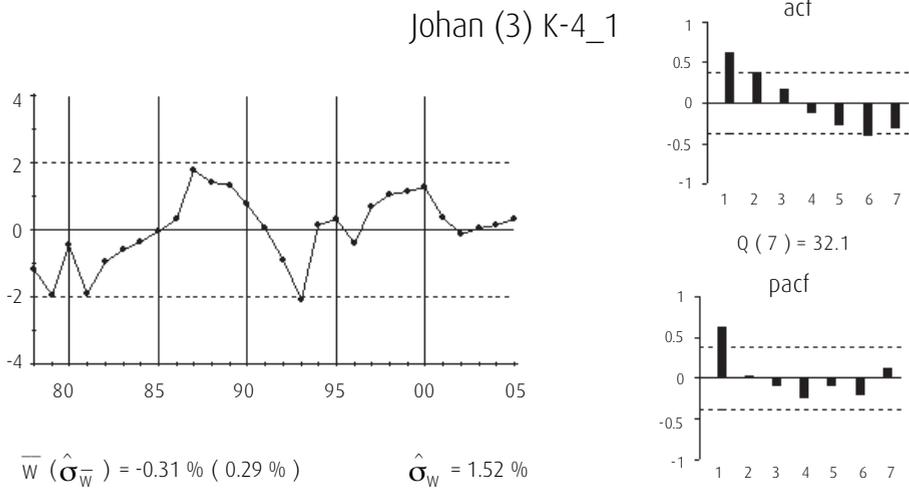
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.53_{(0.16)} \nabla \ln \bar{K}_{41t} - 0.005_{(0.01)} \nabla \ln K_{4t} - 0.01_{(0.006)}$$



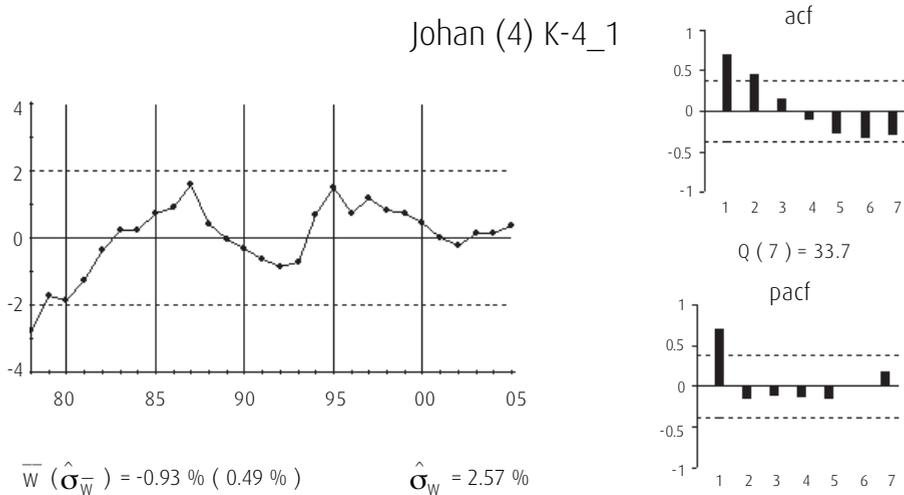
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 3.40_{(0.52)} \nabla \ln \bar{K}_{41t} - 0.05_{(0.05)} \nabla \ln K_{4t} + 0.11_{(0.02)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.27_{(0.15)} \nabla \ln \bar{K}_{41t} - 0.04_{(0.01)} \nabla \ln K_{41t} - 0.02_{(0.005)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 3.84_{(0.56)} \nabla \ln \bar{K}_{41t} - 0.13_{(0.04)} \nabla \ln K_{4t} + 0.12_{(0.02)}$$



Como el contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{41t}, \nabla \ln \bar{K}_{41t})'$ , se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 133.

### ■ 7.2.5. Anexo XXXIII. Diagnóstico del modelo estimado: capital maquinaria agrícola, ganadera y pesquera ( $K_{41}$ )

La tabla 152 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR para el vector de variables I(1). En este caso se aprecia falta de coincidencia por lo que se decide sobreparametrizar y estimar un modelo VEC(2). El análisis de sus residuos y la significatividad de sus parámetros mostrarán si el modelo es adecuado.

Tabla 152

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-22.15	-21.95
1	123.58	-27.05	-26.07
2	22.34	-27.16	-25.41
3	27.30	-28.16	-25.62

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 153) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 153

#### CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.25	0.29	0.30	0.23	0.11	0.22	0.32	0.32	0.20	0.22	0.28	0.12	0.12	0.23	0.31	-0.13
2	-0.02	0.00	0.04	0.09	-0.10	-0.02	-0.02	0.01	-0.18	-0.07	-0.17	0.34	0.14	0.02	0.00	-0.02
3	0.02	-0.03	-0.18	0.21	-0.18	-0.23	-0.38	0.32	-0.02	-0.01	-0.12	0.28	<b>-0.57</b>	<b>-0.51</b>	<b>-0.52</b>	-0.02
4	-0.17	-0.08	-0.29	0.08	-0.37	-0.19	-0.37	-0.03	-0.21	-0.11	-0.24	-0.10	-0.25	-0.32	-0.32	-0.09
5	-0.18	-0.11	-0.16	-0.30	-0.25	-0.23	-0.25	-0.27	-0.35	-0.32	-0.36	-0.29	-0.17	-0.08	-0.18	-0.01

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 134 muestra los residuos, funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada serie de residuos.

Gráfico 134

### RESIDUOS DEL MODELO VEC (MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA)

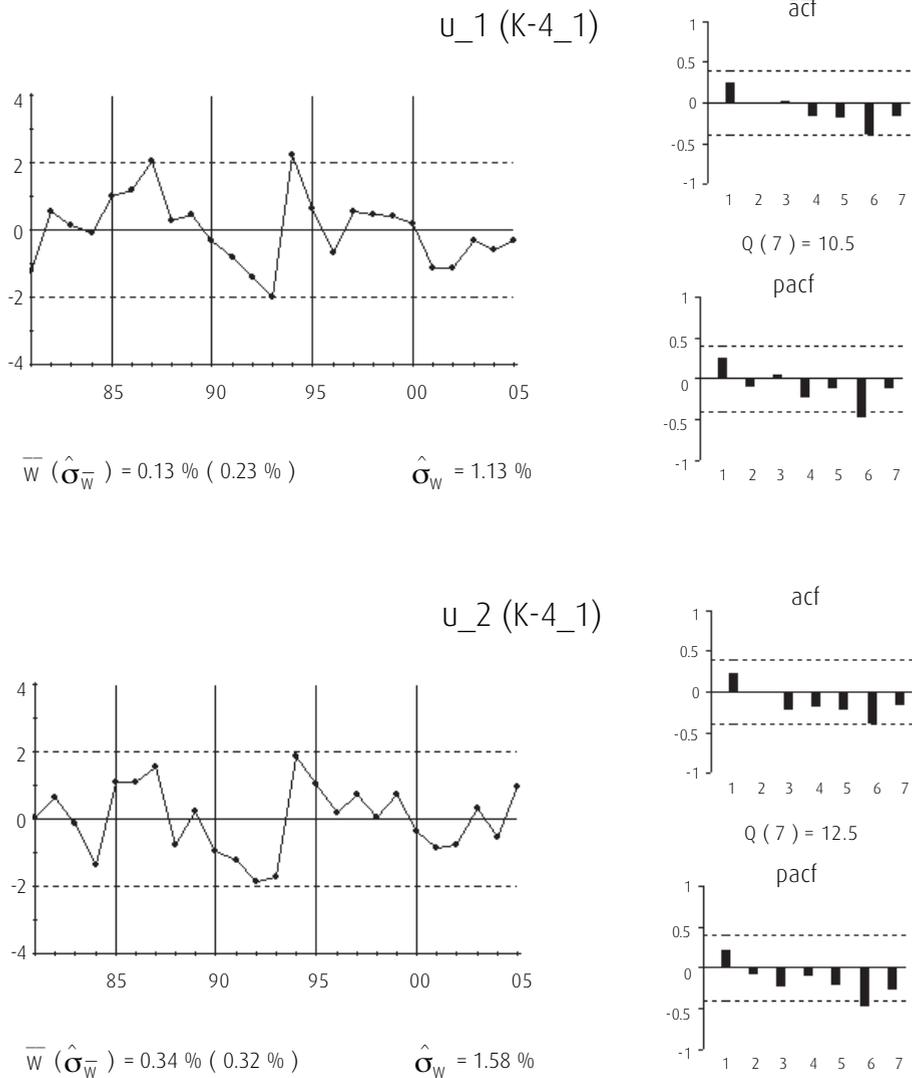
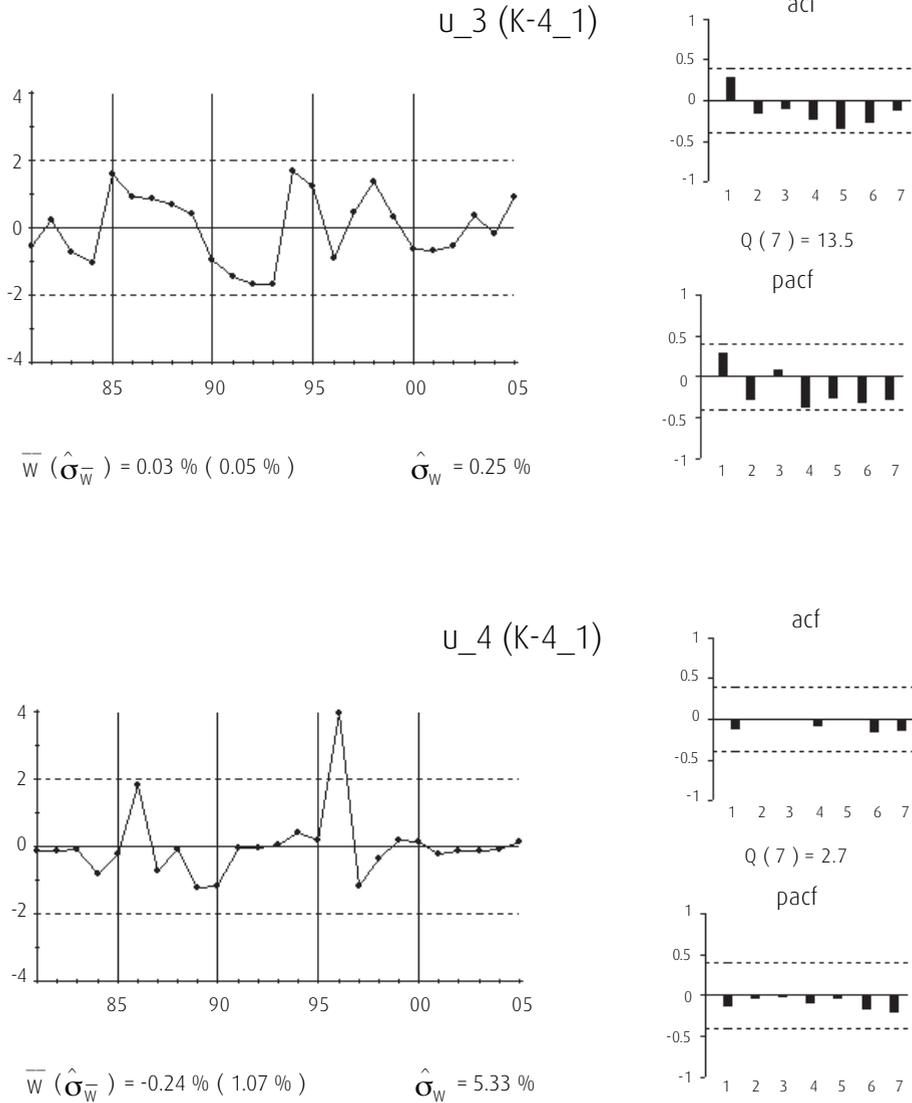


Gráfico 134 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (MAQUINARIA AGRÍCOLA, GANADERA Y PESQUERA)



La tabla 154 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 154

## AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-26.05
1	-26.14
2	-27.23
3	-27.33

### ■ 7.3. CAPITAL MAQUINARIA METÁLICA ( $K_{42t}$ )

#### ■ 7.3.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{42t}, \nabla \ln \bar{K}_{42t})'$ . Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) no obstante detecta relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 410.

#### ■ 7.3.2. Estimación del modelo

El modelo VEC elaborado a partir de los datos se muestra en la tabla 155. Los coeficientes se han estimado de manera conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se detalla en el anexo de la página 417.

Tabla 155

## VEC ESTIMADO POR MCG (MAQUINARIA METÁLICA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{42t}$	$\nabla \ln K_{42t}$
$\xi_{t-1}$	-0.67 (0.17)			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				

Tabla 155 (continuación)

## VEC ESTIMADO POR MCG (MAQUINARIA METÁLICA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{42t}$	$\nabla \ln K_{42t}$
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.23 (0.10)		0.18 (0.08)
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t-1}$			0.63 (0.14)	
$\nabla^2 \ln K_{42t-1}$				0.37 (0.12)
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t-2}$			0.14 (0.12)	
$\nabla^2 \ln K_{42t-2}$				

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.73 & 0.75 \\ & 1 & 0.81 & 0.73 \\ & & 1 & 0.68 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LXXI}]$$

Dada la significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, en este caso se hace necesario hacer un segundo supuesto adicional. El capital transporte de vehículos a motor se ve afectado instantáneamente por su complementario según la ecuación [I] del MRC. Por lo que la matriz de diagonalización ( $P_{Kt}$ ) queda.

$$P_{Kt} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2.95 & 1 \end{pmatrix}$$

Y la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.95 & -0.61 \\ & 1 & -6.14 & -0.59 \\ & & 1 & 0 \\ & & & -2.95 & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LXXII}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 155 por  $\mathbf{\Pi}(0)$  se muestra en la tabla 156.

Tabla 156

## MODELO VEC ORTOGONALIZADO (MAQUINARIA METÁLICA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t}$	$\nabla^2 \ln K_{42t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.67			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$	-0.11	0.12		0.18
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t-1}$	-2.47	-3.85	0.63	-1.85
$\nabla^2 \ln K_{42t-1}$	-0.23	-0.22		0.37
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t-2}$	-0.54	-0.84	0.14	-0.40
$\nabla^2 \ln K_{42t-2}$				
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42}$	3.95	6.14		2.95
$\nabla^2 \ln K_{42}$	0.61	0.59		

Cada columna representa una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción y el empleo se ajustan instantáneamente, al *stock* de capital maquinaria metálica y a su complementario, con el signo esperado, y de forma retardada, a éstos y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. El *stock* de capital maquinaria metálica responde al empleo y a su complementario, y de manera instantánea, con el signo esperado a su complementario. Éste no responde a ninguna de las variables consideradas.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital de maquinaria metálica producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo y del PIB, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el *stock* de maquinaria metálica irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 157.

Tabla 157

## MODELO VAR ORTOGONALIZADO (MAQUINARIA METÁLICA)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{42t}$	$\nabla \ln K_{42t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.33			
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.21	1.12		0.18
$\nabla \ln \bar{K}_{42t-1}$	-6.43	-9.99	1.63	-4.80
$\nabla \ln K_{42t-1}$	-0.83	-0.81		1.37
$\nabla \ln Y_{t-2}$				
$\nabla \ln L_{t-2}$	0.11	-0.37		-0.18
$\nabla \ln \bar{K}_{42t-2}$	1.93	3.00	-0.49	1.44
$\nabla \ln K_{42t-2}$	0.23	0.22		-0.37
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.25		
$\nabla \ln \bar{K}_{42t-3}$	0.55	0.85	-0.14	0.41
$\nabla \ln K_{42t-3}$				
$\nabla \ln \bar{K}_{42t}$	3.95	6.14		
$\nabla \ln K_{42t}$	0.61	0.59		2.95

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\pi_z(B) = \begin{bmatrix} 1 - 0.33B & -0.21B - 0.11B^2 \\ 0 & 1 - 1.12B + 0.37B^2 - 0.25B^3 \end{bmatrix}$$

$$-\pi_z(B)\nu_z(B) = \begin{bmatrix} 6.43B - 1.93B^2 - 0.55B^3 - 3.95 & 0.83B - 0.23B^2 - 0.61 \\ 9.99B - 3.0B^2 - 0.85B^3 - 6.14 & 0.81B - 0.22B^2 - 0.59 \end{bmatrix}$$

$$-P_{K_t}\pi_K(B)\nu_K(B) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -0.18B + 0.18B^2 \end{bmatrix} \quad [\text{LXXIII}]$$

$$P_{K_t}\pi_K(B) = \begin{bmatrix} 1 - 1.63B + 0.49B^2 + 0.14B^3 & 0 \\ 4.80B - 1.44B^2 - 0.41B^3 - 2.95 & 1 - 1.37B + 0.37B \end{bmatrix}$$

$$P_{K_t} = I; \mathbf{z}_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{42t} \\ \nabla \ln K_{42t} \end{bmatrix}$$

### ■ 7.3.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital maquinaria metálica ( $K_{4t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 158 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{42t}$ ,  $\ln \bar{K}_{42t}$ , ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{42t}$ . La tabla 159 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 158

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO MAQUINARIA METÁLICA

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{4-1}$	$\ln K_{4-1}$
1	0.61	0.59	0.00	1.00
2	0.38	0.73	0.00	1.48
3	0.36	0.62	0.00	1.70
4	0.32	0.56	0.00	1.74
5	0.27	0.58	0.00	1.76
6	0.27	0.59	0.00	1.76
7	0.27	0.59	0.00	1.77
8	0.27	0.59	0.00	1.77
9	0.27	0.59	0.00	1.77
10	0.27	0.59	0.00	1.77
11	0.27	0.59	0.00	1.77
12	0.27	0.59	0.00	1.77
13	0.27	0.59	0.00	1.77
14	0.27	0.59	0.00	1.77
15	0.27	0.59	0.00	1.77
16	0.27	0.59	0.00	1.77
17	0.27	0.59	0.00	1.77
18	0.27	0.59	0.00	1.77
19	0.27	0.59	0.00	1.77
20	0.27	0.59	0.00	1.77

Tabla 159

### BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA METÁLICA

PERIODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{4-2})$	$\sigma_2(\bar{K}_{4-2})$	$\sigma_1(K_{4-2})$	$\sigma_2(K_{4-2})$
1	0.02	1.08	-0.02	1.15	0.00	0.00	0.64	1.18
2	0.05	0.65	-0.02	1.35	0.00	0.00	0.80	1.88
3	0.02	0.62	-0.02	1.23	0.00	0.00	0.88	2.24
4	0.00	0.58	-0.02	1.15	0.00	0.00	0.89	2.45
5	0.00	0.56	-0.02	1.15	0.00	0.00	0.89	2.58
6	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.64
7	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.67
8	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.70
9	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.71
10	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.71
11	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.71
12	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73
13	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73
14	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73
15	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73
16	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73
17	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73
18	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73
19	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73
20	0.00	0.55	-0.02	1.17	0.00	0.00	0.89	2.73

El *shock* permanente de un punto porcentual en el *stock* de maquinaria metálica provoca cambios permanentes en los niveles de producción y empleo, de 0.27 pp y 0.59 pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.15% y la del empleo en el 0.33%. No se detectan efectos sobre los capitales.

Tanto el PIB como el empleo reaccionan instantáneamente. Al cabo de dos años, la producción y el empleo han alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 135, gráfico 136 y gráfico 137 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 135

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA METÁLICA

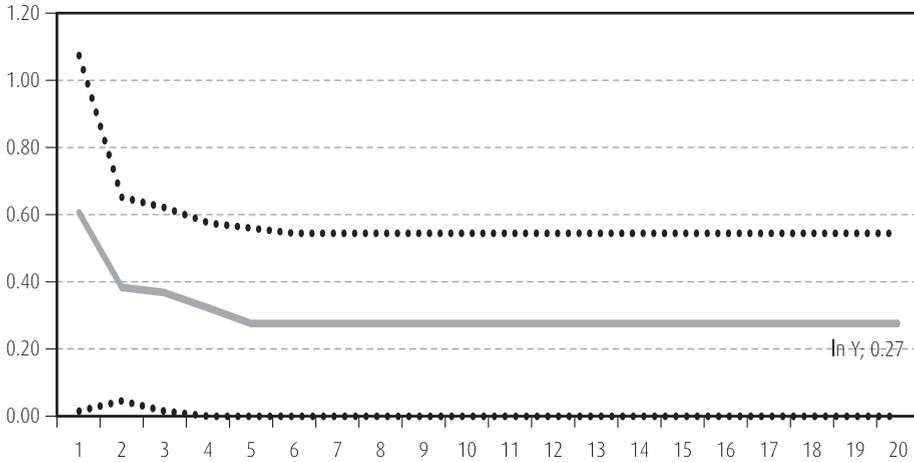


Gráfico 136

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL MAQUINARIA METÁLICA

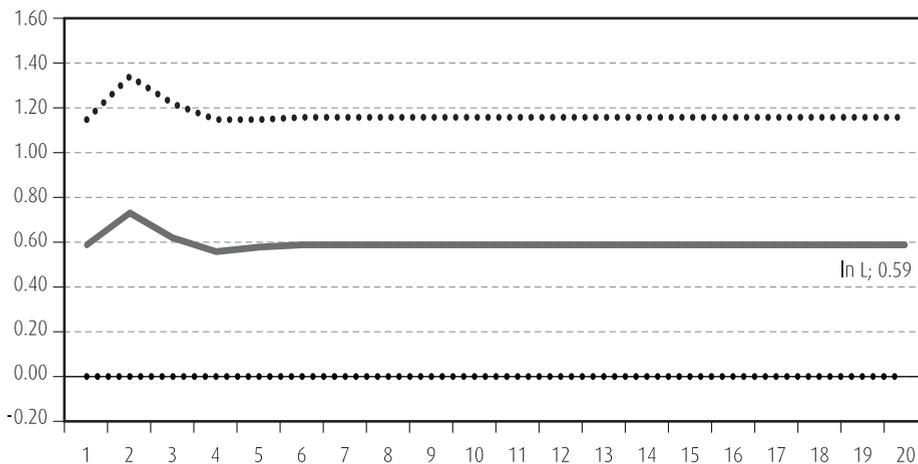
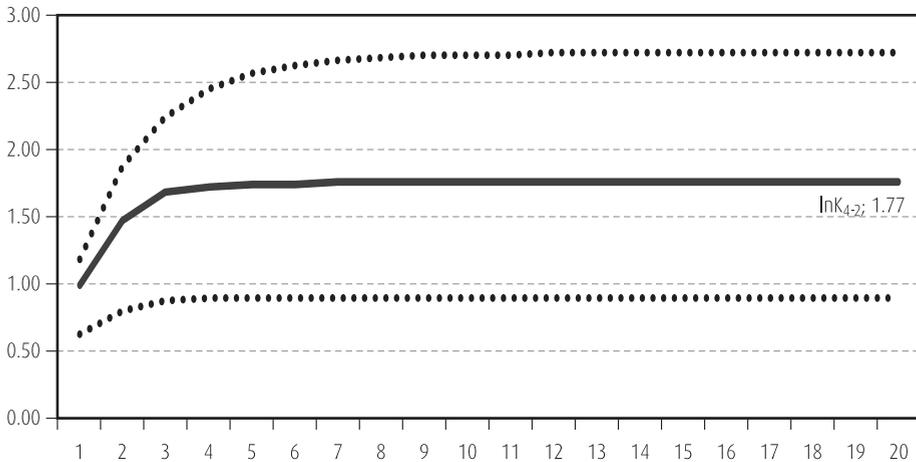


Gráfico 137

### FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL MAQUINARIA METÁLICA ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL

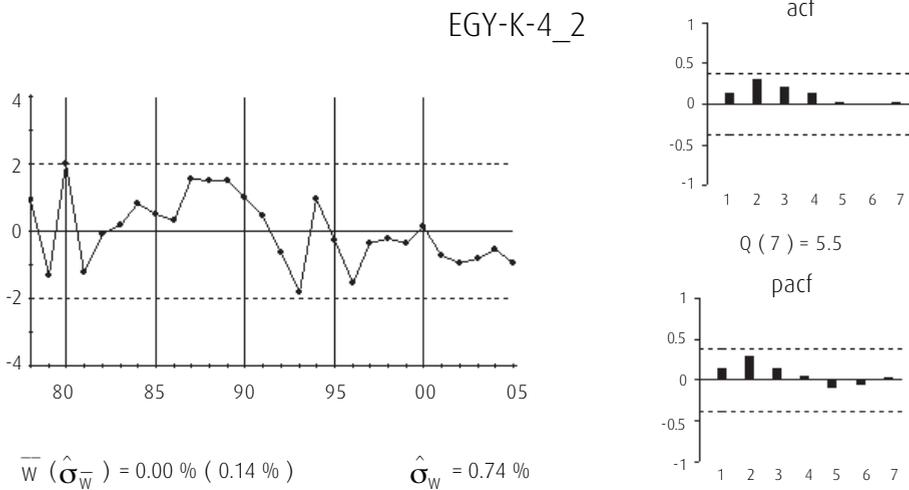


#### ■ 7.3.4. Anexo XXXIV. Estudio de la cointegración: capital maquinaria metálica ( $K_{42t}$ )

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{42t}$  y  $\nabla \ln \bar{K}_{42t}$ , se detecta formalmente una relación de cointegración.

Gráfico 138

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB  
RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL  
MAQUINARIA METÁLICA Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO



A continuación, se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 160, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Tabla 160

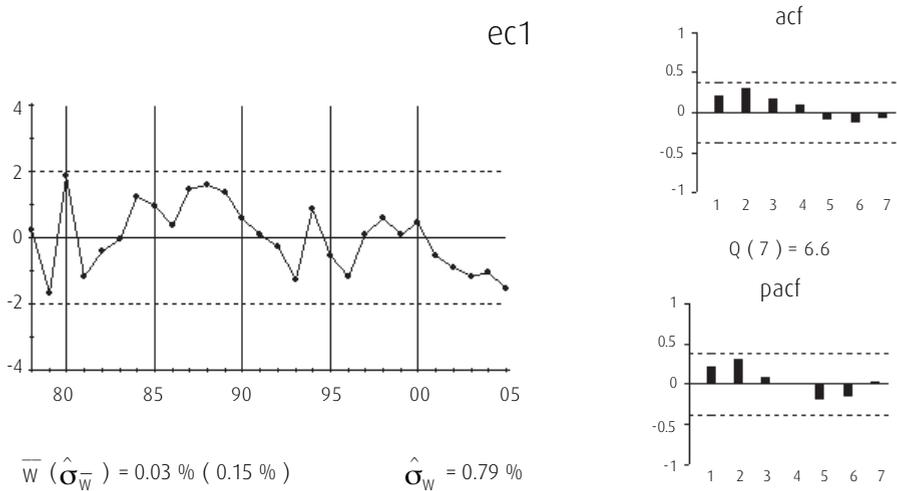
## TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (MAQUINARIA METÁLICA)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)			
	REIARDOS	EGY	ESTADÍSTICO T	EGM1	ESTADÍSTICO T	EGY_C	ESTADÍSTICO T	EGY_C_Ma	ESTADÍSTICO T	EGY_C_L
Valores	0	<b>-4.44 (95%)</b>	-3.19	-2.99	<b>-3.83 (95%)</b>	<b>-4.20 (95%)</b>	<b>-4.06 (95%)</b>	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.40	-3.04
Críticos	1	-2.21	-2.34	-3.83	-2.06	-2.09	-3.22	-2.06	-2.54	-2.83
Phillips Ouliaris	2	-1.70	-2.58	-2.28	-1.26	-1.69	-2.50	-1.29	-2.36	-2.17
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-1.21	-0.68	-1.92	-1.13	-1.32	-2.23	-1.13	<b>-3.69 (95%)</b>	<b>-3.19 (90%)</b>
10%			<b>-3.83</b>			<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>	
5%			<b>-4.11</b>			<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>	
1%			<b>-4.73</b>			<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias, donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 139) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 139

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [\text{LXXIV}]$$

Los resultados del test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se muestran en la tabla 161. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 161

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (VAR 1)					(DATOS:27)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>118.14</b>	<b>0.00</b>	<b>68.63</b>	<b>0.00</b>	
<b>Como mucho 1*</b>	<b>49.50</b>	<b>0.00</b>	<b>31.34</b>	<b>0.00</b>	
Como mucho 2	18.16	0.09	12.81	0.14	
Como mucho 3	5.35	0.25	5.35	0.25	
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2)					(DATOS:26)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>60.20</b>	<b>0.00</b>	<b>46.68</b>	<b>0.00</b>	
Como mucho 1	22.51	0.56	15.55	0.33	
Como mucho 2	6.96	0.90	5.41	0.85	
Como mucho 3	1.54	0.87	1.54	0.87	
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3)					(DATOS:25)
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)	
<b>Ninguna*</b>	<b>92.12</b>	<b>0.00</b>	<b>56.58</b>	<b>0.00</b>	
<b>Como mucho 1*</b>	<b>35.55</b>	<b>0.05</b>	<b>27.59</b>	<b>0.01</b>	
Como mucho 2	7.95	0.83	5.95	0.79	
Como mucho 3	2.01	0.78	2.01	0.78	

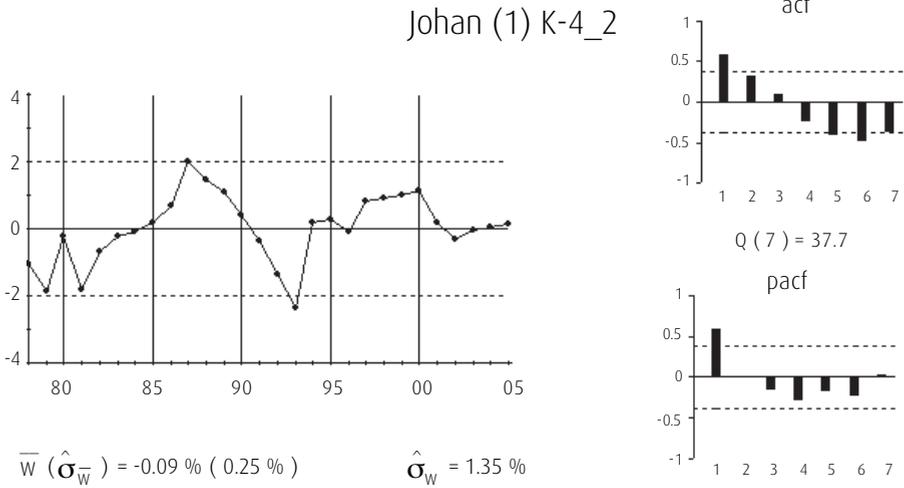
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

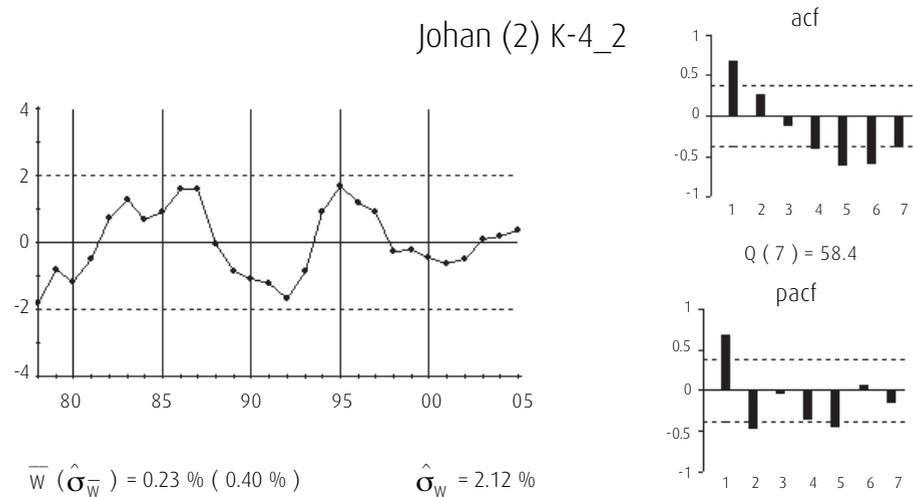
\*\*p-valores de Mackinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para valores de  $p = 2$ , el contraste sugiere una sola relación de cointegración, mientras que para  $p = 1$  y  $3$ , sugiere dos. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y, la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

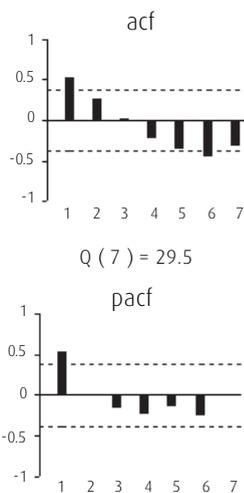
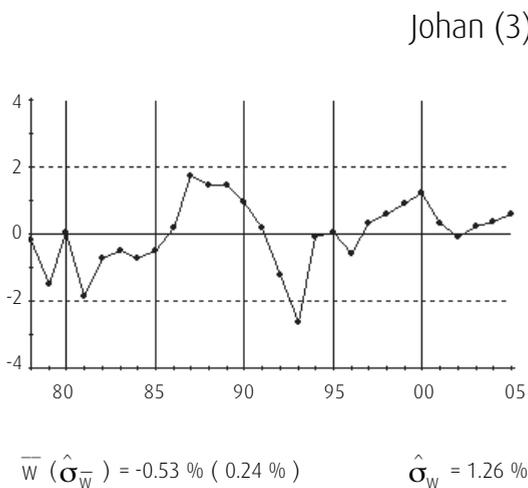
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.20_{(0.23)} \nabla \ln \bar{K}_{42t} - 0.15_{(0.04)} \nabla \ln K_{42t} - 0.02_{(0.007)}$$



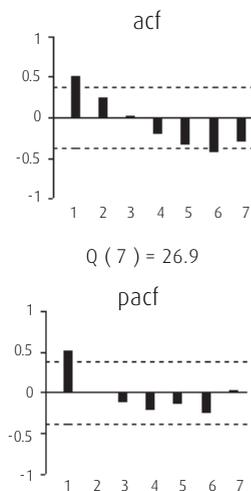
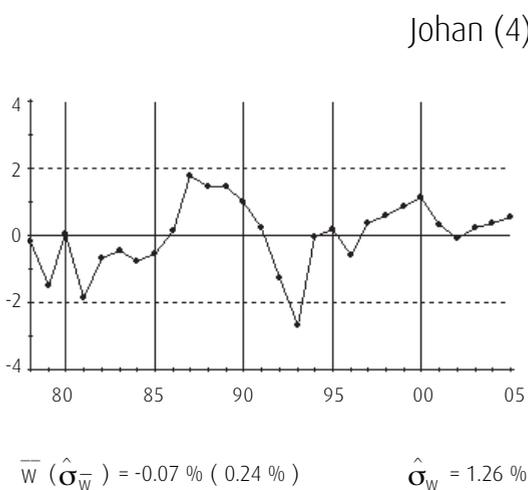
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 1.25_{(0.76)} \nabla \ln \bar{K}_{42t} - 1.14_{(0.15)} \nabla \ln K_{42t} + 0.07_{(0.02)}$$



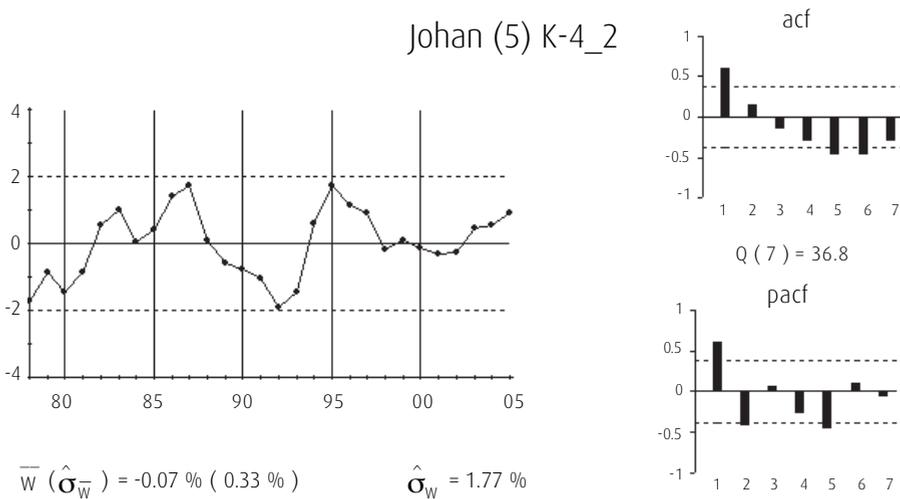
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t - 0.03_{(0.05)} \nabla \ln L_t + 1.01_{(0.19)} \nabla \ln \bar{K}_{42t} - 0.21_{(0.07)} \nabla \ln K_{42t} - 0.06_{(0.01)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(1)} = \nabla \ln Y_t + 1.07_{(0.10)} \nabla \ln \bar{K}_{42t} - 1.24_{(0.02)} \nabla \ln K_{42t} - 0.06_{(0.003)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 0.33_{(0.73)} \nabla \ln \bar{K}_{42t} - 1.00_{(0.13)} \nabla \ln K_{42t} + 0.03_{(0.02)}$$



También en este caso, el contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector  $(\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{42t}, \nabla \ln \bar{K}_{42t})'$ , se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 139.

### ■ 7.3.5. Anexo XXXV. Diagnóstico del modelo estimado: capital maquinaria metálica ( $K_{42t}$ )

La tabla 162 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR para el vector de variables  $I(1)$ . En este caso no se aprecia falta de coincidencia, ninguna de las raíces del polinomio característico está fuera del círculo unidad, pero se decide sobrep parametrizar y estimar un modelo VEC(2). El análisis de sus residuos y la significatividad de sus parámetros mostrarán si el modelo es adecuado.

Tabla 162

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES $I(1)$ (MAQUINARIA METÁLICA)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-25.67	-25.48
1	136.82	-31.23	-30.26
2	27.53	-31.67	-29.92
3	26.95	-32.64	-30.10

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 163) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 163

**CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC MAQUINARIA METÁLICA)**

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.23	0.29	0.36	0.12	0.06	0.17	0.34	0.11	0.20	0.20	0.29	0.30	0.21	0.20	0.25	0.08
2	-0.03	0.00	-0.06	0.20	-0.10	-0.02	-0.14	0.13	-0.16	-0.12	-0.29	-0.03	0.02	0.13	-0.09	0.17
3	0.02	-0.04	-0.30	-0.02	-0.15	-0.22	<b>-0.45</b>	-0.22	0.06	0.06	-0.17	0.05	-0.07	-0.04	-0.13	-0.15
4	-0.18	-0.09	-0.27	-0.39	-0.37	-0.17	-0.28	<b>-0.49</b>	-0.14	0.01	-0.08	-0.31	-0.24	-0.18	-0.26	-0.34
5	-0.19	-0.09	-0.11	-0.26	-0.24	-0.20	-0.20	-0.24	-0.33	-0.27	-0.26	-0.33	-0.31	-0.29	-0.36	<b>-0.44</b>

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 140 muestra los residuos, funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada serie de residuos.

Gráfico 140

**RESIDUOS DEL MODELO VEC (MAQUINARIA METÁLICA)**

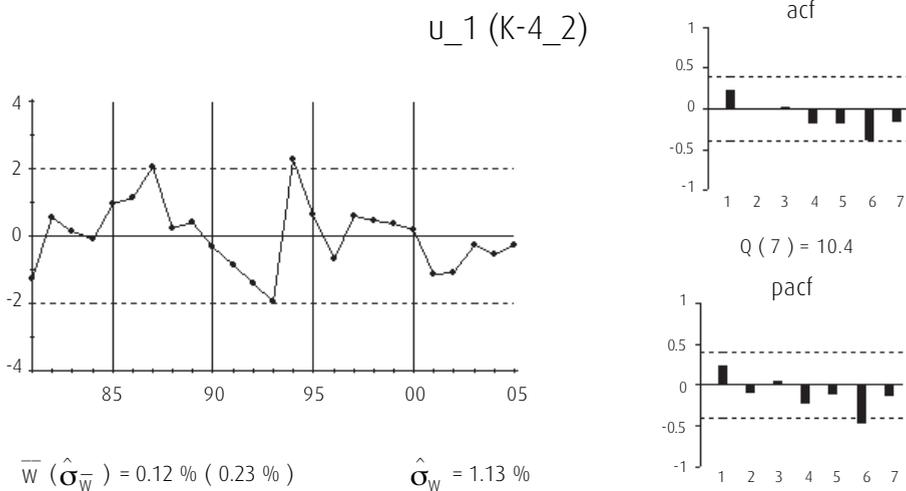


Gráfico 140 (continuación)

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (MAQUINARIA METÁLICA)

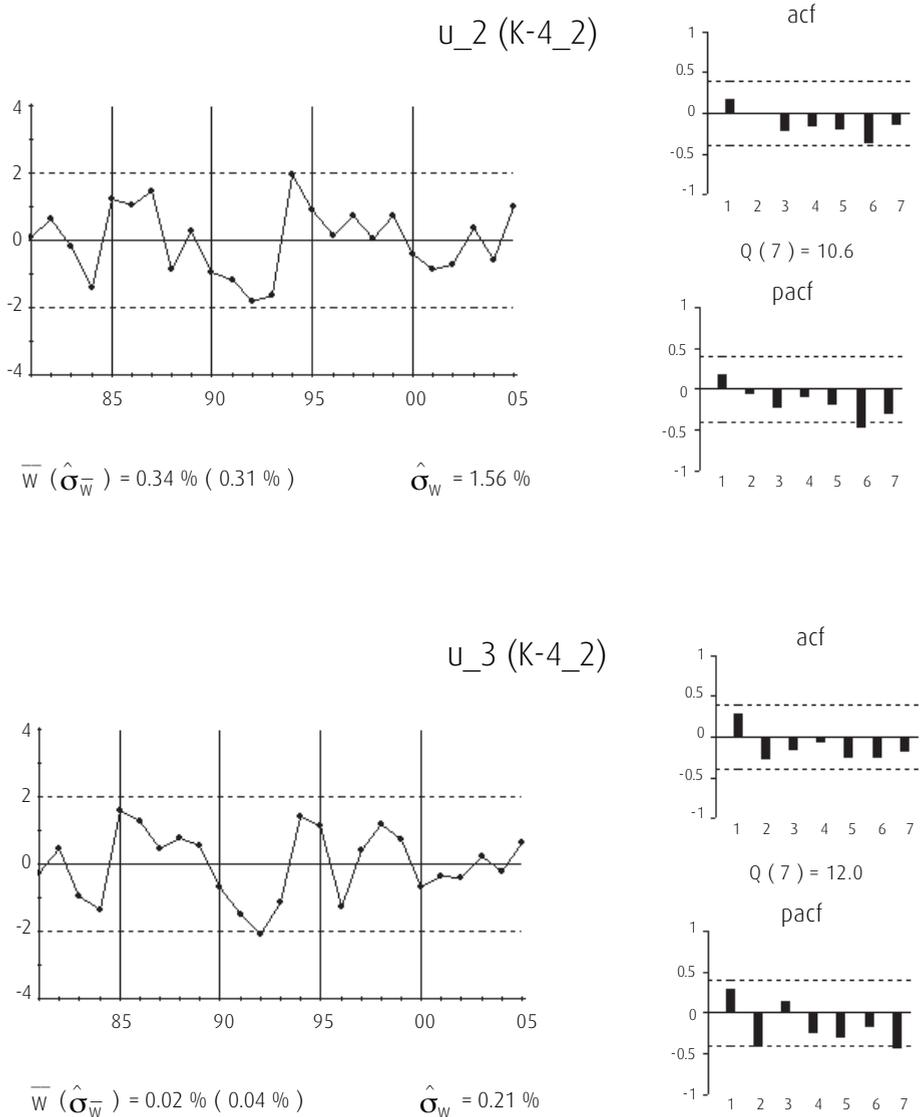
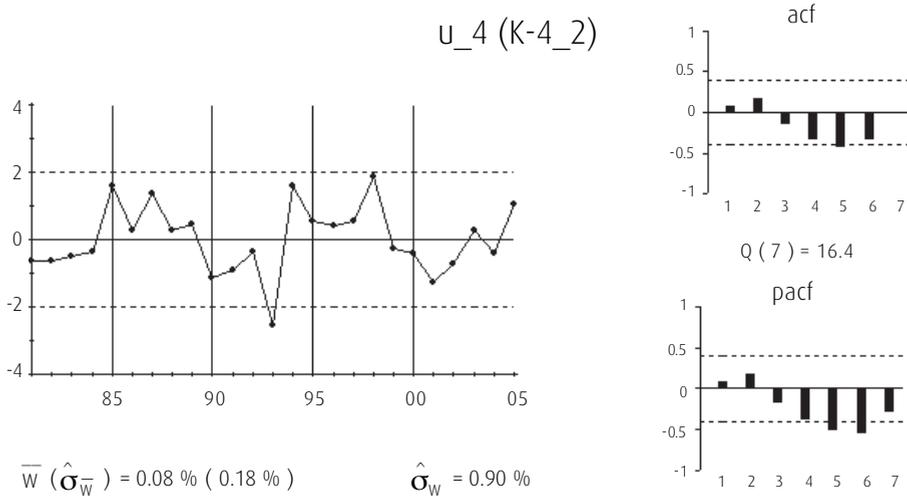


Gráfico 140 (continuación)

RESIDUOS DEL MODELO VEC (MAQUINARIA METÁLICA)



La tabla 164 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 164

AIC APLICADO A LOS RESIDUOS

Retardos	AIC
0	-30.43
1	-29.93
2	-29.80
3	-31.13

■ 7.4. CAPITAL OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE ( $K_{43t}$ )

■ 7.4.1. Estudio de la cointegración

El método Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) detecta la presencia de una única relación de cointegración en el vector de variables ( $\nabla \ln Y_t, \nabla \ln L_t, \nabla \ln K_{43t}, \nabla \ln \bar{K}_{43t}$ ). Dicha relación de cointegración es la misma que la encontrada en los dos estudios anteriores, es

decir, relaciona las tasas de crecimiento del PIB y del empleo. El método de Johansen (Johansen, 1988, 1991) no obstante detecta hasta tres relaciones de cointegración claramente no estacionarias. El estudio detallado se muestra en el anexo de la página 428.

#### ■ 7.4.2. Estimación del modelo

El modelo VEC elaborado a partir de los datos se muestra en la tabla 165. Los coeficientes se han estimado de manera conjunta por MCG. La diagnosis del modelo se detalla en el anexo de la página 435.

Tabla 165

### VEC ESTIMADO POR MCG (OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t}$	$\nabla^2 \ln K_{42t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.64 (0.17)			0.37 (0.22)
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.24 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t-1}$			0.63 (0.12)	
$\nabla^2 \ln K_{42t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25 (0.10)		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{42t-1}$			0.08 (0.11)	
$\nabla^2 \ln K_{42t-1}$			0.01 (0.02)	

Cada columna corresponde a una ecuación. Desviaciones típicas entre paréntesis.

La matriz de correlaciones instantáneas entre los residuos ( $\rho$ ) es:

$$\rho = \begin{pmatrix} 1 & 0.81 & 0.80 & 0.45 \\ & 1 & 0.85 & 0.51 \\ & & 1 & 0.56 \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LXXV}]$$

Dada la significatividad de la correlación instantánea residual entre los capitales, en este caso se hace necesario hacer un segundo supuesto adicional. El capital transporte de vehículos a motor se ve afectado instantáneamente por su complementario según la ecuación [I] del MRC. Por lo que la matriz de diagonalización ( $P_{Kt}$ ) queda.

$$P_{Kt} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -4.08 & 1 \end{pmatrix}$$

Y la estimación de la matriz de ortogonalización  $\Pi(0)$  queda:

$$\Pi(0) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3.79 & -0.01 \\ & 1 & -5.63 & -0.05 \\ & & 1 & 0 \\ & & -4.08 & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{LXXVI}]$$

El modelo VEC ortogonalizado, resultado de la multiplicación del modelo de la tabla 165 por  $\Pi(0)$  se muestra en la tabla 166.

Tabla 166

### MODELO VEC ORTOGONALIZADO (OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla^2 \ln Y_t$	$\nabla^2 \ln L_t$	$\nabla^2 \ln \bar{K}_{43t}$	$\nabla^2 \ln K_{43t}$
$\xi_{1t-1}$	-0.64			
$\nabla^2 \ln Y_{t-1}$		-0.02		0.37
$\nabla^2 \ln L_{t-1}$		0.24		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{43t-1}$	-2.38	-3.53	0.63	-2.56
$\nabla^2 \ln K_{43t-1}$				
$\nabla^2 \ln Y_{t-2}$				
$\nabla^2 \ln L_{t-2}$		-0.25		
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{43t-2}$	-0.29	-0.43	0.08	-0.31
$\nabla^2 \ln K_{43t-2}$	-0.03	-0.05	0.01	-0.03
$\nabla^2 \ln \bar{K}_{43t}$	3.79	5.63		4.08
$\nabla^2 \ln K_{43t}$	0.01	0.05		

Cada columna corresponde una ecuación.

En este modelo se aprecia como la producción se ajusta instantáneamente, al *stock* de capital complementario y al capital otra maquinaria, con el signo esperado, y de forma retardada, a éstos y a los desequilibrios entre las tasas de variación de la producción y el empleo. Por su parte, el empleo reacciona instantáneamente y de forma retardada, con los signos esperados, al capital complementario y al capital otra maquinaria. El *stock* de capital otra maquinaria responde de forma retardada y positiva a la producción y al capital complementario, mientras que éste sólo responde al capital otra maquinaria.

Por tanto, un *shock* en el *stock* de capital otra maquinaria producirá instantáneamente una variación en la tasa de crecimiento del empleo y del PIB, lo que provocará un desequilibrio entre las tasas de crecimiento del empleo y la producción. Posteriormente, el empleo, la producción y el capital otra maquinaria irán ajustándose hasta conseguir restablecer el equilibrio perdido.

La representación VAR, en primeras diferencias, del modelo anterior, viene recogida en la tabla 167.

Tabla 167

### MODELO VAR ORTOGONALIZADO (OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE)

VARIABLES DEPENDIENTES	ECUACIONES			
	$\nabla \ln Y_t$	$\nabla \ln L_t$	$\nabla \ln \bar{K}_{43t}$	$\nabla \ln K_{43t}$
$\mu$	0.01			
$\nabla \ln Y_{t-1}$	0.36	-0.02		0.37
$\nabla \ln L_{t-1}$	0.30	1.24		
$\nabla \ln \bar{K}_{43t-1}$	-6.17	-9.15	1.63	-6.64
$\nabla \ln K_{43t-1}$	-0.01	-0.05		1.00
$\nabla \ln Y_{t-2}$		0.02		-0.37
$\nabla \ln L_{t-2}$		-0.48		
$\nabla \ln \bar{K}_{43t-2}$	2.08	3.09	-0.55	2.24
$\nabla \ln K_{43t-2}$	-0.03	-0.05	0.01	-0.03
$\nabla \ln Y_{t-3}$				
$\nabla \ln L_{t-3}$		0.25		
$\nabla \ln \bar{K}_{43t-3}$	0.29	0.43	-0.08	0.31
$\nabla \ln K_{43t-3}$	0.03	0.05	-0.01	0.03
$\nabla \ln \bar{K}_{43t}$	3.79	5.63		4.08
$\nabla \ln K_{43t}$	0.01	0.05		

Cada columna corresponde a una ecuación.

A partir de esta última representación, se estiman los parámetros siguientes del modelo [V] del MRC:

$$\pi_z(B) = \begin{bmatrix} 1 - 0.36B & -0.30B \\ 0.02B - 0.02B^2 & 1 - 1.24B + 0.48B^2 - 0.25B^3 \end{bmatrix}$$

$$-\pi_z(B)\nu_z(B) = \begin{bmatrix} 6.17B - 2.08B^2 - 0.29B^3 - 3.79 & 0.01B + 0.03B^2 - 0.03B^3 - 0.01 \\ 9.15B - 3.09B^2 - 0.43B^3 - 5.63 & 0.05B + 0.05B^2 - 0.05B^3 - 0.05 \end{bmatrix}$$

$$-P_{K_t}\pi_K(B)\nu_K(B) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -0.53B + 0.53B^2 & 0 \end{bmatrix} \quad [\text{LXXVII}]$$

$$P_{K_t}\pi_K(B) = \begin{bmatrix} 1 - 1.63B + 0.55B^2 + 0.08B^3 & -0.01B + 0.01B^2 \\ 6.64B - 2.24B^2 - 0.31B^3 - 4.08 & 1 - B + 0.03B^2 - 0.03B^3 \end{bmatrix}$$

$$P_{K_t} = I; \quad Z_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln Y_t - 0.01 \\ \nabla \ln L_t \end{bmatrix}; \quad K_t = \begin{bmatrix} \nabla \ln \bar{K}_{43t} \\ \nabla \ln K_{43t} \end{bmatrix}$$

#### ■ 7.4.3. Funciones de respuesta a una perturbación permanente en el stock de capital otra maquinaria y software ( $K_{43t}$ )

La estimación de las respuestas se obtiene a partir de la expresión [VIII] del MRC. La tabla 168 muestra las funciones de respuesta de  $\ln Y_t$ ,  $\ln L_t$ ,  $\ln K_{43t}$  y  $\ln \bar{K}_{43t}$  ante un *shock* permanente unitario en  $\ln K_{23t}$ . La tabla 169 muestra las bandas de confianza al 95%, calculadas mediante el método Bootstrap (100 iteraciones).

Tabla 168

#### FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{4-3}$	$\ln K_{4-3}$
1	0.01	0.05	0.00	1.00
2	0.01	0.06	0.00	1.00
3	0.03	0.05	0.01	1.01
4	0.02	0.05	0.01	1.01
5	0.02	0.05	0.01	1.01
6	0.02	0.05	0.02	1.01
7	0.02	0.05	0.02	1.01
8	0.02	0.05	0.02	1.01

Tabla 168 (continuación)

**FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL AGREGADO OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE**

PERÍODO	$\ln Y$	$\ln L$	$\ln \bar{K}_{4-3}$	$\ln K_{4-3}$
9	0.02	0.05	0.02	1.01
10	0.02	0.05	0.02	1.01
11	0.02	0.05	0.03	1.01
12	0.02	0.05	0.03	1.01
13	0.02	0.05	0.03	1.01
14	0.02	0.05	0.03	1.01
15	0.02	0.05	0.03	1.01
16	0.02	0.05	0.03	1.01
17	0.02	0.05	0.03	1.01
18	0.02	0.05	0.03	1.01
19	0.02	0.05	0.03	1.01
20	0.02	0.05	0.03	1.01

Tabla 169

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE**

PERÍODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{4-3})$	$\sigma_2(\bar{K}_{4-3})$	$\sigma_1(K_{4-3})$	$\sigma_2(K_{4-3})$
1	-0.18	0.17	-0.21	0.30	0.00	0.00	0.74	1.13
2	-0.10	0.12	-0.26	0.39	0.00	0.00	0.73	1.12
3	-0.12	0.17	-0.26	0.32	-0.04	0.03	0.75	1.12
4	-0.12	0.17	-0.26	0.27	-0.07	0.06	0.76	1.12
5	-0.12	0.14	-0.26	0.27	-0.10	0.08	0.76	1.12
6	-0.12	0.13	-0.26	0.30	-0.12	0.09	0.76	1.13
7	-0.12	0.14	-0.26	0.31	-0.13	0.10	0.76	1.13
8	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.14	0.10	0.76	1.13
9	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.14	0.10	0.76	1.13
10	-0.12	0.14	-0.26	0.29	-0.15	0.11	0.76	1.13
11	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.16	0.11	0.76	1.13
12	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.16	0.12	0.76	1.13
13	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.17	0.12	0.76	1.13

Tabla 169 (continuación)

**BANDAS DE CONFIANZA DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA  
A UNA PERTURBACIÓN PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL  
OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE**

PERÍODO	BANDAS AL 95% DE CONFIANZA (BOOTSTRAP)							
	$\sigma_1(Y)$	$\sigma_2(Y)$	$\sigma_1(L)$	$\sigma_2(L)$	$\sigma_1(\bar{K}_{4-3})$	$\sigma_2(\bar{K}_{4-3})$	$\sigma_1(K_{4-3})$	$\sigma_2(K_{4-3})$
14	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.17	0.12	0.76	1.13
15	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.17	0.12	0.76	1.13
16	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.17	0.12	0.76	1.13
17	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.17	0.12	0.76	1.13
18	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.17	0.12	0.76	1.13
19	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.17	0.12	0.76	1.13
20	-0.12	0.14	-0.26	0.30	-0.18	0.12	0.76	1.13

A largo plazo, la inercia y los efectos de retroalimentación, hacen que el *shock* inicial permanente, de un punto porcentual en el *stock* de otra maquinaria y *software*, se convierta, al cabo de 10 años en 1.01pp. Este cambio permanente de nivel, provoca cambios permanentes en los niveles de producción, capital complementario y empleo, de 0.02pp, 0.03pp y 0.05pp, respectivamente, por lo que la elasticidad a largo plazo sobre el PIB se estima en el 0.02%, del capital complementario de 0.03% y la del empleo en el 0.05%.

Tanto la producción como el empleo reaccionan instantáneamente. Al cabo de cuatro años, la producción y el empleo habrán alcanzado su nuevo nivel de equilibrio, por lo que puede decirse que el ajuste de estas variables se lleva a cabo rápidamente.

El gráfico 141, gráfico 142 y gráfico 143 muestran la forma de estas respuestas junto con sus bandas de confianza.

Gráfico 141

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL PIB ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE

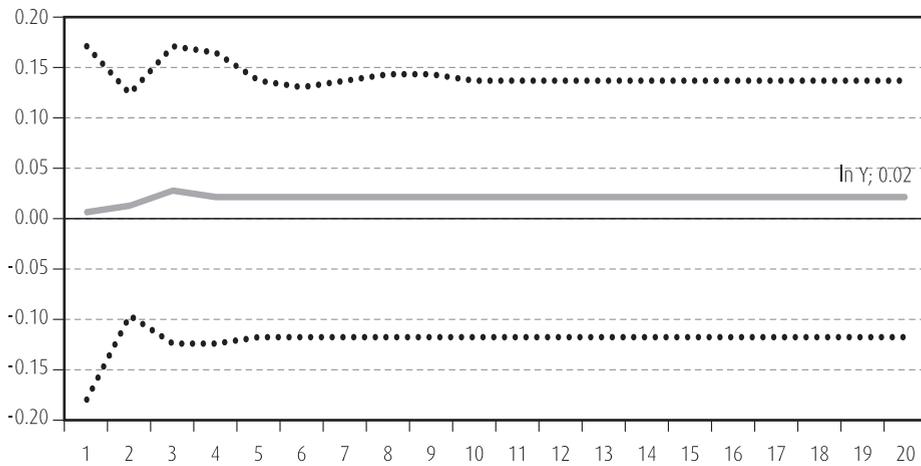


Gráfico 142

FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL EMPLEO ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN EL STOCK DE CAPITAL OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE

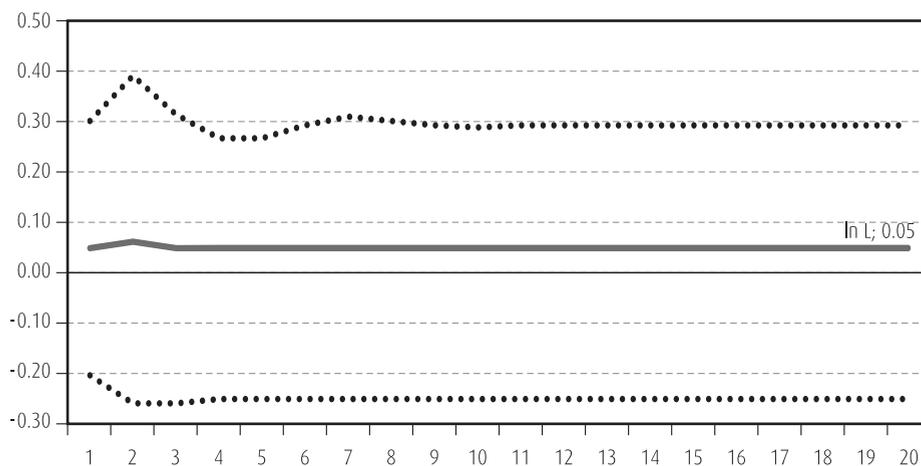
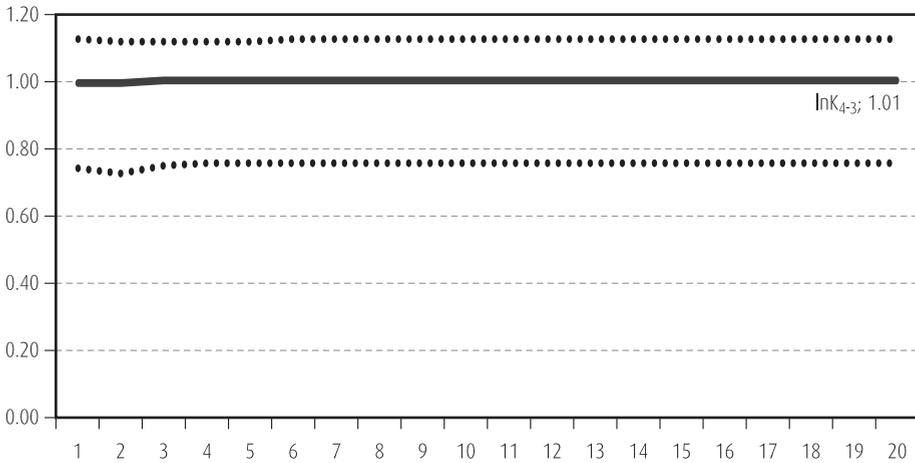


Gráfico 143

**FUNCIÓN DE RESPUESTA DEL CAPITAL OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE ANTE UNA PERTURBACIÓN UNITARIA PERMANENTE EN DICHO CAPITAL**



**7.4.4. Anexo XXXVI. Estudio de la cointegración: capital otra maquinaria y software ( $K_{43t}$ )**

Utilizando el método de Engel y Granger (Engel y Granger, 1987) para el estudio de las relaciones de cointegración entre las variables  $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{43t}$ ,  $\nabla \ln \bar{K}_{43t}$ , se detectan formalmente dos relaciones de cointegración, de acuerdo con los valores del estadístico correspondiente (ADF en este caso), pero al igual que en todos los análisis anteriores, una de ellas claramente no estacionaria (gráfico 145). Por lo tanto, se opta por suponer la existencia de una sola relación de cointegración (gráfico 144) y confiar en el análisis gráfico.

A continuación y tomando como relación de cointegración la segunda (gráfico 144), se estudia si ésta se mantiene al excluir alguna de las variables que la integran. Como muestra la tabla 170, el contraste ADF rechaza la presencia de relaciones de cointegración en las regresiones que sólo incluyen las variables de capital. Sin embargo, cuando cada uno de los capitales se excluye por separado, los residuos se mantienen  $I(0)$ . Lo mismo pasa cuando ambos capitales son excluidos de la regresión.

Gráfico 144

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PIB RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO, CAPITAL OTRA MAQUINARIA Y *SOFTWARE* Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

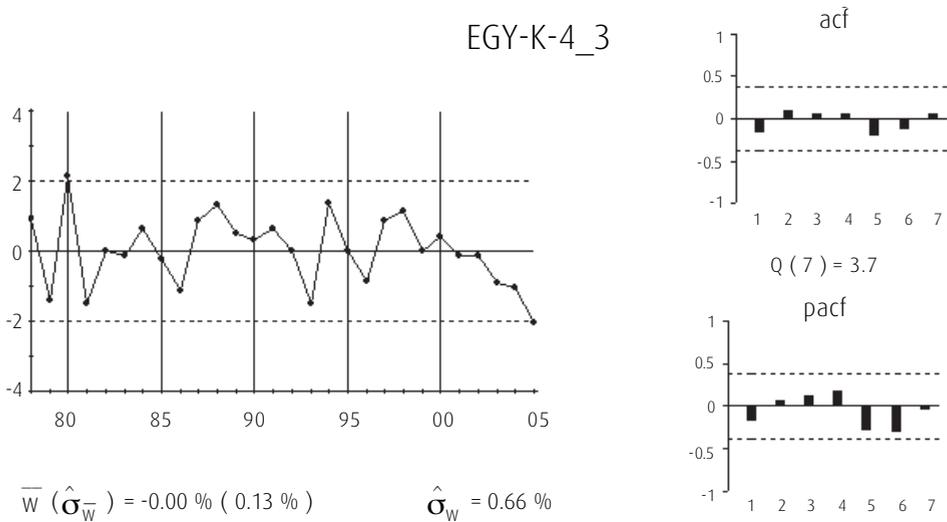


Gráfico 145

RESIDUOS DE LA REGRESIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO RESPECTO A LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CAPITAL OTRA MAQUINARIA Y *SOFTWARE* Y SU CAPITAL COMPLEMENTARIO

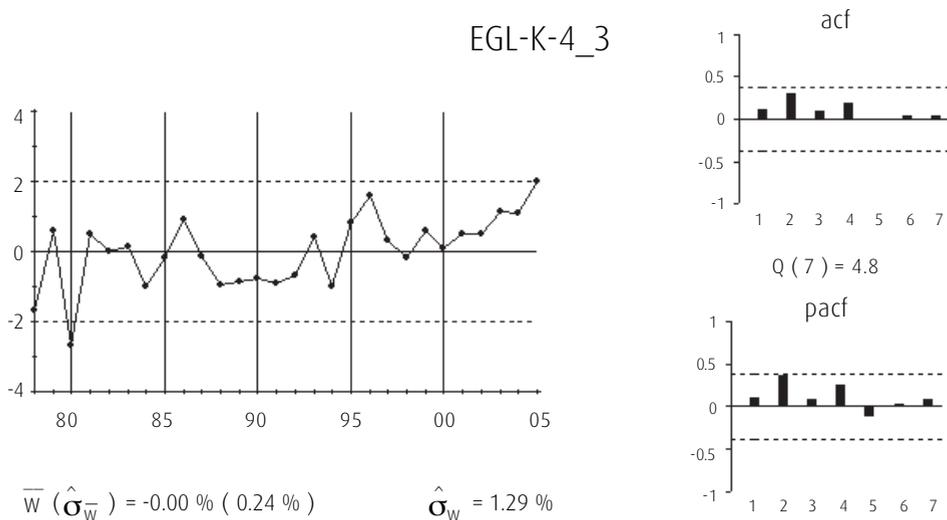


Tabla 1.70

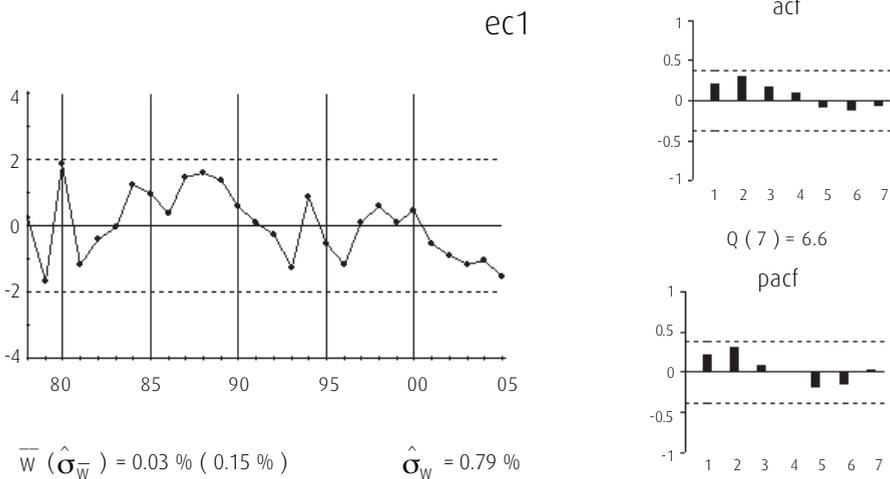
## TEST DE COINTEGRACIÓN POR EL MÉTODO ENGEL Y GRANGER (OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE)

ADF: ESTADÍSTICO T	(3 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(2 REGRESORES Y TÉRMINO CONSTANTE)			(1 REGRESOR Y TÉRMINO CONSTANTE)			
	EGY	EGL	EGC	EGMs	EGY_Ms	EGY_C	EGY_L	EGY_C_Ms	EGY_Ms_L	EGY_C_L
RETARDOS	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T	ESTADÍSTICO T
Valores	0	<b>-5.85 (99%)</b>	<b>-4.38 (95%)</b>	3.13	-3.14	<b>-4.47 (99%)</b>	-3.09	<b>-3.85 (95%)</b>	-2.53	-3.09
Críticos	1	-2.94	-1.68	-2.10	-2.36	-2.39	-2.64	-2.06	-2.69	-2.65
Phillips Ouliaris	2	-1.82	-1.88	-3.24	-1.73	-0.96	-1.88	-1.29	-2.34	-1.89
(Phillips Ouliaris, 1990)	3	-0.81	-0.39	-2.84	-1.34	-0.80	-2.50	-1.13	<b>-3.87 (95%)</b>	-2.54
10%			<b>-3.83</b>			<b>-3.45</b>			<b>-3.07</b>	
5%			<b>-4.11</b>			<b>-3.77</b>			<b>-3.37</b>	
1%			<b>-4.73</b>			<b>-4.31</b>			<b>-3.96</b>	

Test ADF aplicado a los residuos de las regresiones en variables no estacionarias; donde después del guión aparecen las variables excluidas de las mismas.

La relación de cointegración (gráfico 146) presente en los datos, parece ser la misma que la encontrada en el estudio de anteriores capitales.

Gráfico 146

RELACIÓN DE COINTEGRACIÓN ( $\xi_{1t}$ )

$$\xi_{1t} = \nabla \ln Y_t - 0.47_{(0.05)} \nabla \ln L_t - 0.02_{(0.001)} \quad [\text{LXXVIII}]$$

Los resultados del test de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se muestran en la tabla 171. La primera columna recoge la hipótesis nula «número máximo de relaciones de cointegración», la segunda recoge el valor del estadístico «Traza», la tercera su p-valor, la cuarta el valor del estadístico «Máximo Autovalor» y la quinta su p-valor.

Tabla 171

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 0 A 0 (DATOS:27) (VAR 1)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>113.25</b>	<b>0.00</b>	<b>71.51</b>	<b>0.00</b>
<b>Como mucho 1*</b>	<b>41.73</b>	<b>0.01</b>	<b>27.23</b>	<b>0.01</b>
Como mucho 2	14.50	0.26	10.90	0.26
Como mucho 3	3.59	0.48	3.59	0.48

Tabla 171 (continuación)

## TEST DE JOHANSEN (JOHANSEN, 1988, 1991)

RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 1 (VAR 2) (DATOS:26)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>54.10</b>	<b>0.05</b>	<b>32.28</b>	<b>0.02</b>
Como mucho 1	21.81	0.61	12.93	0.56
Como mucho 2	8.88	0.75	7.12	0.65
Como mucho 3	1.76	0.82	1.76	0.82
RETARDOS (EN PRIMERAS DIFERENCIAS): 1 A 2 (VAR 3) (DATOS:25)				
H0: NÚMERO DE RELACIONES DE COINTEGRACIÓN	EST. TRAZA	P-VALOR	EST. MÁX. AUTOVALOR	P-VALOR (**)
<b>Ninguna*</b>	<b>78.75</b>	<b>0.00</b>	<b>54.31</b>	<b>0.00</b>
Como mucho 1	24.44	0.43	16.20	0.28
Como mucho 2	8.25	0.80	6.99	0.67
Como mucho 3	1.25	0.92	1.25	0.92

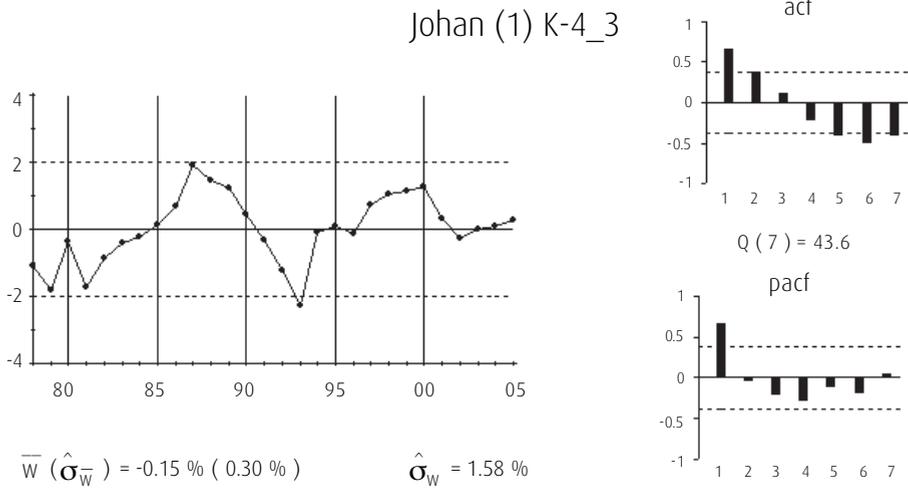
Test realizado con término constante en las relaciones de cointegración.

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 95% de confianza.

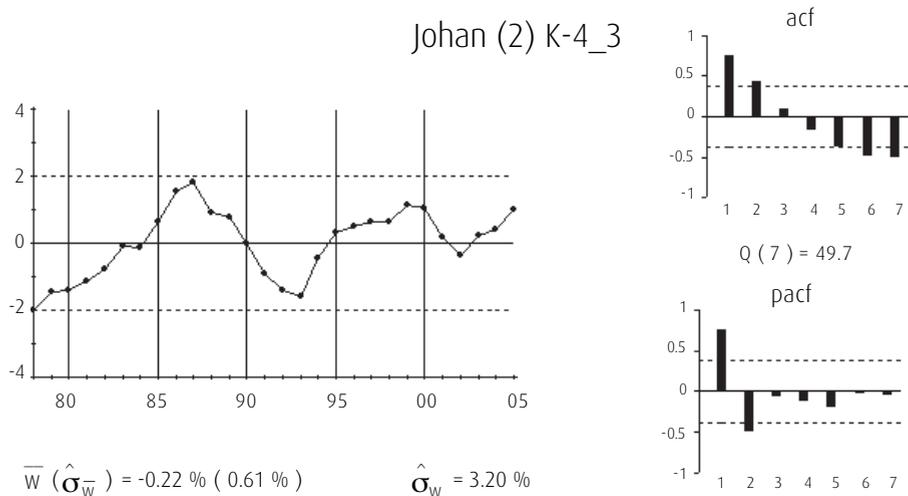
\*\*p-valores de MacKinnon-Haug-Michelis (1999).

El contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) se lleva a cabo para tres órdenes diferentes del proceso VAR(p),  $p = 1, 2$  y  $3$ . Para valores de  $p = 2$ , el contraste sugiere una sola relación de cointegración, mientras que para  $p = 1$  y  $3$ , sugiere dos. Los siguientes gráficos corresponden a las relaciones de cointegración obtenidas. Todas ellas presentan clara tendencia, y, la falta de convergencia de su ACF ratifica que no son estacionarias.

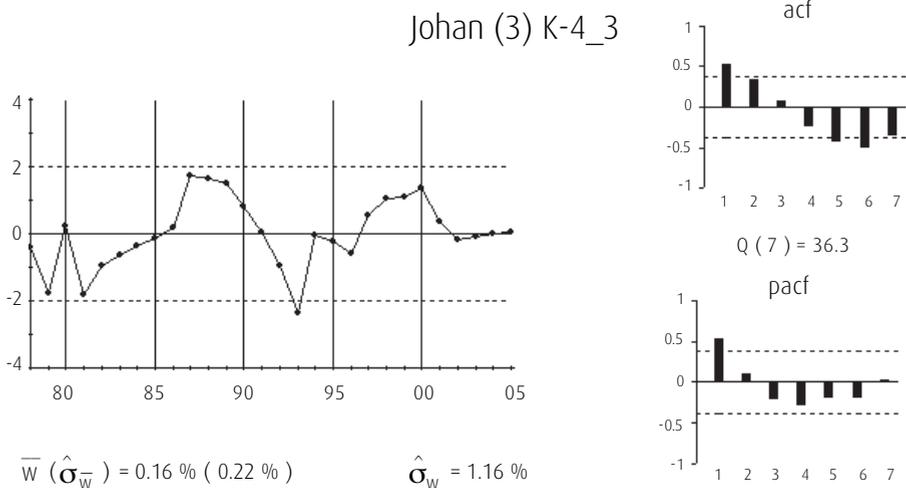
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(1)} = \nabla \ln Y_t - 0.56_{(0.19)} \nabla \ln \bar{K}_{43t} + 0.05_{(0.04)} \nabla \ln K_{43t} - 0.01_{(0.01)}$$



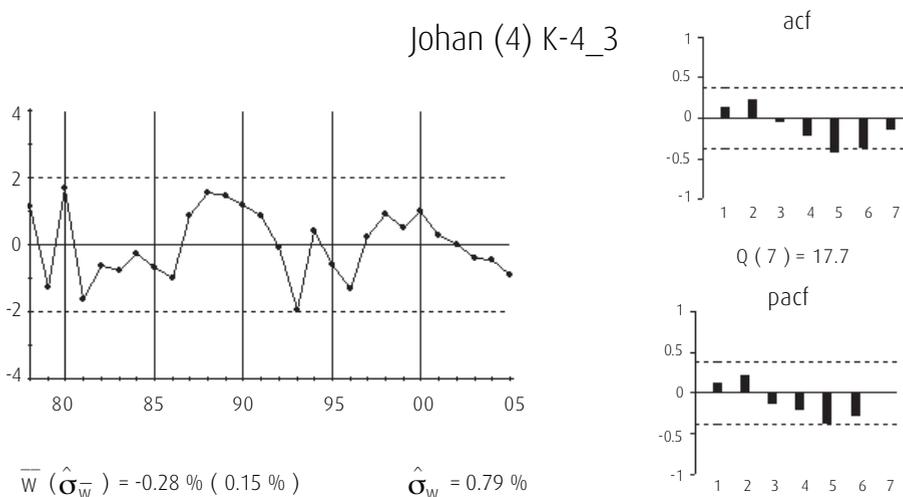
$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(1)ec(2)} = \nabla \ln L_t - 3.88_{(0.64)} \nabla \ln \bar{K}_{43t} + 0.53_{(0.14)} \nabla \ln K_{43t} + 0.08_{(0.02)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(2)} = \nabla \ln Y_t - 0.19_{(0.04)} \nabla \ln L_t + 0.23_{(0.14)} \nabla \ln \bar{K}_{43t} - 0.01_{(0.03)} \nabla \ln K_{43t} - 0.03_{(0.004)}$$



$$\text{Johansen (Johansen, 1988, 1991)}_{VAR(3)} = \nabla \ln Y_t - 0.42_{(0.02)} \nabla \ln L_t + 1.02_{(0.09)} \nabla \ln \bar{K}_{43t} - 0.12_{(0.02)} \nabla \ln K_{43t} - 0.05_{(0.002)}$$



También en este caso, el contraste de Johansen (Johansen, 1988, 1991) muestra resultados extraños, en el estudio de la cointegración entre las variables del vector ( $\nabla \ln Y_t$ ,  $\nabla \ln L_t$ ,  $\nabla \ln K_{43t}$ ,  $\nabla \ln \bar{K}_{43t}$ ), se confía en el análisis gráfico y el contraste ADF para determinar que entre las variables del vector se detecta únicamente la relación de cointegración representada en el gráfico 146.

#### ■ 7.4.5. Anexo XXXVII. Diagnóstico del modelo estimado: capital otra maquinaria y software ( $K_{43t}$ )

La tabla 172 recoge los valores de los estadísticos AIC, BIC y LR para distintos órdenes del VAR para el vector de variables I(1). En este caso no se aprecia falta de coincidencia, ninguna de las raíces del polinomio característico está fuera del círculo unidad, pero se decide sobreparametrizar y estimar un modelo VEC(2). El análisis de sus residuos y la significatividad de sus parámetros mostrarán si el modelo es adecuado.

Tabla 172

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR DEL VECTOR DE VARIABLES I(1) (OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE)

RETARDOS	LR	AIC	BIC
0	NA	-24.22	-24.03
1	127.87	-29.34	-28.36
2	19.26	-29.26	-27.50
3	32.98	-30.73	-28.19

Las funciones de correlaciones cruzadas residuales (tabla 173) no muestran grandes valores por lo que un VEC(2) parece ser adecuado para representar la estructura de correlaciones dinámicas en los datos.

Tabla 173

#### CORRELOGRAMA CRUZADO RESIDUAL (VEC OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE)

RETARDOS	r11	r12	r13	r14	r21	r22	r23	r24	r31	r32	r33	r34	r41	r42	r43	r44
1	0.22	0.29	0.29	0.31	0.05	0.16	0.29	0.24	0.22	0.24	0.30	0.24	0.08	0.04	0.31	0.26
2	-0.03	-0.01	0.03	0.12	-0.09	-0.03	-0.04	0.11	-0.18	-0.11	-0.19	0.11	0.02	0.08	-0.06	-0.21
3	0.02	-0.05	-0.19	-0.20	-0.13	-0.22	-0.37	-0.25	-0.02	-0.03	-0.14	-0.19	-0.12	0.10	-0.19	-0.13
4	-0.18	-0.09	-0.29	-0.33	-0.36	-0.16	-0.34	<b>-0.44</b>	-0.21	-0.09	-0.24	-0.38	-0.16	0.09	0.03	-0.09
5	-0.19	-0.08	-0.16	0.00	-0.24	-0.20	-0.23	-0.07	-0.34	-0.29	-0.36	-0.01	-0.14	-0.20	-0.12	-0.04

La desviación típica ( $\sigma$ ) = 0.2.

El gráfico 147 muestra los residuos, funciones de autocorrelación simple y funciones de autocorrelación parcial de cada serie de residuos.

Gráfico 147

RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE)

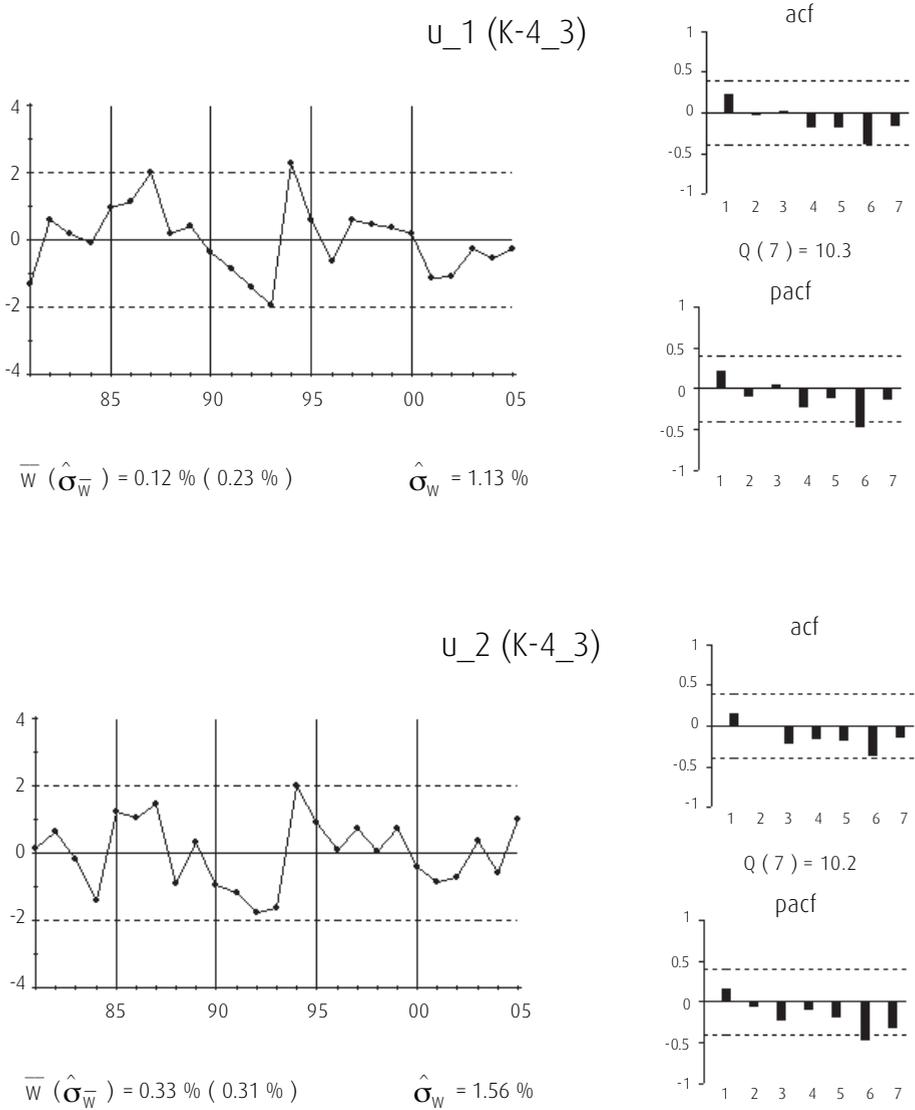
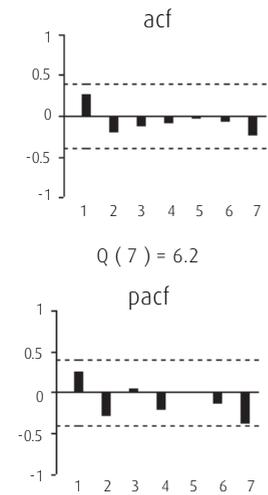
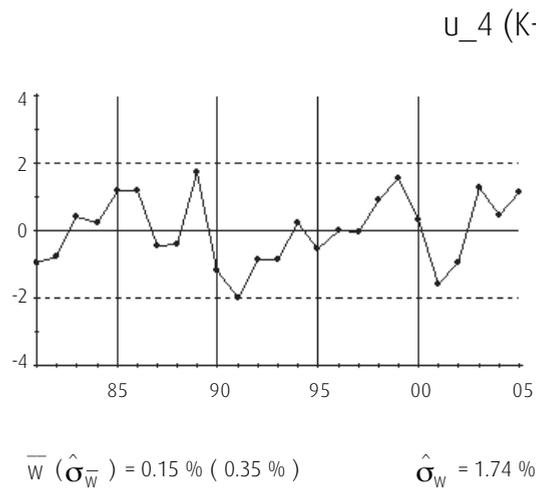
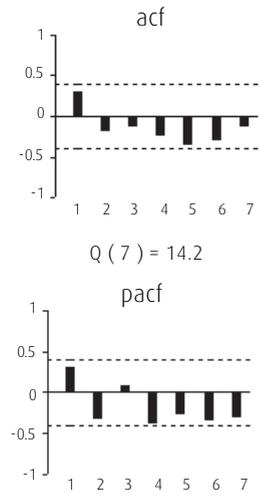
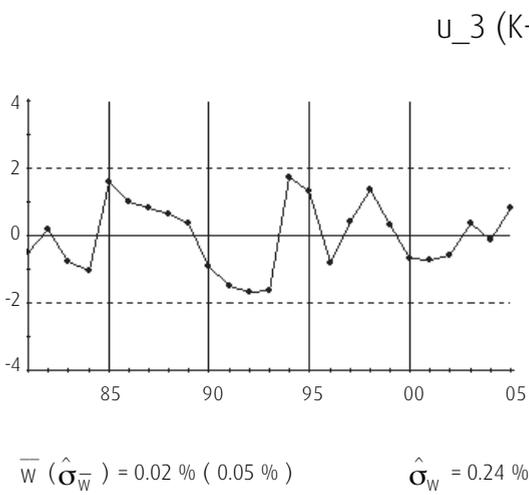


Gráfico 147 (continuación)

## RESIDUOS DEL MODELO VEC (OTRA MAQUINARIA Y SOFTWARE)



La tabla 174 recoge el estadístico AIC sobre los residuos, para distintos órdenes del posible proceso generador VAR, indicando una estructura de ruido blanco para los mismos.

Tabla 174

**AIC APLICADO A LOS RESIDUOS**

Retardos	AIC
0	-28.62
1	-28.48
2	-28.31
3	-29.30

## XIV

## CAPÍTULO 8. ESTUDIO COMPARADO DE LOS EFECTOS DE LOS DISTINTOS CAPITALES

Los efectos de cada tipo de capital sobre la producción, sobre el empleo o sobre su complementario son positivos. Éstos no sólo son instantáneos sino que también se generan a lo largo de varios periodos.

Se encuentra una relación de cointegración, de equilibrio a largo plazo entre la tasa de crecimiento del producto y del empleo. Tan sólo si se aísla el capital aeroportuario, se encuentra, además, otra relación de cointegración en la que la tasa de crecimiento del empleo se relaciona positivamente con las tasas de crecimiento del PIB y de dicho capital.

En la tabla 175 se presentan las elasticidades estimadas a largo plazo para cada tipo de capital, tanto sobre el PIB como sobre el empleo.

Tabla 175

### ELASTICIDADES A LARGO PLAZO ESTIMADAS POR TIPO DE CAPITAL

ELASTICIDADES	PIB	EMPLEO
1. Viviendas	0.29%	0.61%
2. Otras construcciones	0.46%	0.99%
2.1. Infraestructuras viarias	0.04%	0.08%
2.2. Infraestructuras hidráulicas públicas	0.12%	0.25%
2.3. Infraestructuras ferroviarias	0.19%	0.39%
2.4. Infraestructuras aeroportuarias	0.40%	0.80%
2.5. Infraestructuras portuarias	0.00%	0.00%
2.6. Infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales	0.02%	0.03%
2.7. Otras construcciones n. c. o. p.	0.20%	0.42%
3. Equipo de transporte	0.10%	0.21%
3.1. Vehículos de motor	0.08%	0.16%
3.2. Otro material de transporte	0.11%	0.23%
4. Maquinaria, material de equipo y otros productos	0.17%	0.36%
4.1. Productos de agricultura, ganadería y pesca	0.03%	0.05%
4.2. Productos metálicos y maquinaria	0.15%	0.33%
4.3. Otros productos	0.02%	0.05%

Se puede apreciar que la inversión que más contribuye al crecimiento económico por incremento unitario porcentual es la infraestructura aeroportuaria. Sin embargo, un incremento del 1% no supone la misma cantidad de inversión monetaria en todos los tipos de capital. Por ello, se presenta, por un lado, la tabla 176, donde se recoge la producción acumulada hasta cada uno de los periodos consecuencia de un euro de inversión en cada tipo de capital, y, por otro, la tabla 177, que muestra el empleo creado por periodo consecuencia de la inversión de un millón de euros en cada capital.

Tabla 176

## PRODUCCIÓN ACUMULADA POR EURO INVERTIDO EN CAPITAL

PERIODO	1. VIVIENDAS	2. OTRAS CONSTRUCCIONES	2.1. INFRA-ESTRUCTURAS VARIAS	2.2. INFRA-ESTRUCTURAS HIDRAULICAS PUBLICAS	2.3. INFRA-ESTRUCTURAS FERROVIARIAS	2.4. INFRA-ESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS	2.5. INFRA-ESTRUCTURAS PORTUARIAS	2.6. INFRA-ESTRUCTURAS URBANAS DE CORPORAIONES LOCALES	2.7. OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.	3. EQUIPO DE TRANSPORTE	3.1. VEHICULOS DE MOTOR	3.2. OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE	4. MAQUINARIA, MATERIAL DE EQUIPO Y OTROS PRODUCTOS	4.1. PRODUCTOS DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA	4.2. PRODUCTOS METALICOS Y MAQUINARIA	4.3. OTROS PRODUCTOS
1	0.00	1*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19*	1.26*	2.34*	0.13	1.25*	0.00	1.52*	0.20
2	0.19	1.02	0.17	1*	1.69*	1.41*	0.00	0.17	1.17	1.86	3.59	1.46*	1.37	3.31*	1.60	0.65
3	0.37	1.18	0.37	2.56	4.06	5.62	0.00	0.63	1.20	2.75	4.78	5.72	1.62	7.88	1.84	1.23*
4	0.52	1.37	0.56	4.16	6.28	13.47	0.00	1	1.24	3.66	6.03	7.91	1.90	11.91	2.12	1.72
5	0.63	1.56	0.73	5.66	8.11	25.09	0.00	1.19	1.28	4.56	7.16	8.50	2.15	15.38	2.38	2.08
6	0.74	1.75	0.90	7.18	9.62	38.33	0.00	1.48	1.33	5.56	8.21	10.80	2.37	18.65	2.62	2.37
7	0.85	1.93	1.07*	8.74	10.96	50.21	0.00	1.84	1.40	6.70	9.29	13.70	2.59	21.79	2.86	2.61
8	1*	2.11	1.24	10.33	12.15	59.59	0.00	2.14	1.46	7.97	10.48	15.52	2.80	24.73	3.10	2.80
9	1.07	2.27	1.40	11.93	13.18	66.33	0.00	2.42	1.53	9.36	11.75	16.98	3.01	27.46	3.34	2.95
10	1.17	2.43	1.57	13.54	14.03	70.69	0.00	2.70	1.59	10.87	13.09	18.82	3.20	30.00	3.57	3.05
11	1.28	2.59	1.73	15.17	14.74	73.19	0.00	3.00	1.65	12.53	14.51	20.70	3.38	32.37	3.79	3.13
12	1.38	2.73	1.89	16.82	15.33	74.39	0.00	3.28	1.71	14.34	16.02	22.30	3.56	34.58	4.01	3.17
13	1.48	2.86	2.04	18.49	15.80	74.67	0.00	3.55	1.77	16.32	17.63	23.78	3.73	36.63	4.22	3.19
14	1.57	2.99	2.19	20.18	16.18	74.26	0.00	3.82	1.82	18.48	19.33	25.27	3.89	38.54	4.42	3.19
15	1.66	3.11	2.34	21.88	16.46	73.32	0.00	4.09	1.86	20.83	21.14	26.70	4.04	40.30	4.62	3.18
16	1.75	3.22	2.49	23.61	16.66	71.98	0.00	4.36	1.91	23.39	23.06	28.05	4.18	41.94	4.82	3.15
17	1.84	3.33	2.64	25.37	16.78	70.32	0.00	4.62	1.95	26.17	25.09	29.32	4.32	43.45	5.00	3.10
18	1.92	3.42	2.78	27.14	16.84	68.42	0.00	4.87	1.99	29.19	27.25	30.55	4.44	44.85	5.19	3.05
19	2.01	3.52	2.92	28.95	16.85	66.33	0.00	5.13	2.02	32.47	29.53	31.72	4.57	46.14	5.37	2.99
20	2.08	3.60	3.05	30.78	16.80	64.11	0.00	5.38	2.05	36.04	31.95	32.84	4.68	47.32	5.54	2.92

La producción derivada del incremento de un euro de stock de capital se calcula, para cada periodo (t), como la suma de los incrementos de producción consecuencia de la inversión desde

el momento de la misma hasta el periodo (t), entre el incremento de stock de capital consecuencia de dicha inversión, es decir,  $Y_t = \frac{\sum_{i=1}^t (Y_{i,con\ stock} - Y_{i,fin\ stock})}{(K_{i,con\ stock} - K_{i,fin\ stock})}$ .

(\*) Indica la producción acumulada consecuencia de la inversión en cada stock de capital que alcanza o supera a la inversión realizada.

Tabla 177

## EMPLEO GENERADO POR MILLÓN DE EUROS DE INVERSIÓN EN CADA CAPITAL (EUROS DE 2000)

PERIODO	1.		2.		2.3.		2.4.		2.5.		2.6.		2.7.		3.		4.		4.1.		4.2.	
	VIENDAS	OTRAS	INFRA-ESTRUCTURAS VARIAS	INFRA-ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PÚBLICAS	INFRA-ESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS	INFRA-ESTRUCTURAS PORTUARIAS	INFRA-ESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS	INFRA-ESTRUCTURAS PORTUARIAS	INFRA-ESTRUCTURAS PORTUARIAS	INFRA-ESTRUCTURAS PORTUARIAS	ESTRUCTURAS URBANAS DE CONSTRUCCIONES N.C.O.P. LOCALES	ESTRUCTURAS URBANAS DE CONSTRUCCIONES N.C.O.P. LOCALES	OTRAS DE CONSTRUCCIONES N.C.O.P. LOCALES	3. EQUIPO DE TRANSPORTE	3.1. VEHÍCULOS DE MOTOR	3.2. OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE	3.3. OTRO MATERIAL DE EQUIPO Y OTROS PRODUCTOS	MAQUINARIA, MATERIAL DE EQUIPO Y OTROS PRODUCTOS	PRODUCTOS DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCACULTURA	PRODUCTOS DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCACULTURA	PRODUCTOS METÁLICOS Y MAQUINARIA	PRODUCTOS METÁLICOS Y MAQUINARIA
1	27.9	30.2	22.0	84.6	162.3	70.4	0.0	15.3	26.6	71.7	56.7	96.9	38.1	259.3	38.6	37.2						
2	20.9	23.0	18.5	106.8	177.2	147.0	0.0	18.6	18.4	67.5	66.6	134.1	31.1	301.9	31.7	43.3						
3	13.6	19.9	13.4	91.4	142.1	200.0	0.0	22.1	11.6	52.1	55.8	186.1	22.5	247.8	23.2	34.5						
4	10.6	18.0	11.4	85.0	127.6	280.4	0.0	20.4	9.7	45.9	51.8	151.6	19.4	228.7	20.2	29.0						
5	10.1	17.0	11.7	91.1	129.2	405.6	0.0	19.2	9.7	49.7	56.2	130.3	19.8	237.8	20.6	28.3						
6	10.1	16.4	12.2	97.7	129.5	518.2	0.0	20.2	9.6	55.2	61.3	140.9	20.3	243.5	21.2	28.0						
7	9.9	16.2	12.3	101.0	125.6	577.4	0.0	21.2	9.3	58.8	64.2	151.9	20.1	242.0	21.1	26.7						
8	9.7	16.0	12.4	103.6	121.2	597.3	0.0	21.4	9.1	61.9	66.7	149.5	19.8	240.1	21.0	25.3						
9	9.6	15.9	12.6	107.0	117.7	595.6	0.0	21.6	9.0	65.8	70.0	146.5	19.7	239.9	21.0	24.0						
10	9.7	15.9	12.8	111.0	114.6	579.6	0.0	22.1	9.0	70.7	73.9	148.3	19.7	240.0	21.2	22.9						
11	9.7	15.9	13.1	115.0	111.4	554.9	0.0	22.6	9.0	75.9	78.0	150.6	19.6	239.7	21.3	21.9						
12	9.8	15.8	13.3	119.0	108.2	526.7	0.0	23.1	8.9	81.3	82.3	151.2	19.6	239.4	21.4	20.9						
13	9.9	15.8	13.6	123.1	105.1	498.0	0.0	23.5	8.9	87.1	86.8	151.6	19.5	239.1	21.5	19.9						
14	10.0	15.8	13.9	127.5	102.0	469.9	0.0	24.0	8.9	93.5	91.7	152.6	19.5	238.8	21.6	19.0						
15	10.1	15.8	14.1	131.9	99.1	442.9	0.0	24.5	8.9	100.3	96.8	153.6	19.5	238.5	21.8	18.1						
16	10.2	15.8	14.4	136.6	96.2	417.2	0.0	25.0	8.9	107.7	102.3	154.5	19.4	238.2	21.9	17.2						
17	10.3	15.7	14.7	141.4	93.5	392.8	0.0	25.5	8.9	115.6	108.2	155.3	19.4	237.9	22.1	16.4						
18	10.4	15.7	15.0	146.3	90.8	369.8	0.0	26.0	8.9	124.1	114.3	156.2	19.4	237.7	22.2	15.7						
19	10.6	15.7	15.2	151.5	88.1	348.1	0.0	26.6	8.9	133.3	120.9	157.1	19.4	237.4	22.4	14.9						
20	10.7	15.7	15.5	156.8	85.6	327.7	0.0	27.1	8.9	143.1	127.8	158.0	19.4	237.1	22.5	14.2						

El empleo generado por un millón de euros de incremento de *stock* de capital en cada período (t) se ha calculado como el cociente del incremento de empleo consecuencia de la inversión

$$L_t = \frac{(L_{t(\text{con shock})} - L_{t(\text{sin shock})})}{(K_{t(\text{con shock})} - K_{t(\text{sin shock})})}$$

y el incremento del capital consecuencia de la inversión:

Como se puede apreciar en la tabla 176, algunos tipos de capital generan el PIB equivalente a la inversión realizada en el primer o segundo periodo, sin embargo, no son las inversiones que generan más producto acumulado ni las que más empleo crean a largo plazo (ver tabla 177).

La conclusión principal que se extrae de la tabla 176 y de la tabla 177, es que las inversiones en capital que más dinamizan la economía a largo, medio y corto plazo son las infraestructuras aeroportuarias, la maquinaria destinada a los productos agrícolas, ganaderos y pesqueros y otro material de transporte (que incluye la infraestructura de transporte excluyendo los vehículos a motor). Sin embargo, en los primeros periodos otros tipos de capital crean más empleo y generan más PIB acumulado.

En el gráfico 148 y en el gráfico 149, que se presentan a continuación, se aprecia visualmente la evolución de la repercusión que tiene la inversión en cada capital, instantáneamente, al cabo de 4 periodos, de 8 y de 20 periodos sobre el PIB y el empleo, respectivamente. En la parte superior de los mismos se compara la evolución de los agregados, y, en la parte inferior los sub-agregados.

La tabla 178 muestra el capital necesario para la generación de un empleo en los diferentes periodos. Supone una herramienta para maximizar la creación de empleo si se tiene libertad de disposición de inversión adicional en capital.

Gráfico 148

## EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ACUMULADA POR EURO INVERTIDO EN CAPITAL

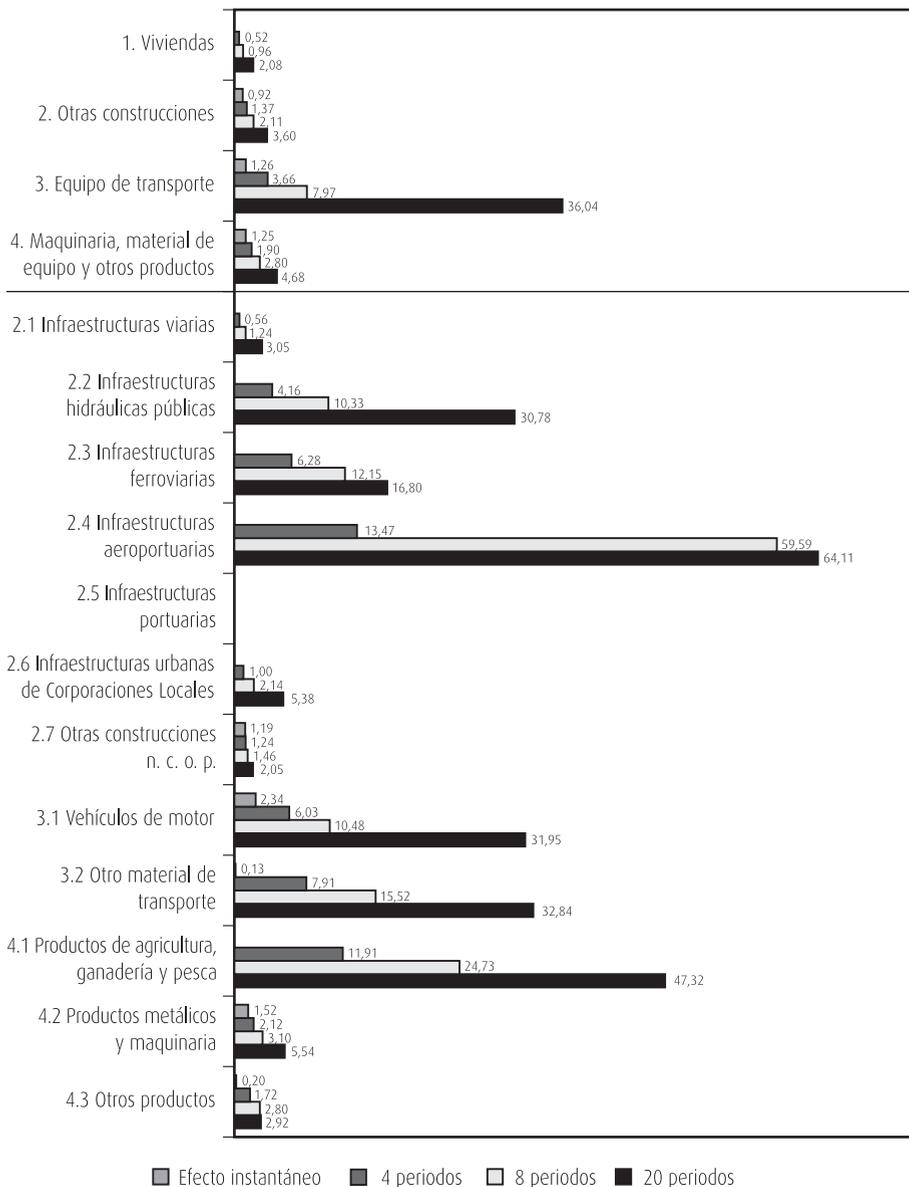


Gráfico 149

## EVOLUCIÓN DEL EMPLEO CREADO POR LA INVERSIÓN DE 1 MILLÓN DE EUROS EN CADA CAPITAL (EUROS DE 2000)

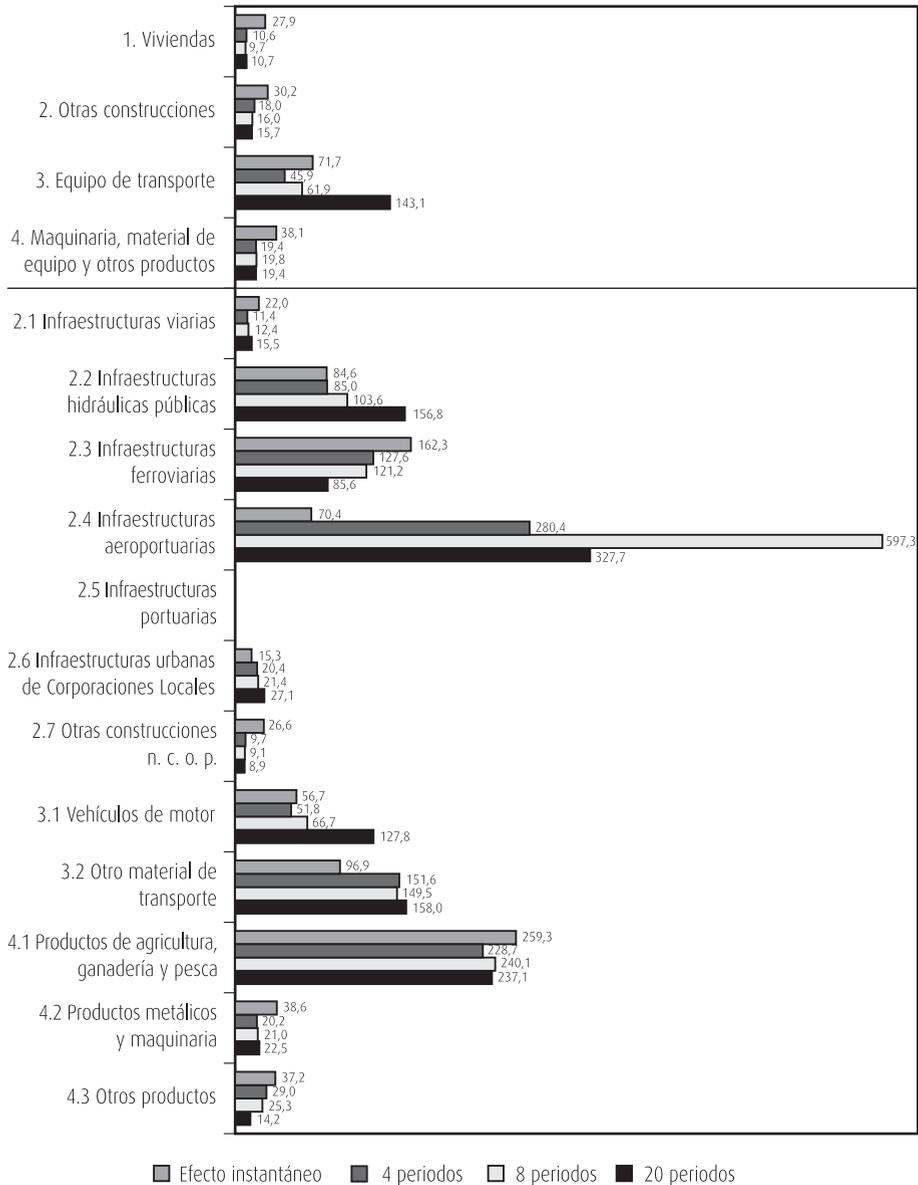


Tabla 178

## CAPITAL NECESARIO PARA LA GENERACIÓN DE UN EMPLEO (EUROS DE 2000)

PERIODO	2.6. INFRAS-ESTRUCTURAS										4.1. PRODUCTOS DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA	4.2. PRODUCTOS METÁLICOS Y MAQUINARIA				
	1. VIVIENDAS	2. OTRAS CONSTRUCCIONES	2.1. INFRA-ESTRUCTURAS VIARIAS	2.2. INFRA-ESTRUCTURAS PÚBLICAS	2.3. INFRA-ESTRUCTURAS FERROVIARIAS	2.4. INFRA-ESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS	2.5. INFRA-ESTRUCTURAS PORTUARIAS	2.6. INFRA-ESTRUCTURAS URBANAS	2.7. OTRAS CONSTRUCCIONES N.C.O.P.	3. EQUIPO DE TRANSPORTE			3.1. VEHÍCULOS DE MOTOR	3.2. OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE	3.3. OTRO MATERIAL DE EQUIPOS Y OTROS PRODUCTOS	
1	33838.84	33159.70	45357.31	11818.19*	6162.30*	14205.31	-	65474.20	37584.12	13948.61	17647.86	10317.69*	2621.09	3855.84*	25884.02	26875.81
2	47887.54	43566.92	54043.88	9364.00*	5643.00*	6802.68*	-	53874.29	54433.64	14806.91	15009.74	7454.60*	32129.26	3312.13*	31527.63	23083.16
3	73679.32	50295.86	74781.87	10938.09*	7036.03*	4999.71*	-	45213.28	85909.81	19201.73	17917.32	5372.22*	44438.43	4035.09*	43134.58	28947.77
4	94636.28	55537.17	87909.57	11758.48*	7835.69*	3566.58*	-	49009.71	102758.42	21768.31	19297.72	6596.05*	51461.31	4372.77*	49627.31	34450.22
5	98606.30	58912.35	85798.54	10974.62*	7737.10*	2465.23*	-	52185.81	102631.37	20109.24	17794.71	7671.91*	50464.49	4204.51*	48993.56	35333.71
6	98836.20	60869.21	82170.21	10240.26*	7722.09*	1929.89*	-	49622.69	104073.57	18102.21	16323.96	7096.09*	49251.20	4106.59*	47219.99	35743.10
7	101028.81	61912.44	81214.87	9902.75*	7960.96*	1731.99*	-	47196.42	107840.72	16994.51	15572.14	6583.62*	49703.06	4132.18*	47285.24	37410.14
8	103171.47	62451.79	80772.05	9653.99*	8249.63*	1674.23*	-	46684.42	110178.35	16161.70	14993.39	6690.37*	50440.71	4164.49*	47593.55	39590.76
9	103762.13	62739.85	79548.15	9342.88*	8494.91*	1678.90*	-	46288.96	110877.98	15189.52	14292.99	6827.94*	50738.40	4169.05*	47516.02	41649.89
10	103345.39	62911.59	77925.33	9008.50*	8727.10*	1725.29*	-	45286.91	111260.75	14150.98	13536.13	6743.70*	50810.92	4167.47*	47235.98	43627.21
11	102690.35	63032.17	76391.45	8695.55*	8977.23*	1802.15*	-	44224.73	111712.85	13183.55	12820.29	6639.44*	50913.19	4171.44*	46971.36	45715.36
12	101969.48	63130.90	74981.64	8403.42*	9243.97*	1898.68*	-	43357.77	112059.45	12303.19	12155.08	6611.65*	51054.61	4177.76*	46734.64	47955.45
13	101117.40	63220.35	73592.41	8120.92*	9518.90*	2008.15*	-	42536.85	112256.43	11479.45*	11520.18*	6595.35*	51177.76	4183.17*	46481.67	50311.21
14	100138.80	63305.75	72197.78	7845.50*	9800.46*	2128.05*	-	41679.28	112389.25	10700.18*	10909.04*	6554.88*	51271.30	4187.90*	46204.12	52768.38
15	99095.06	63389.30	70821.26	7578.96*	10090.60*	2257.71*	-	40825.30	112507.15	9968.57*	10325.27*	6510.37*	51350.51	4192.72*	45914.52	55339.22
16	98027.46	63471.97	69475.83	7321.95*	10390.26*	2396.89*	-	40000.98	112611.53	9286.26*	9771.08*	6474.15*	51424.20	4197.73*	45620.47	58036.75
17	96948.19	63554.22	68158.53	7073.87*	10699.34*	2545.54*	-	39196.16	112700.83	8650.31*	9245.46*	6439.89*	51492.37	4202.76*	45322.69	60867.20
18	95861.59	63636.30	66865.23	6834.12*	11017.74*	2703.88*	-	38403.19	112781.16	8056.99*	8746.77*	6403.38*	51554.33	4207.75*	45021.15	63835.22
19	94773.64	63718.32	65595.45	6602.43*	11345.72*	2872.37*	-	37624.57	112857.72	7503.53*	8273.86*	6366.55*	51611.17	4212.73*	44716.98	66947.11
20	93689.89	63800.36	64349.74	6378.61*	11683.61*	3051.56*	-	36862.31	112932.09	6987.65*	7825.79*	6330.76*	51664.34	4217.73*	44411.49	70210.40

El incremento de *stock* de capital necesario para generar un empleo por periodo se ha calculado, en cada periodo (t) como:  $K_t = \left[ \frac{(I_{t,em\ stock} - I_{t-1,em\ stock})}{(K_{t,em\ stock} - K_{t-1,em\ stock})} \right]^{-1}$ .

\*Capitales en los que la inversión necesaria para crear un empleo en ese periodo es inferior a 12.000€.

## ■ 8.1. COMPARATIVA DE EFECTOS SOBRE EL PIB

Todos los capitales generan efectos positivos sobre la producción salvo el capital portuario. Algunos capitales generan efectos instantáneos, mientras que otros producen efectos de manera retardada, bien directamente, bien a través del resto de las variables.

Estos efectos retardados provocan que la productividad de las infraestructuras hidráulicas públicas, infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales, equipos de transporte y vehículos a motor aumente a largo plazo, y que la de otros tipos de capital disminuya o permanezca invariable (construcciones viarias).

A largo, corto y medio plazo, los capitales más productivos son las inversiones en infraestructuras aeroportuarias, maquinaria para los productos de agricultura, ganadería y pesca e inversiones en otro material de transporte que no sea vehículos a motor. Los siguientes capitales más productivos son los vehículos a motor, infraestructuras hidráulicas públicas e infraestructuras ferroviarias, aunque en los primeros 10 periodos la inversión en infraestructura ferroviaria resulta más productiva que la inversión en vehículos a motor o infraestructuras hidráulicas públicas.

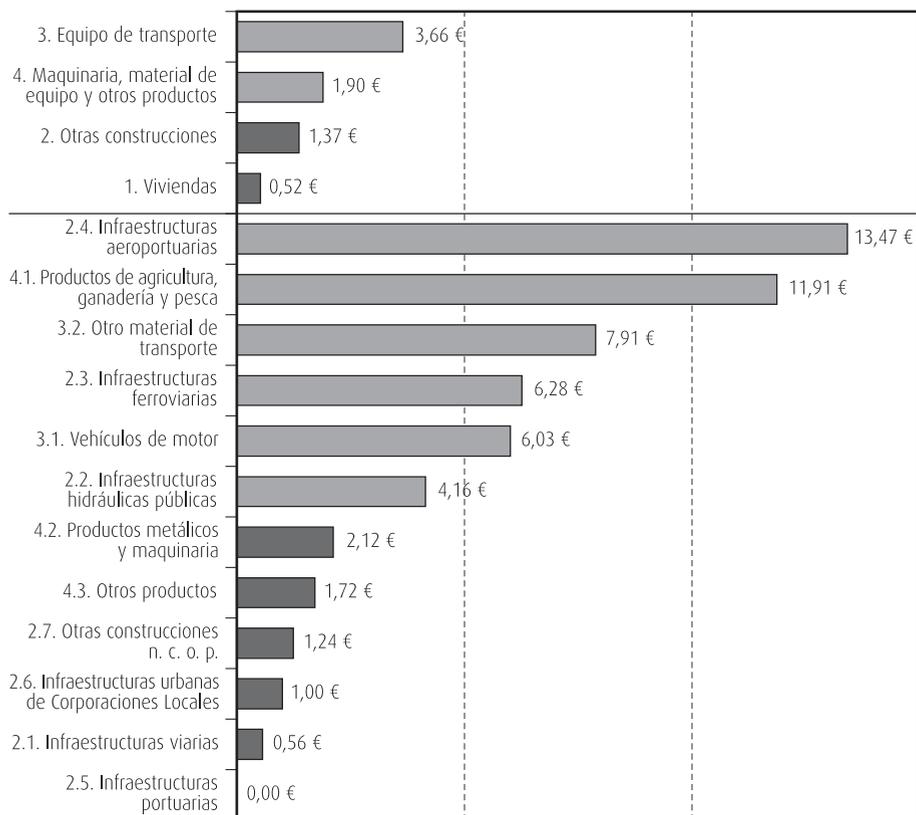
Consecuentemente, el análisis de resultados se presenta en tres horizontes temporales: corto, medio y largo plazo.

### ■ 8.1.1. Efectos a corto plazo

En el gráfico 150 se muestran los capitales ordenados en función de los que más contribuyen al crecimiento del PIB en los cuatro primeros periodos. Las cifras representan el PIB creado a lo largo de los cuatro primeros periodos por euro de inversión (euros de 2000). La parte superior del gráfico muestra los agregados, y la parte inferior recoge los sub-agregados.

Gráfico 150

### PIB ACUMULADO POR EURO DE INVERSIÓN EN 4 PERIODOS (EUROS DE 2000)



Durante los cuatro primeros periodos, los capitales que mayor efecto tienen sobre el crecimiento de la economía, en términos de PIB acumulado por euro de inversión, son: las infraestructuras aeroportuarias (que con una elasticidad de 0.4% genera 13.47€), la maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca (que con una elasticidad de 0.03% genera 11.91€), otro material de transporte que recoge el tráfico de pasajeros y mercancías y la flota de transporte (con una elasticidad de 0.11% genera 7.91€), las infraestructuras ferroviarias (que con una elasticidad de 0.19% genera 6.28€), los vehículos a motor (que con una elasticidad 0.08% genera 6.03€) e infraestructuras hidráulicas públicas (que con una elasticidad 0.12% genera 4.16€).

Por contra, los capitales que menor efecto tienen sobre el PIB, por euro de incremento de *stock* de capital, son: las infraestructuras portuarias, que no genera efecto sobre el PIB, las viviendas (que con una elasticidad de 0.29% genera 0.52€ de PIB acumulado), las infra-

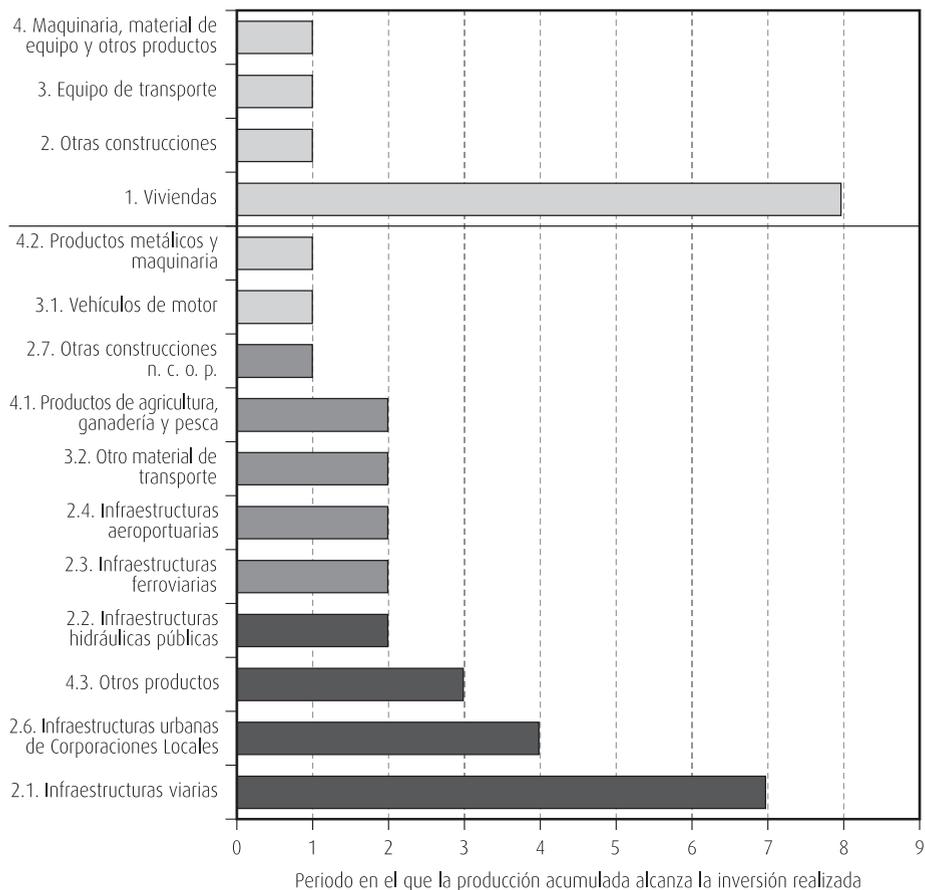
estructuras viarias (que con una elasticidad de 0.04% genera 0.56€ de PIB acumulado) y las infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales (que con una elasticidad de 0.02% genera 1€ de PIB acumulado).

Se observa que a corto plazo, el agregado transporte y el de maquinaria son los agregados más productivos, y que las diferencias entre ambos se incrementan con respecto al primer periodo. En cuatro periodos, una inversión en transporte prácticamente duplica la cantidad de PIB producida por la inversión en maquinaria.

En el gráfico 151 se muestra, al igual que la tabla 176, el tiempo que precisa cada capital para generar en términos de PIB acumulado el equivalente a la inversión.

Gráfico 151

### TIEMPO NECESARIO PARA GENERAR LA CANTIDAD EQUIVALENTE DE PIB A LA INVERSIÓN REALIZADA



Se detecta que los únicos capitales que no habrán generado el equivalente a la inversión en PIB acumulado en los dos primeros periodos son: la vivienda, la infraestructura viaria, otras construcciones de Corporaciones Locales y otra maquinaria y *software*. Sin embargo, la inversión en maquinaria metálica, vehículos de transporte y otras construcciones no residenciales (almacenes, hospitales, iglesias...) habrá generado, durante el primer periodo el equivalente o más de PIB a la inversión realizada.

Los capitales que más tardan en generar en términos de PIB el equivalente a la inversión son la infraestructura viaria (7 periodos), la infraestructura urbana de Corporaciones Locales (4 periodos) y otros productos de maquinaria (3 periodos) (gráfico 151).

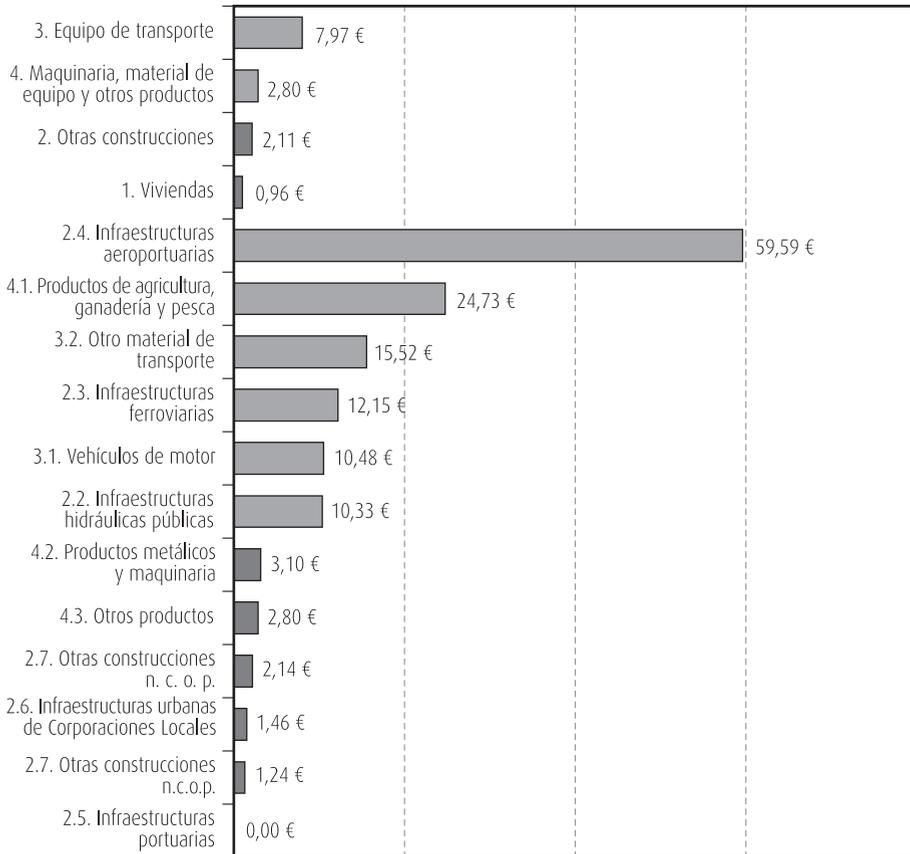
Se detecta que, durante el primer año, los únicos capitales que contribuyen al crecimiento del PIB son: las inversiones en transporte (con una elasticidad del 0.1% genera 1.26€ de PIB por euro de inversión), en maquinaria (con una elasticidad del 0.17% genera 1.25€ de PIB por euro de inversión), y en otras construcciones (con una elasticidad del 0.46% genera 1€ de PIB por euro de inversión). En particular, las inversiones en los subagregados: vehículos a motor (con una elasticidad del 0.08% genera 2.34€ de PIB por euro de inversión), productos metálicos y maquinaria (con una elasticidad del 0.15% genera 1.52€ de PIB por euro de inversión), otras construcciones no residenciales (ej. hospitales, iglesias..., con una elasticidad del 0.20% genera 1.19€ de PIB por euro de inversión), otra maquinaria y *software* (otros productos) (con una elasticidad del 0.02% genera 0.20€ de PIB por euro de inversión) y otro material de transporte (con una elasticidad del 0.11% genera 0.13€ de PIB por euro de inversión).

### ■ 8.1.2. Efectos a medio plazo

El gráfico 152 muestra, en la parte superior, que la inversión en los capitales que más efecto produce sobre el PIB a medio plazo son: equipos de transporte y maquinaria, y que los menos productivos son: otras construcciones y vivienda.

Gráfico 152

### PIB ACUMULADO POR EURO DE INVERSIÓN EN 8 PERIODOS (EUROS DE 2000)



Dentro de los sub-agregados, los más productivos, y los que menos efectos tienen sobre el PIB, son los mismos que a corto plazo. Así los más productivos son: infraestructuras aeroportuarias, maquinaria para productos de agricultura ganadería y pesca, otro material de transporte, infraestructuras ferroviarias, vehículos a motor e infraestructuras hidráulicas públicas; y, los menos productivos la infraestructura portuaria, viaria, otras construcciones n.c.o.p. (almacenes, hospitales...), otra maquinaria y *software* y productos metálicos y maquinaria.

Es destacable que al cabo de 8 periodos una inversión de un euro habrá generado 59.59€ si la inversión se realiza en infraestructuras aeroportuarias (48 veces más que si se realiza en infraestructura viaria), 12.15€ si se realiza en infraestructura ferroviaria (5.7 veces más que si se invierte en otras construcciones de Corporaciones Locales). Siendo las inversio-

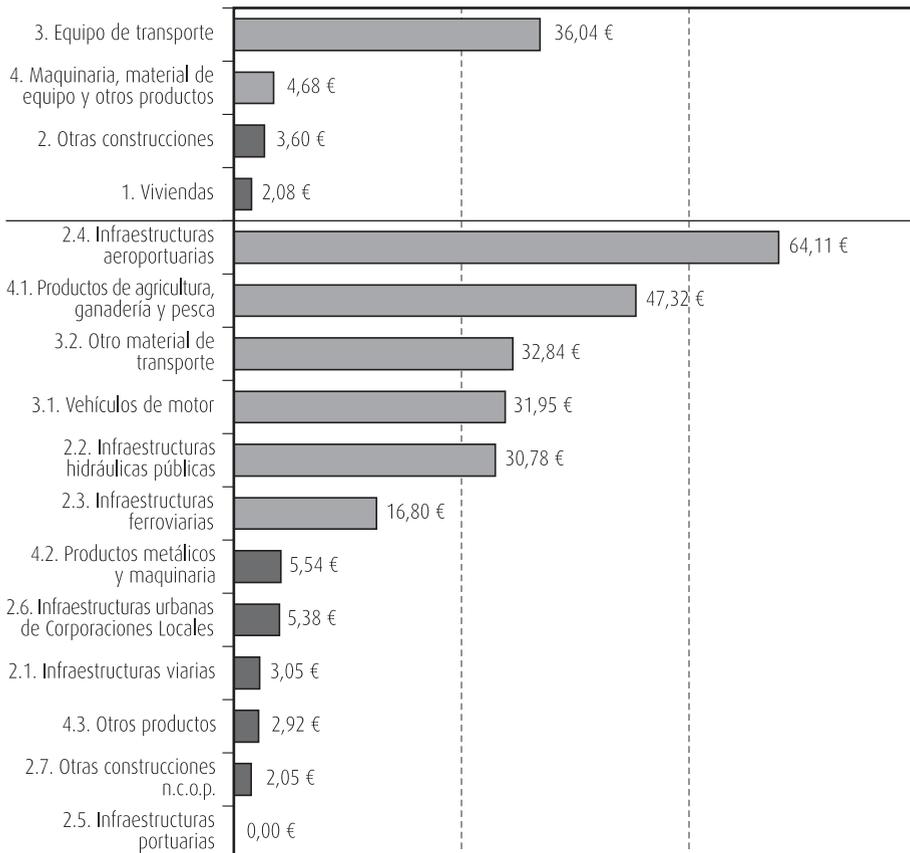
nes que más contribuyen al PIB el transporte y la maquinaria, al igual que en periodos anteriores, las diferencias en productividad entre ambos se incrementan. La inversión en transporte prácticamente genera el triple de PIB que la inversión en maquinaria en un periodo de 8 años.

### ■ 8.1.3. Efectos a largo plazo

La tabla 176 muestra que las relaciones dinámicas entre las variables varían los efectos que producen a lo largo del tiempo, sin embargo, se mantienen como los capitales más productivos durante los veinte primeros años la infraestructura aeroportuaria, la maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca, otro material de transporte, vehículos a

Gráfico 153

#### PIB ACUMULADO POR EURO DE INVERSIÓN EN 20 PERIODOS (EUROS DE 2000)



motor, infraestructuras hidráulicas públicas e infraestructuras ferroviarias, como se puede apreciar en la parte inferior del gráfico 153.

Por tanto, considerando el largo plazo hasta el vigésimo periodo, los capitales que más producción acumulan derivada de un euro de inversión, son: las infraestructuras aeroportuarias (que con una elasticidad de 0.4% genera 64.11€), la maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca (que con una elasticidad de 0.03% genera 47.32€), otro material de transporte (con una elasticidad de 0.11% genera 32.84€), vehículos a motor (con una elasticidad de 0.08% genera 31.95€) y la infraestructura hidráulica pública (que con una elasticidad 0.12% genera 30.78€) que a largo plazo se convierte en más productiva que las infraestructuras ferroviarias (que con una elasticidad de 0.19% genera 16.80€).

Comparativamente, la pérdida en productividad marginal acelerada de algunos capitales, hace que a largo plazo se conviertan en menos productivos que otros. Por ejemplo, la infraestructura ferroviaria, que a largo plazo sigue siendo el sexto capital más productivo, disminuye su productividad marginal a una velocidad mayor que la infraestructura hidráulica pública o que los vehículos a motor. El agregado de transporte, que a medio plazo es 3 veces más productivo que el agregado maquinaria, a largo plazo, es 7.7 veces más productivo que ésta.

Lo mismo sucede con aquellos capitales que a corto y medio plazo son los menos productivos. Así, a largo plazo, los capitales menos productivos son: infraestructura portuaria, otras construcciones n.c.o.p., vivienda, otra maquinaria y *software*, infraestructura viaria, infraestructura urbana de Corporaciones Locales y maquinaria metálica. La pérdida relativa en productividad marginal de las construcciones no residenciales, véase almacenes, iglesias, edificios de servicio público, hospitales etc., es superior a la de otra maquinaria y *software* y a la de las infraestructuras viarias.

## ■ 8.2. COMPARATIVA DE EFECTOS SOBRE EL EMPLEO

La inversión en todos los tipos de capital, salvo el capital portuario, genera empleo en el primer periodo, por lo que cualquier inversión realizada en el *stock* de capital estudiado será generadora de empleo de forma instantánea.

Pero además, se detectan efectos retardados que provocan que la capacidad para generar empleo de las infraestructuras hidráulicas públicas, infraestructuras aeroportuarias, infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales y el agregado de transporte y sus subagregados aumente a largo plazo, y que la de otros tipos de capital disminuya.

Los capitales que más empleo generan, a corto, medio y largo plazo, son las inversiones en infraestructuras aeroportuarias, maquinaria para los productos de agricultura, ganadería y pesca e inversiones en otro material de transporte que no sea vehículos a motor. Los siguientes capitales más productivos en términos de empleo son las infraestructuras hidráulicas públicas, los vehículos a motor, e infraestructuras ferroviarias, aunque en los primeros 10 periodos la inversión en infraestructura ferroviaria crea más empleo que la inversión en infraestructuras hidráulicas públicas.

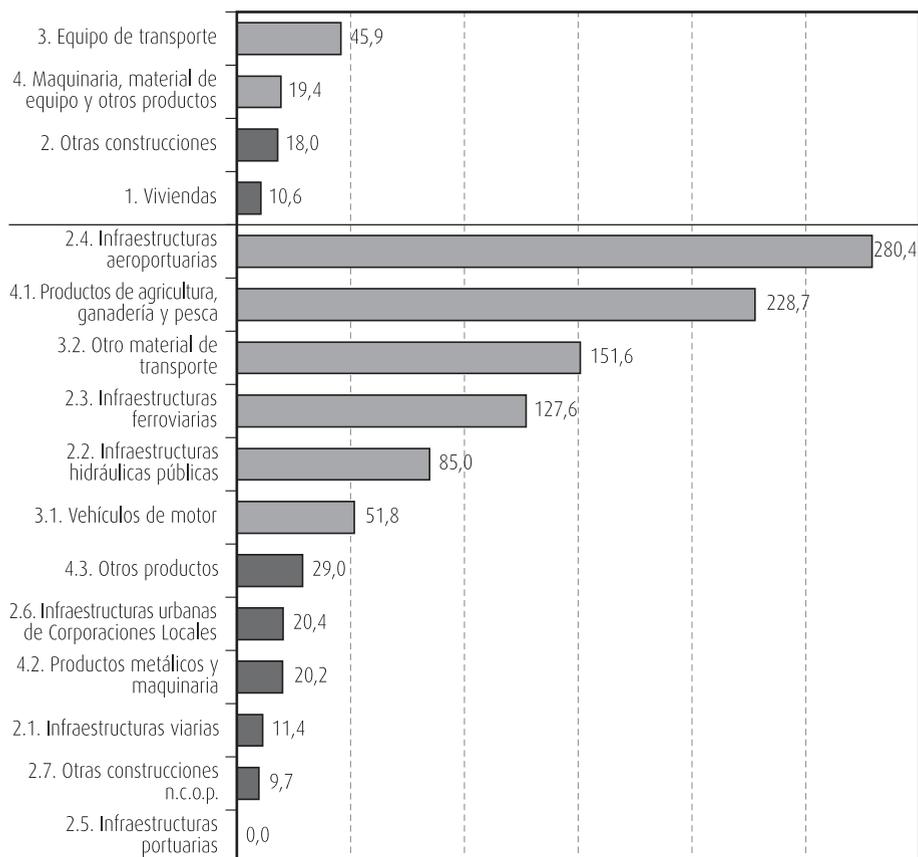
Por lo tanto, al igual que el análisis de efectos sobre el PIB, se diferencian tres horizontes temporales: corto, medio y largo plazo.

### ■ 8.2.1. Efectos a corto plazo

El gráfico 154 recoge el número de empleos creados en el cuarto periodo por una inversión en cada uno de los capitales de un millón de euros. En la parte superior del gráfico se puede ver que el agregado transporte junto con la maquinaria es el que más empleo genera. Se observa que los efectos retardados producen que la capacidad de creación de empleo del agregado transporte se incrementa a un ritmo mayor que la del agregado maquinaria.

Gráfico 154

#### EMPLEO CREADO POR LA INVERSIÓN DE UN MILLÓN DE EUROS EN EL CUARTO PERIODO



En la tabla 177, se puede apreciar que en el cuarto periodo, la inversión en infraestructura aeroportuaria, con una elasticidad del 0.80%, comienza a ser la inversión más productiva, requiriendo una inversión de 3,566.58€ para generar un empleo (ver tabla 178).

Seguidamente, la maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca es la que más empleo genera. La inversión necesaria en el cuarto periodo para generar un empleo es de 4,372.77€. El transporte de mercancías y viajeros (otro material de transporte) precisa 6,596.05€, la infraestructura ferroviaria, 7,835.69€, la infraestructura hidráulica 11,758.48€ y los vehículos a motor 19,297.72€. Por tanto, la capacidad de generar empleo de la infraestructura ferroviaria, comparativamente con la de otros capitales, desciende a ritmos superiores en los cuatro primeros periodos.

Sin embargo, los capitales que mayor inversión requieren para generar un empleo son el sub-agregado otras construcciones no residenciales (102,758.42€ con una elasticidad del 0.42%), infraestructura viaria (87,909.57€ con una elasticidad de 0.08%), productos metálicos y maquinaria (49,627.31€ con una elasticidad de 0.33%) infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales (49,009.71€ con una elasticidad de 0.03%) y otra maquinaria y *software* (otros productos) (34,450.22€ con una elasticidad de 0.05%).

Esto supone que la inversión de 12,000€ crea 3 empleos si se invierte en infraestructura aeroportuaria, 2 si se invierte en maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca, y 1 si se invierte en infraestructura hidráulica, ferroviaria o transporte de mercancías y viajeros.

En el primer periodo los capitales que más empleo crean son el transporte y la maquinaria, creándose prácticamente el doble de empleo si se invierte en transporte que en maquinaria. Sin embargo, considerando el capital desagregado, la inversión que más empleo crea es la maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca, seguida de la infraestructura ferroviaria, otro material de transporte, la infraestructura hidráulica pública, la infraestructura aeroportuaria y los vehículos a motor.

Esto supone que la inversión mínima necesaria para generar un empleo durante el primer periodo es de 3,855.84€ a través de la inversión en maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca (cuya elasticidad es de 0.05%). La inversión en infraestructura ferroviaria, con una elasticidad de 0.39% requiere casi el doble de inversión para generar un empleo (6,162.30€). La tercera inversión que más empleo genera es la inversión en otro material de transporte, que con una elasticidad del 0.23% requiere 10,317.69€ para crear un empleo (ver tabla 178).

Los resultados muestran que las inversiones que menos empleo generan son: las infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales, que requieren 65,474.20€ para generar un empleo y las infraestructuras viarias, que requieren 45,357.31€.

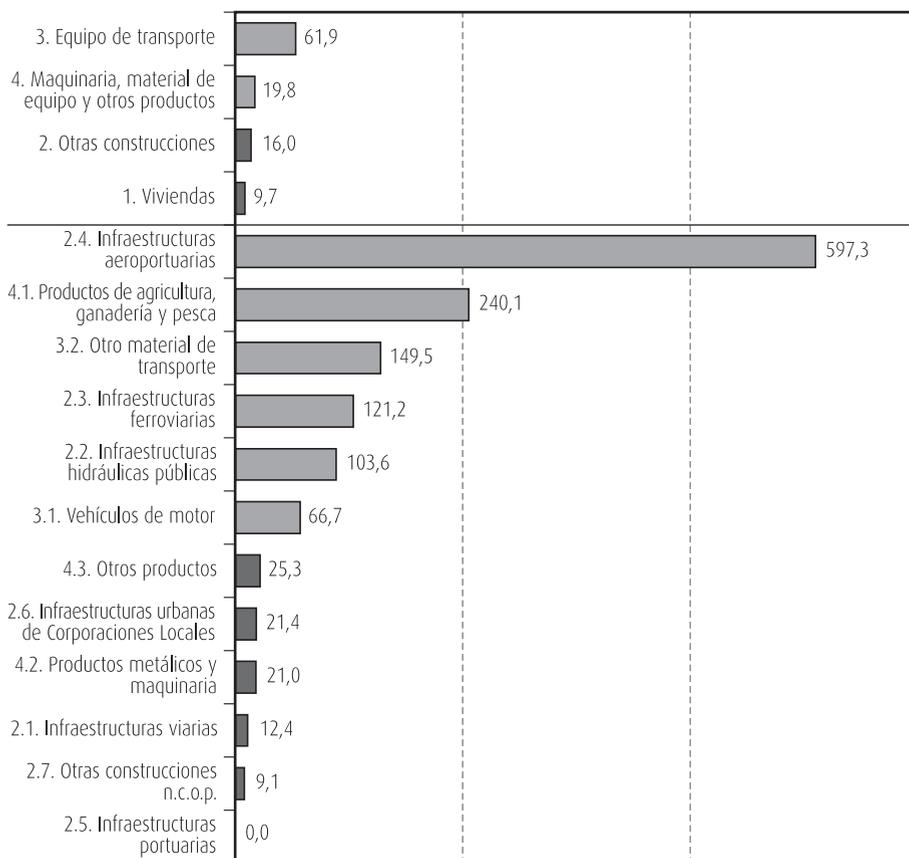
Por tanto, con 12,000€ de inversión tan sólo se genera empleo en el primer periodo si ésta se realiza en infraestructura hidráulica, ferroviaria, otro material de transporte, y maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca.

### ■ 8.2.2. Efectos a medio plazo

El gráfico 155 muestra el empleo creado por millón de euros de inversión en cada uno de los capitales en el octavo periodo. En su parte superior se observa que siguen siendo el agregado transporte y maquinaria los que más empleo crean, y que, si se compara con el gráfico 154, el empleo creado por una inversión en transporte se incrementa a un ritmo superior que la capacidad de generar empleo de la maquinaria.

Gráfico 155

#### EMPLEO CREADO POR MILLÓN DE EUROS DE INVERSIÓN EN EL OCTAVO PERIODO



A medio plazo se siguen manteniendo las infraestructuras aeroportuarias, maquinaria de productos de agricultura, ganadería y pesca otro material de transporte, infraestructura ferroviaria, hidráulica pública y vehículos a motor como las inversiones que más empleo generan. Y, las construcciones no residenciales, infraestructuras viarias, productos metálicos y maquinaria, infraestructura urbana de Corporaciones Locales y otra maquinaria y *software* (otros productos) como las que menos empleo generan.

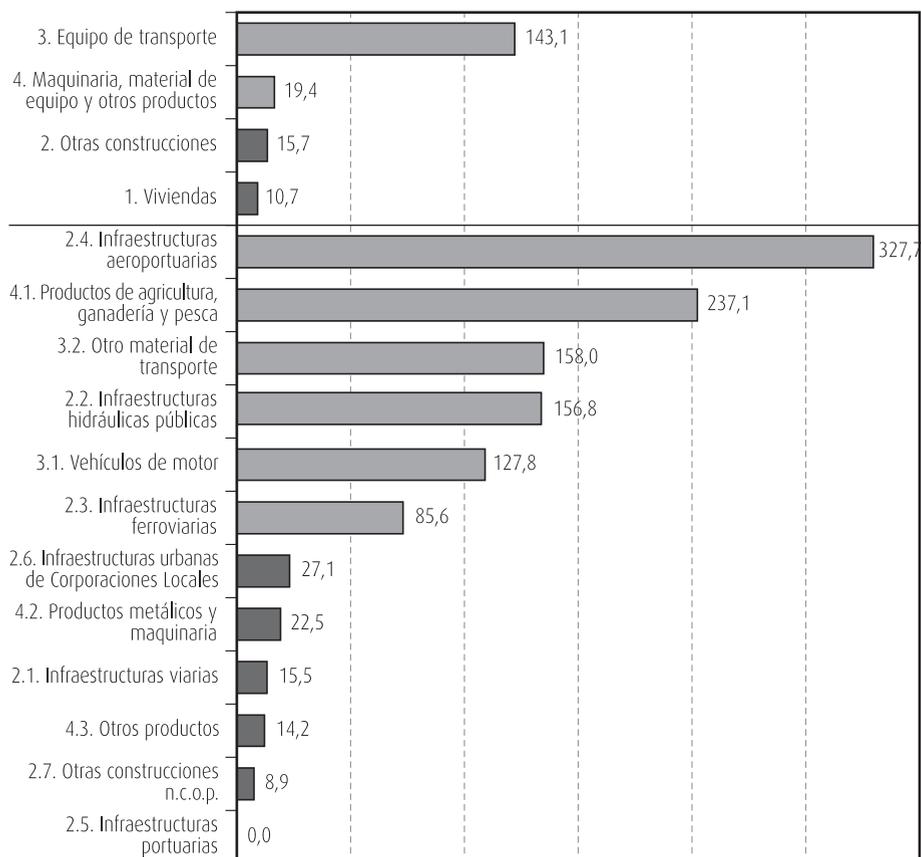
Sin embargo, con 12,000€ de inversión con los que en el cuarto periodo se crearían 3 empleos si se invierte en infraestructura aeroportuaria, en el octavo se crearían 7. Y, con la misma cantidad de inversión, con la que en el cuarto periodo se crearían 2 empleos si se invierte en maquinaria agrícola, ganadera y pesquera, en el octavo se crearían 3. Esto supone que la capacidad de generar empleo de la inversión en infraestructura aeroportuaria se incrementa a ritmos muy superiores a la de la maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca.

### ■ 8.2.3. Efectos a largo plazo

En el gráfico 156, se muestra el empleo que crea la inversión de un millón de euros en cada uno de los capitales en el vigésimo periodo. Comparativamente con los gráficos de periodos anteriores, en la parte superior de los mismos se observa que las diferencias en empleo creado por la misma inversión en los agregados transporte y maquinaria se incrementan con el paso del tiempo. Es decir, que a medida que se incrementa el horizonte temporal analizado, el número de empleos creados por la inversión en transporte aumenta a un ritmo superior que el número de empleos creados por la maquinaria.

Gráfico 156

## EMPLEO CREADO POR MILLÓN DE EUROS DE INVERSIÓN EN EL VIGÉSIMO PERIODO

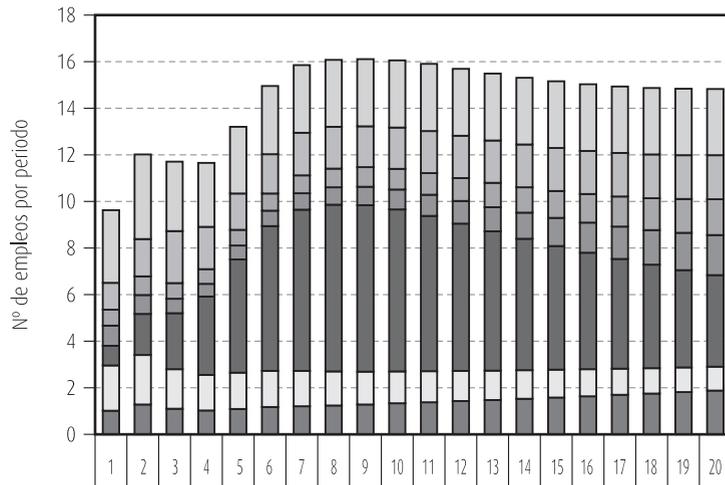


Por tanto, las relaciones dinámicas entre las variables varían los efectos que producen a lo largo del tiempo. En el vigésimo periodo, los capitales que menos inversión requieren para generar un empleo, son: las infraestructuras aeroportuarias (que con una elasticidad de 0.8% requieren 3,051.56€), la maquinaria para productos de agricultura, ganadería y pesca (que con una elasticidad de 0.05% requiere 4,217.73€) y otro material de transporte (con una elasticidad de 0.23% requiere 6,330.76€), la infraestructura hidráulica pública (con una elasticidad de 0.25% requiere 6,378.61€), vehículos a motor (con una elasticidad de 0.16% requiere 7,825.79€), e infraestructura ferroviaria (que con una elasticidad del 0.39% requiere 11,683.61€).

En el gráfico 157 se muestra cómo evoluciona la capacidad de generar empleo de cada capital en los que una inversión de 12,000€ permite generar un empleo.

Gráfico 157

### EVOLUCIÓN DE LA CREACIÓN DE EMPLEO POR UNA INVERSIÓN DE 12,000€ EN CADA CAPITAL



4.1. Productos de agricultura, ganadería y pesca	3,11	3,62	2,97	2,74	2,85	2,92	2,9	2,88	2,88	2,88	2,88	2,87	2,87	2,87	2,86	2,86	2,86	2,85	2,85	2,85
3.2. Otro material de transporte	1,16	1,61	2,23	1,82	1,56	1,69	1,82	1,79	1,76	1,78	1,81	1,81	1,82	1,83	1,84	1,85	1,86	1,87	1,88	1,9
3.1. Vehículos de motor	0,68	0,8	0,67	0,62	0,67	0,74	0,77	0,8	0,84	0,89	0,94	0,99	1,04	1,1	1,16	1,23	1,3	1,37	1,45	1,53
3. Equipo de transporte	0,86	0,81	0,62	0,55	0,6	0,66	0,71	0,74	0,79	0,85	0,91	0,98	1,05	1,12	1,2	1,29	1,39	1,49	1,6	1,72
2.4. Infraestructuras aeroportuarias	0,84	1,76	2,4	3,36	4,87	6,22	6,93	7,17	7,15	6,96	6,66	6,32	5,98	5,64	5,32	5,01	4,71	4,44	4,18	3,93
2.3. Infraestructuras ferroviarias	1,95	2,13	1,71	1,53	1,55	1,55	1,51	1,45	1,41	1,38	1,34	1,3	1,26	1,22	1,19	1,15	1,12	1,09	1,06	1,03
2.2. Infraestructuras hidráulicas públicas	1,02	1,28	1,1	1,02	1,09	1,17	1,21	1,24	1,28	1,33	1,38	1,43	1,48	1,53	1,58	1,64	1,7	1,76	1,82	1,88

Se observa que las infraestructuras hidráulicas, el agregado transporte y sus sub-agregados mantienen una tendencia creciente en capacidad para generar empleo. Sin embargo, el empleo creado por la infraestructura aeroportuaria, que es, con diferencia, la que más empleo crea del cuarto al vigésimo período, crece considerablemente hasta el octavo período, a partir del cual su capacidad para generar empleo comienza a descender.

Los tipos de capital que no aparecen en el gráfico 157, son aquellos en los que se precisa realizar una inversión superior a 12,000€ para generar un empleo en cada uno de los periodos.

### ■ 8.3. CONCLUSIÓN

Los capitales que más empleo y PIB crean, a corto, medio y largo plazo, son las inversiones en infraestructuras aeroportuarias, maquinaria para los productos de agricultura, ganadería y pesca e inversiones en otro material de transporte que no sea vehículos a motor.

Los siguientes capitales más productivos en términos de empleo y PIB son las infraestructuras hidráulicas públicas y los vehículos a motor. La inversión en infraestructuras hidráulicas públicas crea más empleo por cantidad invertida que los vehículos a motor, sin embargo éstos contribuyen más al crecimiento del PIB.

Por lo tanto, se identifican estos capitales como aquellos que más contribuyen al crecimiento económico y a la creación de empleo por euro de inversión.

### ■ 8.4. COMPARATIVA DE EFECTOS CON OTROS ESTUDIOS

En este apartado se comparan algunos resultados con los que se presentan en la literatura empírica principal, tanto la que se basa en relaciones estáticas entre las variables, como la que considera las relaciones dinámicas entre las mismas.

La tabla 179 muestra las elasticidades obtenidas, la metodología empleada y las series utilizadas en los principales estudios empíricos, y la tabla 180 las productividades marginales y las tasas de retorno correspondientes a dichas productividades marginales, es decir, la rentabilidad tanto de la inversión como de los efectos generados por inversiones anteriores.

Se observa que la mayor parte de estos trabajos emplean series de inversión en lugar de series de *stock* y diferentes desagregaciones de capital a las usadas en esta tesis doctoral. Por tanto, se realizan diferentes agregaciones de *stock* de capital, acordes con las que realizan otros autores, y se señala que el efecto de un incremento de una unidad monetaria en la serie de inversión es distinto al efecto que produce un incremento de una unidad monetaria de *stock*, debido a la consideración de la depreciación del activo en este último caso.

Tabla 179

## COMPARATIVA DE RESULTADOS CON LOS OBTENIDOS POR ALGUNOS ESTUDIOS EMPÍRICOS

METODOLOGÍA	AUTOR	AÑO	ELASTICIDAD		NIVEL DE ESTUDIO	SERIES	DATOS	
			$\alpha_Y$	$\alpha_L$				TIPO
U-f(Y)	Aschauer	1989	0.39		Nacional EE.UU.	1949-1985	(St)(P)(IB:transporte)	
U-f(Y)	Munnell	1990	0.34		Nacional EE.UU.	1948-1987	(St)(IP)(IB:transporte)	
U-f(Y)	Munnell y Cook	1990	0.15		Estados EE.UU.	1970-1986	(St)(IP)(IB:transporte)	
U-f(Y)	Tatom	1991	0.146		Nacional EE.UU.	1974-1987	(St)(P)(IB:transporte+precios energía)	
U-f(Y)	Eberts	2007	0.15		Estados EE.UU.	1988-1992	(St)(P)(IB:transporte)	
VAR	Pereira y Roca- Sagales	2003	0.523		Nacional SP	1970-1995	(St)(P)(IB:transporte viario, puertos, aeropuertos y ferrocarril y comunicaciones)	
VAR	Pereira y Flores	1999	0.63	0.04	Nacional EE.UU.	1956-1989	(St)(P)(IB:infraestructura básica, edificios y equipamiento, infraestructura viaria, transporte, infraestructura aeroportuaria, gas electricidad, sistemas de agua y alcantarillado, edificios para la educación, policía, justicia, administración etc.)	
VAR	Pereira	2000	0.005	0.004	Nacional EE.UU.	1956-1997	(IP)(IB:Conservación desarrollo y equipamiento)	
VAR	Pereira	2000	0.02	0.003	Nacional EE.UU.	1956-1997	(IP)(IB: Edificios de educación, hospitales y otros edificios (oficinas, edificios industriales, de policía, bomberos etc.))	
VAR	Pereira	2000	0.009	-0.01	Nacional EE.UU.	1956-1997	(IP)(IB:alcantarillado y suministro de agua)	
VAR	Pereira	2000	0.02	0.01	Nacional EE.UU.	1956-1997	(IP)(IB:sistemas de gas, electricidad, tráfico y tráfico aéreo)	
VAR	Pereira	2000	0.006	-0.006	Nacional EE.UU.	1956-1997	(IP)(IB:carreteras y calles)	
VAR	Pereira	2000	0.04	0.007	Nacional EE.UU.	1956-1997	(IP)(IB:infraestructura)	
VAR/EC	Pereira	2001	0.26	0.13	OCDE (12 países) Nacional EE.UU.	Diferente para cada país 60's a 80's	(IP) (IB:capital público)	

Tabla 179 (continuación)

## COMPARATIVA DE RESULTADOS CON LOS OBTENIDOS POR ALGUNOS ESTUDIOS EMPÍRICOS

METODOLOGÍA	AUTOR	AÑO	ELASTICIDAD		NIVEL DE ESTUDIO	SERIES	DATOS	
			$\alpha_Y$	$\alpha_L$				TIPO
VAR/EC	Pereira	2001	0.04	0.035	OCDE (12 países) Nacional SP	Diferente para cada país 60's a 80's	(St-IP)(IB:infraestructura básica, edificios y equipamiento, infraestructura viaria, transporte, infraestructura aeroportuaria, gas electricidad, sistemas de agua y alcantarillado, edificios para la educación, policía, justicia, administración etc.) (6)	
VECM	Flores <i>et al.</i>	1998	0.43	0.02	Nacional SP	1964-1992	(St)(P)(IB:transporte y comunicaciones)	
VECM	Coscolluela	2009	1.08	2.20	Nacional SP	1977-2005	(St)(IB:capital público) (1)	
VECM	Coscolluela	2009	0.91	1.88	Nacional SP	1977-2005	(St)(IB:transporte y comunicaciones) (2)	
VECM	Coscolluela	2009	0.74	1.50	Nacional SP	1977-2005	(St)(IB: transporte) (3)	
VECM	Coscolluela	2009	0.04	0.08	Nacional SP	1977-2005	(St)(IB: infraestructura viaria)	
VECM	Coscolluela	2009	0.20	0.42	Nacional SP	1977-2005	(St)(IB: otras construcciones no residenciales) (4)	
VECM	Coscolluela	2009	0.12	0.25	Nacional SP	1977-2005	(St)(IB: infraestructuras hidráulicas públicas)	
VECM	Coscolluela	2009	0.55	1.11	Nacional SP	1977-2005	(St)(IB: Tráfico y tráfico aéreo) (5)	

Fuente: Adaptado de Munnell (Munnell, 1992).

Notas:

(1) Comprende infraestructura viaria, hidráulica pública, ferroviaria, aeroportuaria, portuaria, urbana de Corporaciones Locales, de transporte de mercancías y viajeros y edificios destinados a educación, almacenes, hospitales, edificios eclesiásticos etcétera.

(2) Comprende infraestructura viaria, ferroviaria, aeroportuaria, portuaria, destinada al transporte de mercancías y viajeros y maquinaria de *hardware* y *software*.

(3) Comprende el *stock* de infraestructuras viarias, ferroviarias, aeroportuarias, portuarias y para el transporte de mercancías y viajeros.

(4) Comprende almacenes, hospitales, edificios eclesiásticos, escuelas, edificios gubernamentales, edificios públicos para la prestación de servicios etcétera.

(5) Comprende infraestructuras viarias, aeroportuarias y para el transporte de mercancías y viajeros.

(6) Al tomar datos de *stock* de capital proporcionados por Argimón *et al.* en primeras diferencias de los logaritmos establece que representan los valores de inversión netos reales

Claves: (U) bajo el marco de relaciones estáticas; (IP) inversión pública; (f(Y)) función de producción; ( $\alpha_Y$ ) elasticidad del capital respecto a la producción; ( $\alpha_L$ ) elasticidad del capital respecto del empleo; (AM) Áreas metropolitanas (IB:transporte) infraestructura básica de sistema de transporte (EE.UU.) Estados Unidos, (SP) España (St) *Stock* de capital (P) Público (VAR) Vector de Autogresivos (EC/VEC) Vector de corrección de error.

La tabla 179 muestra que la elasticidad del capital sobre la producción se sitúa entre 0.04 y 0.39, en los estudios que no consideran relaciones dinámicas entre las variables, y entre 0.04 y 0.71 en los que sí las consideran. Los resultados obtenidos en esta Tesis cuantifican la elasticidad del capital público (sub-agregados de otras construcciones e infraestructura de transporte) en 1.08. Por lo tanto, existe consenso en que una inversión adicional en capital genera efectos positivos sobre la producción.

Un análisis más detallado de éstos resultados en función de los activos considerados señala que las diferentes elasticidades de la producción con respecto al capital obtenidas en estudios con series de Estados Unidos son inferiores a las elasticidades que los diferentes autores obtienen con series de España, incluidas las presentadas en esta tesis doctoral. Así:

- La elasticidad obtenida del *stock* de capital otras construcciones y transporte en España (1.08) es superior a la obtenida en Estados Unidos por Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999) (0.63) con series de *stock* y por Pereira (Pereira, 2000 y 2001), 0.26 y 0.04, respectivamente, con series de inversión. También lo es si se compara con la obtenida por Pereira (Pereira, 2001) (0.04) para España con series de *stock* de capital.
- La elasticidad obtenida del *stock* de capital que incluye infraestructura para el transporte viario, portuario, aeroportuario, ferroviario y comunicaciones (0.91), es superior a la obtenida por Pereira y Roca-Sagales (Pereira y Roca-Sagales, 2003), (0.52) y a la obtenida por Flores *et al.* (Flores *et al.*, 1998) (0.43) en España. Pereira y Roca-Sagales (Pereira y Roca-Sagales, 2003) omiten, sin contrastar, la posible presencia de relaciones de cointegración entre las variables.
- La elasticidad obtenida del *stock* de capital que incluye infraestructura para el transporte viario, portuario, aeroportuario y ferroviario (0.74) en España es superior a las obtenidas en diferentes países y en diferentes desagregaciones territoriales, siendo la mayor elasticidad encontrada 0.71.
- La elasticidad obtenida del *stock* de capital viario en España (0.04) es superior a la obtenida por Pereira (Pereira, 2000) (0.006) con series de inversión en Estados Unidos.
- La elasticidad obtenida del *stock* de capital otras construcciones no residenciales en España (0.2) es superior a la obtenida por Pereira (Pereira, 2000) (0.02) con series de inversión en Estados Unidos.
- La elasticidad obtenida del *stock* de capital alcantarillado y suministro de agua en España (0.12) es superior a la obtenida por Pereira (Pereira, 2000) (0.009) con series de inversión en Estados Unidos.
- La elasticidad obtenida del *stock* de capital tráfico y tráfico aéreo en España (0.51) es superior a la obtenida por Pereira (Pereira, 2000) (0.02) con series de inversión de gas, electricidad, tráfico y tráfico aéreo en Estados Unidos.

Por tanto, atendiendo a la elasticidad estimada, la rentabilidad de la inversión en cualquier tipo de activo es superior en España que en Estados Unidos. No obstante, debido a que las series de capital —y en particular las series de inversión— son muy diferentes entre ambos países, a efectos comparativos algunos de estos autores presentan la productividad marginal, entendiendo como tal el producto total alcanzado durante un horizonte de diez periodos consecuencia de un incremento anual de una unidad monetaria en capital. Es decir, el cociente del producto total alcanzado durante 10 periodos (derivado del incremento unitario porcentual transitorio en la tasa de crecimiento del capital) y la repercusión que éste incremento ha tenido en el propio capital. Por lo tanto, el concepto de productividad marginal no responde al concepto económico. Así mismo, algunos autores presentan la tasa de retorno asociada a dicha productividad marginal, como indicador de rentabilidad. La tasa de retorno «modificada» es la rentabilidad estimada de la inversión teniendo en cuenta los efectos de rentabilidades producidas por los efectos de inversiones en periodos anteriores.

La tabla 180 muestra una comparativa con los resultados que presenta Pereira (Pereira, 2000) y Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999) en Estados Unidos y Pereira y Roca-Sagales (Pereira y Roca-Sagales, 2003) en España.

Tabla 180

### COMPARATIVA DE PRODUCCIONES MARGINALES Y TASAS DE RETORNO CORRESPONDIENTES EN ESTADOS UNIDOS Y ESPAÑA

AUTOR	FECHA	INVERSIÓN	PRODUCTIVIDAD MARGINAL	TASA DE RETORNO
Pereira	2000	Capital público	\$4.46	7.8%
		Infraestructura básica (carreteras y calles)	\$1.97	3.4%
		Infraestructura básica (sistemas de gas, electricidad, tráfico y tráfico aéreo)	\$19.79	16.1%
		Infraestructura básica (alcantarillado y suministro de agua)	\$6.35	9.7%
		Edificios de educación, hospitales y otros edificios (oficinas, edificios industriales, de policía, bomberos etc.)	\$5.53	8.9%
		Conservación desarrollo y equipamiento	\$4.06	7.2%
Pereira y Flores	1999	Infraestructura básica, edificios y equipamiento, infraestructura viaria, transporte, infraestructura aeroportuaria, gas electricidad, sistemas de agua y alcantarillado, edificios para la educación, policía, justicia, administración etc.	\$0.65	

Tabla 180 (continuación)

### COMPARATIVA DE PRODUCCIONES MARGINALES Y TASAS DE RETORNO CORRESPONDIENTES EN ESTADOS UNIDOS Y ESPAÑA

AUTOR	FECHA	INVERSIÓN	PRODUCTIVIDAD MARGINAL	TASA DE RETORNO
		ESPAÑA		
Pereira y Roca-Sagales	2003	Transporte viario, puertos, aeropuertos y ferrocarril y comunicaciones	2.892€	5.5%
		Infraestructura básica, edificios y equipamiento, infraestructura viaria, transporte, infraestructura aeroportuaria, sistemas de agua y alcantarillado, edificios para la educación, policía, justicia, administración etc. (1)	15.34€	15.15%
		Capital público (1)	15.34€	15.15%
		Infraestructura viaria (carreteras y calles)	1.34€	15.82%
Coscolluela	2009	Infraestructura básica (tráfico y tráfico aéreo) (2)	30.28€	14.81%
		Infraestructura hidráulica pública (alcantarillado y suministro de agua)	13.54€	16.63%
		Edificios de educación, hospitales y otros edificios (oficinas, edificios industriales, de policía, bomberos etc.)	1.591€	16.21%
		Transporte viario, puertos, aeropuertos y ferrocarril y comunicaciones (3)	15.93€	14.93%

La productividad marginal y la tasa de retorno se han calculado siguiendo la misma metodología que Pereira (2000), al objeto de poder comparar los resultados. La productividad marginal, se ha calculado como el cociente del producto total alcanzado durante 10 periodos derivado del incremento unitario porcentual transitorio en la tasa de crecimiento del capital entre la repercusión que éste incremento ha tenido en el propio capital. La tasa de retorno que converge a esta productividad marginal, es la rentabilidad estimada de la inversión teniendo en cuenta los efectos de rentabilidades alcanzadas en periodos anteriores.

(1) Comprende infraestructura viaria, hidráulica pública, ferroviaria, aeroportuaria, portuaria, urbana de Corporaciones Locales, de transporte de mercancías y viajeros y edificios destinados a educación, almacenes, hospitales, edificios eclesiásticos etcétera.

(2) Comprende infraestructuras viarias, aeroportuarias y para el transporte de mercancías y viajeros.

(3) Comprende el *stock* de infraestructuras viarias, ferroviarias, aeroportuarias, portuarias y para el transporte de mercancías y viajeros.

Los resultados señalan que:

1. Los capitales que mayor productividad marginal generan en España son aquellos que mayor productividad generan en Estados Unidos, según los resultados que presenta Pereira (Pereira, 2000) con series de inversión.

2. La infraestructura viaria y los edificios destinados a servicios públicos presentan menores productividades marginales en España que en Estados Unidos.
3. Un euro invertido en *stock* de capital público, que comprende los sub-agregados de otras construcciones y la infraestructura para el transporte de viajeros y mercancías, habrá generado en España 15.35€ de 2000 al cabo de diez periodos, mientras que la inversión de un dólar en dicho capital en Estados Unidos genera \$4.46 según Pereira (Pereira, 2000), y \$0.65 según Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999). Es decir, el capital público presenta una tasa de retorno del 7.8% en Estados Unidos y en España del 15.15%.
4. El capital público que presenta mayor productividad marginal, tanto en España como en Estados Unidos, es el tráfico y tráfico aéreo, con una productividad de 30.28€ de 2000 y \$19.79, correspondientes a unas tasas de retorno del 14.81% y 16.1%, respectivamente. Sin embargo, la infraestructura viaria es la que menor productividad marginal presenta, 1.34€ de 2000 y \$1.97, respectivamente. Por lo que si se compara la productividad marginal generada por la inversión en infraestructura para el transporte viario, portuario, aeroportuario, ferroviario y de comunicaciones, en España alcanza una productividad marginal de 15.93€ de 2000 según los resultados de esta Tesis y de 2.89€ de 1986, según los presentados por Pereira y Roca-Sagales (Pereira y Roca-Sagales, 2003).
5. La infraestructura hidráulica pública presenta una productividad marginal de 13.54€ de 2000 (con una tasa de retorno asociada del 16.63%) en España, mientras que en Estados Unidos presenta una productividad marginal de \$6.35, con una tasa de retorno asociada del 9.7%.
6. Por último, la inversión de un euro en edificios destinados a servicios públicos, en España generan 1.59€ de 2000 de PIB a lo largo de 10 periodos, con una tasa de retorno asociada del 16.21%, mientras que en Estados Unidos la inversión de un dólar genera \$5.53 de producción marginal, con una tasa de retorno asociada del 8.9%.

Por tanto, los capitales más productivos son los mismos en Estados Unidos que en España. Lo mismo ocurre con los capitales menos productivos, y las tasas de retorno muestran que la inversión en capital es más productiva en España que en Estados Unidos.

Por su parte, la tabla 179 muestra que la elasticidad del capital sobre el empleo se sitúa entre 0.007 y 0.04 por lo que las elasticidades respecto al empleo son inferiores a las de la producción. Los resultados obtenidos en esta Tesis cuantifican la elasticidad del capital público (sub-agregados de otras construcciones e infraestructura de transporte) en 2.20. Por lo tanto, existe consenso en que una inversión adicional en capital genera efectos positivos sobre el empleo, de lo que se deduce que el capital público y el empleo son complementarios en producción.

Un análisis más detallado de éstos resultados presentados en la tabla 179 en función de los activos considerados señala que:

1. La elasticidad obtenida del *stock* de capital otras construcciones y transporte en España (2.20) es superior a la obtenida en Estados Unidos por Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999) (0.04) con series de *stock* y por Pereira (Pereira, 2000 y 2001), 0.007 y 0.13, respectivamente, con series de inversión. También lo es si se compara con la obtenida por Pereira (Pereira, 2001) (0.035) para España con series de *stock* de capital.
2. La elasticidad obtenida del *stock* de capital que incluye infraestructura para el transporte viario, portuario, aeroportuario, ferroviario y comunicaciones (1.88), en España, es superior a la obtenida por Flores *et al.* (Flores *et al.*, 1998) (0.02).
3. La elasticidad obtenida del *stock* de capital viario en España (0.08) es superior a la obtenida por Pereira (Pereira, 2000) (-0.006) con series de inversión en Estados Unidos.
4. La elasticidad obtenida del *stock* de capital otras construcciones no residenciales en España (0.42) es superior a la obtenida por Pereira (Pereira, 2000) (0.003) con series de inversión en Estados Unidos.
5. La elasticidad obtenida del *stock* de capital alcantarillado y suministro de agua en España (0.25) es superior a la obtenida por (Pereira, 2000) (-0.01) con series de inversión en Estados Unidos.
6. La elasticidad obtenida del *stock* de capital tráfico y tráfico aéreo en España (1.11) es superior a la obtenida por (Pereira, 2000) (0.01) con series de inversión de gas, electricidad, tráfico y tráfico aéreo en Estados Unidos.

Se concluye que existen discrepancias entre los resultados obtenidos por los diferentes autores que dificultan la comparación con los resultados que se obtienen en esta tesis doctoral. Las causas de estas discrepancias estriban en: (1º) Utilización de diferentes metodologías; (2º) Uso de series de capital muy distintas (inversión *versus stock*); (3º) Falta de homogeneidad en la elaboración de series de *stock* empleadas; Y, (4º) Diferentes agregaciones de activos en cada una de las series.

A continuación se matizan las discrepancias encontradas en función de las causas anteriormente señaladas.

1. *Utilización de diferentes metodologías.* Los autores que estiman la elasticidad desde el marco de una ecuación estática, suponen que dicha elasticidad es constante a largo plazo, cuando ésta sólo contempla los efectos directos, salvo que dicha ecuación sea una relación de cointegración. Sin embargo, las elasticidades obtenidas mediante metodologías que permiten relaciones dinámicas entre las variables, recogen tanto los efectos directos como los indirectos, y, como se ha señalado en el capí-

tulo de revisión de la literatura, los efectos indirectos hacen que la elasticidad varíe a lo largo del tiempo. Por tanto, las elasticidades obtenidas de ecuaciones estáticas no recogen la totalidad del efecto del capital a largo plazo, siendo inferiores y difícilmente comparables con aquellas obtenidas bajo metodologías dinámicas.

2. *Series de capital muy distintas (inversión versus stock)*. Los autores que utilizan series de inversión omiten el efecto sobre las variables que pudiera tener el nivel de *stock* de capital existente, mientras que los autores que utilizan series de *stock* no presuponen que el efecto de una inversión sea independiente del nivel de *stock* de capital correspondiente. Por tanto, aún cuando se comparen estudios realizados con idénticas metodologías, la diferencia en tipología de la serie provoca que los efectos sobre las variables difieran, siendo las elasticidades de estudios que emplean series de *stock* de capital superiores a las que emplean series de inversión.
3. *Falta de homogeneidad en la elaboración de series de stock empleadas*. Las series de *stock* de capital utilizadas por los diferentes autores han sido obtenidas de distintas fuentes y, por consiguiente, elaboradas bajo metodologías heterogéneas (en cuanto a los patrones de depreciación, niveles de *stock* de capital inicial, periodo en el que se establece el *stock* de capital inicial, etc.). La falta de homogeneidad no sólo dificulta la comparación entre países, sino que al obtenerse de diferentes fuentes las series de estudios realizados con series de España, también se complica la comparación con los resultados que se presentan en esta tesis doctoral. No obstante, aun cuando la construcción de las series de *stock* de capital difiera, así como el periodo en el que se realiza la inversión y, por tanto, el nivel de *stock* de capital existente, el signo de las elasticidades obtenidas coincide con el de las elasticidades que se presentan en estudios de otros autores.
4. *Diferentes agregaciones de activos en cada una de las series*. Se ha procurado agrupar el capital en función de las agregaciones que realizan cada uno de los autores con los que se compara el efecto estimado. Los autores, en su mayoría, desglosan el capital en público y privado, y aquellos que desglosan el capital por la tipología del activo, contemplan sólo series de inversión pública en cada tipo de activo. Por tanto, la elasticidad del *stock* de capital que incluye un tipo concreto de activo sea éste público o privado será superior, aunque del mismo signo, que la elasticidad de una serie de *stock* o inversión pública en dicho capital.

En consecuencia, los resultados obtenidos concuerdan con los presentados en la literatura empírica en cuanto al signo de las elasticidades obtenidas, la complementariedad del empleo y del capital en producción, y en cuanto a la clasificación de los capitales que mayor producción y empleo generan. Sin embargo, son discrepantes en cuanto a que las elasticidades respecto del empleo son superiores a las elasticidades respecto a la producción y en cuanto a la magnitud de las elasticidades obtenidas.

Las discrepancias con estudios bajo la misma metodología en cuanto a la magnitud de las elasticidades derivan, fundamentalmente, de que una inversión en el *stock* de capital de un tipo de activo será superior al que produce una inversión en una serie que no contempla el *stock* de capital existente o que tan sólo contempla el *stock* de capital público. Esto provoca, por un lado, que, como señalan Flores *et al.* (Flores *et al.*, 1998), las elasticidades sobre el empleo no sólo sean superiores, sino que las que obtienen otros autores pudieran llegar a ser negativas por la inercia del sistema, que tiende a la sustitución de empleo por capital cada vez más productivo debido a cambios tecnológicos. Y, por otro, que las inversiones en Estados Unidos resulten menos productivas que las inversiones en España.



## CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES

El estudio de los efectos sobre la producción y el empleo en España de cada uno de los 13 tipos de *stock* de capital riqueza sub-agregados, ha permitido hacer una ordenación de los mismos, atendiendo tanto a su productividad como a su capacidad para generar empleo. Por tanto, esta Tesis proporciona una herramienta para cuantificar el efecto de diferentes distribuciones de inversión en capital de los Presupuestos Generales del Estado así como de inversiones derivadas de entrada de capital extranjero en España.

Para ello, se utiliza una generalización de la metodología empleada por Flores *et al.* (Flores *et al.*, 1998), Pereira y Flores (Pereira y Flores, 1999), y Pereira (Pereira, 2000). En primer lugar, se identifica y estima, a partir de la muestra de datos más reciente disponible, 1977/2005, un modelo estocástico multivariante del tipo VAR. A partir del modelo VAR y utilizando el marco de referencia conceptual diseñado al efecto, se aísla la respuesta estructural de las variables ante una perturbación en cada tipo de *stock* de capital.

Del mismo se concluye que:

- 1.º *Todos los tipos de capital tienen efectos positivos tanto sobre la producción como sobre el empleo, exceptuando el capital portuario del que no se captan efectos.*

Por consiguiente, los resultados obtenidos son acordes a los presentados en la literatura empírica: (1) en cuanto al signo de las elasticidades estimadas y (2) la complementariedad del empleo y del capital en producción.

No obstante, la magnitud de las elasticidades y la forma de las respuestas difieren con los resultados de otros estudios realizados en un contexto dinámico que, o no contemplan el *stock* de capital existente, utilizando series de inversión, o sólo emplean el *stock* de capital público de cada tipo de activo.

Además, las elasticidades del empleo ante cualquier tipo de capital son superiores a las presentadas por la mayoría de los autores. De hecho, mientras que en la literatura es posible encontrar muchos trabajos donde el efecto del *stock* de capital sobre el empleo es cero, en esta Tesis dicho efecto es claramente positivo.

2.<sup>o</sup> *Los efectos sobre el empleo y la producción difieren en función del tipo de capital.*

La inversión en: infraestructura aeroportuaria, maquinaria agrícola ganadera y pesquera, transporte de mercancías y viajeros, vehículos a motor, e infraestructura hidráulica pública y ferroviaria son las que más PIB y empleo crean, tanto a corto plazo (hasta 4 periodos), como a medio (hasta 8 periodos) o a largo plazo (hasta 20 periodos).

Sin embargo, las inversiones menos productivas en términos de empleo y PIB son: infraestructuras portuarias, otras construcciones no residenciales, infraestructuras viarias, infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales, otros productos de maquinaria y productos metálicos y maquinaria.

Estos resultados coinciden con los presentados en la literatura empírica que, teniendo en cuenta que los estudios realizan diferentes clasificaciones de inversión en capital, concluye que a largo plazo la infraestructura para el transporte y tráfico aéreo, seguido de los sistemas de alcantarillado y suministro de agua son las inversiones más productivas en Estados Unidos.

Dentro de esta primera ordenación de capitales, la infraestructura aeroportuaria, maquinaria agrícola ganadera y pesquera y el transporte de mercancías y viajeros, son, por este orden, los que más producción y empleo generan a corto, medio y largo plazo.

Sin embargo, debido a las relaciones dinámicas entre las variables que provocan que los efectos varíen a lo largo del tiempo, la ordenación del resto de tipos de capital difiere en función del horizonte temporal analizado. Este hecho conduce a la siguiente conclusión.

3.<sup>o</sup> *Los efectos sobre el empleo y la producción de todos los tipos de capital difieren en función del horizonte temporal considerado.*

Los modelos empíricos muestran que todas las variables consideradas se encuentran en relación dinámica, unas con otras, detectándose incluso efectos de retroalimentación del capital. Este hecho hace que las elasticidades del producto y empleo, respecto a cada uno de los capitales, no sean constantes y varíen con el horizonte de la respuesta.

Así, se encuentra que la productividad de las infraestructuras hidráulicas públicas, infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales, equipos de transporte y vehículos a motor aumenta a largo plazo, y la de otros tipos de capital disminuye o permanecen invariables (construcciones viarias). Además, junto con los capitales que incrementan su productividad, la infraestructura aeroportuaria y el transporte de mercancías y viajeros, aumentan la capacidad de generar empleo con el paso del tiempo.

A pesar de ello, los capitales que más producción y empleo generan a corto, medio y largo plazo son los mismos: (1º) Infraestructura aeroportuaria; (2º) maquinaria agrícola, ganadera y pesquera; y, (3º) transporte de mercancías y viajeros.

A largo plazo, se producen alteraciones en el *ranking* de algunos tipos de capital. Tal es el caso de las infraestructuras ferroviarias, los vehículos a motor e infraestructuras hidráulicas públicas. La infraestructura ferroviaria, a largo plazo, resulta mucho menos productiva en términos de empleo y PIB que la infraestructura hidráulica pública o que la inversión en vehículos a motor, siendo más productiva y con mayor capacidad de generar empleo a corto y medio plazo.

Por lo tanto, dentro de este segundo grupo, si se prioriza la creación de empleo a la contribución al PIB, se debería ponderar más la inversión en infraestructuras hidráulicas públicas que la inversión vehículos a motor, por ejemplo.

Estas variaciones en capacidad de generar empleo y PIB son más notables en los capitales menos productivos: infraestructuras portuarias, otras construcciones no residenciales, infraestructuras viarias, infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales, otros productos de maquinaria y productos metálicos y maquinaria.

Estas tres conclusiones pretenden responder a las preguntas planteadas en la introducción, pero del análisis realizado se derivan cuatro observaciones adicionales que, en algunos casos, podrían dar lugar a futuras líneas de investigación:

- a) Se encuentra un efecto pro cíclico entre la producción y el capital vivienda, infraestructura aeroportuaria, infraestructura portuaria y otra maquinaria y *software*; y, entre el empleo y el capital ferroviario, infraestructura aeroportuaria, infraestructura portuaria, vehículos a motor, otro material de transporte, maquinaria y maquinaria metálica. Este efecto podría ser objeto de una futura investigación basada en el modelo del acelerador.
- b) Los resultados muestran que la evolución del producto marginal, mantiene una tendencia creciente para la inversión en el capital de infraestructura hidráulica pública, capital transporte, y su sub-agregado vehículos a motor a lo largo de los veinte periodos. Sin embargo, para el resto de tipos de capital presenta un punto de inflexión a partir del cual la tendencia comienza a ser decreciente. El estudio de la evolución de la productividad marginal de cada tipo de capital podría ser objeto de una segunda línea de investigación.
- c) La complementariedad entre los capitales se manifiesta en la externalidad generada. A partir del segundo periodo, el agregado otras construcciones y su sub-agregado afectan positivamente al capital complementario, a corto plazo, a partir del tercer periodo comienza a generar externalidades positivas también otra maquina-

ria y *software*. Estas externalidades del capital otras construcciones y de su sub-agregado incrementan los efectos sobre la producción y el empleo. Así mismo, se detectan relaciones de causalidad instantánea positivas del capital complementario hacia los capitales infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales, el agregado equipo de transporte y sus sub-agregados y el agregado maquinaria y sus sub-agregados exceptuando la maquinaria agrícola, ganadera y pesquera. El estudio de las externalidades de cada tipo de capital en el resto de tipos de capital podría ser objeto de una tercera línea de investigación considerando cada tipo de capital de manera independiente.

- d) Por último, la desagregación del *stock* de capital, esta vez por Comunidades Autónomas, así como el tratamiento adecuado de los efectos rebosamiento, es otra de las tareas pendientes para futuras investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- AARON, H. (1990), «Discussion on Why is Infrastructure Important? In Is there a Shortfall in Public Capital Investment?», en *Conference Series*, A. MUNDELL, ed., vol. 34, Federal Reserve Bank of Boston.
- ASCHAUER, D. (1989a), «Does Public Capital Crowd Out Private Capital?», *Journal of Monetary Economics*, 24 pp. 171-188.
- (1989b), «Is Public Expenditure Productive?», *Journal of Monetary Economics*, 23, pp. 177-200.
- BERNDT, E. y HANSSON, B. (1992), «Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden», *The Scandinavian Journal of Economics*, 94, pp. 151-168.
- CULLISON W. E. (1993), «Public Investment and Economic Growth», *Economic Quarterly*, pp. 19-34. Disponible en <http://ideas.repec.org/a/fip/fedreq/y1993ifallp19-34.html>.
- DICKEY, D. A. y FULLER, W. A. (1979), «Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root», *Journal of the American Statistical Association*, 74, pp. 427-431.
- (1981), «Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root», *Econometrica*, 49, pp. 1057-72.
- EBERTS, R. (2007), «Highway Infrastructure: Policy Issues for Regions», *Federal Reserve Bank of Chicago*, pp. 1-16.
- EISNER, R. (1991), «Infrastructure and Regional Economic Performance: Comment», *New England Economic Review*, 67, pp. 297-308.
- EVANS, P. y KARRAS G. (1994), «Are government activities productive? Evidence from a panel of the U.S. states», *The Review of Economics and Statistics*, LXXVI, pp. 1-11.
- FLORES, R., GRACIA, M., y PÉREZ, T. (1998), «Public capital stock and economic growth: an analysis of the Spanish economy», *Applied Economics*, pp. 985-994.
- GARCÍA-MILA, T. y MCGUIRE, T. (1994), «The Contribution of Publicity Provides Inputs to States Economies», *Regional Science and Urban Economics*, 22, pp. 229-41.
- GOROSTIAGA, A. (1999), «Cómo Afectan el Capital Público y el Capital Humano al Crecimiento: Un Análisis para las Regiones Españolas en el Marco Neoclásico», *Investigaciones Económicas*.
- GRANGER, C. W. J. y ENGLE, R. F. (1987). «Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing», *Econometrica*, pp. 251-276.
- HOLTZ-EAKIN, D. (1988), «Private Output, Government Capital and the Infrastructure Crisis», *Discussion Paper Series 394*, Columbia University.
- (1994), «Public Sector Capital and the Productivity Puzzle», *The Review of Economics and Statistics*, LXXVI, pp. 12-21.

- HULTEN, C. y SCHWAB, R. (1991), «Is There Too Little Public Capital?: Infrastructure and Economic Growth», *American Enterprise Institute for Public Policy Research*.
- (1991), «Public Capital Formation and the Growth of Regional Manufacturing Industries», *National Tax Journal*, pp. 121-134.
- (1993), «Infrastructure Expending: Where do we go from here?», *National Tax Journal*, pp. 261-274.
- JENKINS, G. M. y ALAVI, A. S. (1981) «Some aspects of modeling and forecasting multivariate time series», *Journal of Time Series Analysis*, pp. 1-47.
- JOHANSEN, S. (1988), «Statistical analysis of cointegration vectors», *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, pp. 231-254.
- (1991), «Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models», *Econometrica*, 59, pp. 1551-1580.
- JORGENSEN, D. (1991), *Fragile statistical foundations: The macroeconomics of public infrastructure investment*, American Enterprise Institute Conference on Infrastructure Needs and Policy Options for the 1990s, Washington D.C., 4 Febrero.
- KAMPS, C. (2004), «New Estimates of Government Net Capital Stocks for 22 OECD Countries (1960-2001)», *International Monetary Fund*.
- LIGHTHART, J. (2002), «Public Capital and Output Growth in Portugal: An Empirical Analysis», *European Review of Economics and Finance*, 1, pp. 3-30.
- LÜTKEPOHL, H. y KRÄTZIG, M. (2004), «Applied Time Series Econometrics», *Cambridge University Press*, Cambridge.
- LYNDE C. y RICHMOND, J. (1992), «The Role of Public Capital in Production», *The Review of Economics and Statistics*, 74, pp. 37-44.
- (1993), «Public Capital and Total Factor Productivity», *International Economic Review*, 34, pp. 401-414.
- MAS, M., MAUDOS, J., PÉREZ, F. y URIEL, E. (1993), «Competitividad, productividad industrial y dotaciones de capital público», *Papeles de Economía Española*, pp. 144-160.
- (1994), «Capital Público y Productividad en las Regiones Españolas», *Moneda y Crédito*, pp. 163-206.
- (1995) «Public Capital and Productive Efficiency in Spanish Regions: 1964-1989», *Entrepreneurship and Regional Development* 4, 7, pp. 309-327
- (1995), «Infraestructuras and Productivity in Spanish Regions», *Working Papers. Serie EC*, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S.A. (Ivie), Octubre.
- MAS, M., MAUDOS, J., PÉREZ, F. y URIEL, E. (2007), *El Stock y los Servicios del Capital en España y su Distribución Territorial*, Fundación BBVA.
- MUNNELL, A. (1990), «Why has Productivity Declined? Productivity and Public Investment», *New England Economic Review*, pp. 3-22.
- (1992), «Infrastructure Investment and Economic Growth», *Journal of Economic Perspectives*, 6, pp. 189-198.
- MUNNELL, A. y COOK, L. (1990), «How does public infrastructure affect regional Economic Performance?», en *Is there a Shortfall in Public Capital Investment?*, New England Economic Review, 34, Boston, Sept/Oct, Federal Reserve Bank of Boston.

- NADIRI, M. y MAMUNEAS, T. (1994), «The Effects of Public Infrastructure and the R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries», *The Review of Economics and Statistics*, LXXVI, pp. 28-37.
- OECD (2000), PARÍS, *Measuring Capital: A Manual on the Measurement of Capital Stocks, Consumption of Fixed Capital and Capital Services*.
- PEREIRA, A. M. (1997), «Public Investment and Private Sector Performance-International Evidence», *Public Finance & Management*, 2, pp. 261-277.
- (2000), «Is All Public Capital Created Equal?», *Review of Economics and Statistics*, 82, pp. 513-518.
- PEREIRA, A. M. y ANDRAZ, J. M. (2005), «Public investment in transportation infrastructure and economic performance in Portugal», *Review of Development Economics*, 9 pp. 177-196.
- PEREIRA A. M. y FLORES DE FRUTOS R., (1999), «Public Capital Accumulation and Private Sector Performance», *Journal of Urban Economics*, 46, pp. 300-322.
- PEREIRA A. M. y ROCA SAGALES, O. (2003), «Spillover Effects of Public Capital Formation: Evidence from the Spanish Regions», *Working Papers wpdea0210*, Department of Applied Economics at Universitat Autònoma of Barcelona, Jan . disponible en <http://ideas.repec.org/p/uab/wprdea/wpdea0210.html>.
- PHILLIPS, P. B. C. y DURLAUF, N. S. (1986), «Multiple time series regression with integrated process», *Review of Economic Studies*, 53 (1986), pp. 473-495.
- PHILLIPS, P. C. B. (1998), «Impulse Response and Forecast Error Variance Asymptotics in Nonstationary VARs», *Journal of Econometrics*, 83, pp. 21-56. disponible en <http://ideas.repec.org/a/eee/econom/v83y1998i1-2p21-56.html>.
- SEITZ, H. (1994), «Public Capital and the Demand for Private Inputs», *Journal of Public Economics*, 54, pp. 287-307.
- SHAH, A. (1992), «Dynamics of Public Infrastructure, Industrial Productivity and Profitability», *The Review of Economics and Statistics*, LXXIV, pp. 28-36.
- TATOM, J. (1991), «Public Capital and Private Sector Performance», *Review of Federal Reserve Bank of St. Louis*, 73 pp. 3-15.
- VOSS, G. M. (2002), «Public and Private Investment in the United States and Canada», *Economic Modelling*, 19 pp. 641-64.

## ■ PRINCIPALES PROGRAMAS UTILIZADOS

1. ECONOMETRIC VIEWS.
2. J-MULTI.
3. GRAPH MAKER DESIGN: TREADWAY, A. Vicente, E. Brajín, S. Coded: Vicente, E. Brajín, S.





**CAROLINA COSCULLUELA MARTÍNEZ.** Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales (1998) por la UCM y Doctora en Economía por la UNED en 2009. PREMIOS: Premio Extraordinario de Doctorado en Economía por la UNED en 2009; Premio Jóvenes Investigadores Ramón Areces (2010); Premio Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS) en 2011. INVESTIGADORA en Proyectos del Ministerio, nacionales, de la Unión Europea, Consejerías de la Comunidad de Madrid y Ayuntamientos (2005....). DOCENCIA: 10 años de profesora de asignaturas cuantitativas en el C.U. Cardenal Cisneros (UCM), 2 en la Universidad Europea de Madrid, y 5 en la Universidad Rey Juan Carlos, tanto en grado como en Máster (en castellano e Inglés). En gestión universitaria, 5 años de coordina-

dora de la División de ADE (C.U. Cardenal Cisneros) y coordinadora de la Homologación (URJC). ACTIVIDAD PROFESIONAL: Analista financiero en Avalmadrid S.G.R. y colaboradora experta en AEM S.A.



## Últimos números publicados

- N.º 30. LA INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA EN ESPAÑA: FACTORES DE LOCALIZACIÓN Y DINÁMICA ESPACIAL (*Serie TESIS*),  
por Miguel Giner Pérez.
- N.º 31. CONVERGENCIA EN RENTA PER CÁPITA ENTRE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS ESPAÑOLAS (1955-2004): UNA APLICACIÓN BASADA EN MÉTODOS DE PANEL DINÁMICO (*Serie TESIS*),  
por Fernando Martín Mayoral.
- N.º 32. EL DESDOBLAMIENTO DE ACCIONES EN EL MERCADO ESPAÑOL: FACTORES DETERMINANTES Y EFECTOS (*Serie TESIS*),  
por María Eugenia Ruiz Molina.
- N.º 33. EL TRABAJO DOMÉSTICO CUENTA: LAS CUENTAS DE LOS HOGARES EN ESPAÑA 1996 Y 2003 (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por María Luisa Moltó y Ezequiel Uriel.
- N.º 34. GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL EN LA PENÍNSULA IBÉRICA: ECONOMÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Pablo Campos Palacín y José-María Casado Raigón.
- N.º 35. PATRIMONIO INMOBILIARIO Y BALANCE NACIONAL DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA (1995-2007) (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por José Manuel Naredo, Óscar Carpintero y Carmen Marcos.
- N.º 36. EN TORNO A LA FAMILIA ESPAÑOLA: ANÁLISIS Y REFLEXIONES DESDE PERSPECTIVAS SOCIOLOGICAS Y ECONÓMICAS (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Elisa Chuliá y José Félix Sanz (coordinadores).
- N.º 37. PROBLEMÁTICA DE LA DEPENDENCIA EN ESPAÑA: ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y DEL MERCADO DE TRABAJO (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Lorenzo Serrano y Ángel Soler.
- N.º 38. EDUCACIÓN Y FAMILIA. LOS PADRES ANTE LA EDUCACIÓN GENERAL DE SUS HIJOS EN ESPAÑA (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Víctor Pérez-Díaz, Juan Carlos Rodríguez y Juan Jesús Fernández.
- N.º 39. COMPETITIVIDAD Y DESLOCALIZACIÓN EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Diego Rodríguez, Jaime Turrión y Francisco J. Velázquez.
- N.º 40. DOS ENSAYOS SOBRE FINANCIACIÓN AUTONÓMICA (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Carlos Monasterio Escudero e Ignacio Zubiri Oria.
- N.º 41. EFICIENCIA Y CONCENTRACIÓN DEL SISTEMA BANCARIO ESPAÑOL (*Serie ANÁLISIS*),  
por Fernando Maravall, Silviu Glavan y Analistas Financieros Internacionales.
- N.º 42. ANÁLISIS DE REFORMAS DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA PERSONAL A PARTIR DE MICRODATOS TRIBUTARIOS (*Serie ANÁLISIS*),  
por José Félix Sanz Sanz, Juan Manuel Castañer Carrasco y Desiderio Romero Jordán.
- N.º 43. COMPORTAMIENTO ESTRATÉGICO DE LA BANCA AL POR MENOR EN ESPAÑA: FUSIONES Y ESPECIALIZACIÓN GEOGRÁFICA (*Serie TESIS*),  
por Cristina Bernad Morcate
- N.º 44. LA VERTIENTE CUALITATIVA DE LA MATERIALIDAD EN AUDITORÍA: MARCO TEÓRICO Y ESTUDIO EMPÍRICO PARA EL CASO ESPAÑOL (*Serie TESIS*),  
por Javier Montoya del Corte

- N.º 45. LA DECISIÓN DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS: UN MODELO TEÓRICO CON INVERSIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL (*Serie TESIS*),  
por Jaime Turrión Sánchez
- N.º 46. FINANCIACIÓN DE LA ENSEÑANZA OBLIGATORIA: LOS BONOS ESCOLARES EN LA TEORÍA Y EN LA PRÁCTICA (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Javier Díaz Malledo (coordinador), Clive R. Belfield, Henry M. Levin, Alejandra Mizala, Anders Böhlmark, Mikael Lindahl, Rafael Granell Pérez y María Jesús San Segundo
- N.º 47. SERVICIOS Y REGIONES EN ESPAÑA (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Juan R. Cuadrado Roura y Andrés Maroto Sánchez
- N.º 48. LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN E INMOBILIARIO EN ESPAÑA: DEL *BOOM* A LA RECESIÓN ECONÓMICA (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por Belén Gill de Albornoz (Dir.), Juan Fernández de Guevara, Begoña Giner y Luis Martínez
- N.º 49. INSTRUMENTOS PARA MEJORAR LA EQUIDAD, TRANSPARENCIA Y SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PENSIONES DE REPARTO (*Serie TESIS*),  
por M.ª del Carmen Boado-Penas
- N.º 50. EL IMPUESTO DE FLUJOS DE CAJA EMPRESARIAL: UNA ALTERNATIVA AL IMPUESTO SOBRE LA RENTA DE SOCIEDADES (*Serie TESIS*),  
por Lourdes Jerez Barroso
- N.º 51. LA SUBCONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE I+D: EVIDENCIA DE EMPRESAS EUROPEAS Y DE EE.UU. (*Serie TESIS*),  
por Andrea Martínez Noya
- N.º 52. IMPOSICIÓN EFECTIVA SOBRE LAS RENTAS DEL CAPITAL CORPORATIVO: MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN. EL IMPUESTO SOBRE SOCIEDADES EN ESPAÑA Y EN LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA EN EL CAMBIO DE MILENIO (*Serie ANÁLISIS*),  
por José Félix Sanz Sanz, Desiderio Romero Jordán y Begoña Barruso Castillo
- N.º 53. ¿ES RENTABLE EDUCARSE? MARCO CONCEPTUAL Y PRINCIPALES EXPERIENCIAS EN LOS CONTEXTOS ESPAÑOL, EUROPEO Y EN PAÍSES EMERGENTES (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por José Luis Raymond (coordinador)
- N.º 54. LA DINÁMICA EXTERIOR DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),  
por José Villaverde Castro y Adolfo Maza Fernández
- N.º 55. EFECTOS DEL *STOCK* DE CAPITAL EN LA PRODUCCIÓN Y EL EMPLEO DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA (*Serie TESIS*),  
por Carolina Cosculluela Martínez

# ESTUDIOS DE LA FUNDACIÓN

SERIE TESIS

*Pedidos e información:*

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

Caballero de Gracia, 28  
28013 Madrid

Teléfono: 91 596 54 81

Fax: 91 596 57 96

[suscrip@funcas.es](mailto:suscrip@funcas.es)

[www.funcas.es](http://www.funcas.es)

P.V.P.: 13€ (IVA incluido)

ISBN 978-84-89116-76-4



9 788489 116764