

UN MODELO TRIMESTRAL DE SIMULACION DOS PRINCIPAIS AGREGADOS
MACROECONOMICOS DE GALICIA

Elaboración e equipo técnico

Instituto Galego de Estatística
Departamento de economía aplicada II
da Universidade da Coruña

José Ramón Cancelo de la Torre

Edita

Xunta de Galicia
Consellería de Facenda
Instituto Galego de Estatística

Colección

Documentos Técnicos

Depósito Legal

C-1972-2009

ISSN

1889-6731

Deseño e maquetación

PLANA S.L. Arte en gráficas

Tiraxe

300 exemplares

Índice

1	Introdución	4
2	Metodoloxía	6
3	Bloques do modelo.....	9
3.1	Factores produtivos.....	9
3.1.1	Demanda de traballo.....	9
3.1.2	Demanda de capital	10
3.1.3	Oferta de traballo.....	10
3.1.4	Taxa de paro.....	11
3.2	Prezos e custos interiores.....	11
3.2.1	Deflactor do produto	11
3.2.2	Custo laboral.....	12
3.2.3	Prezos ao consumo.....	13
3.3	A demanda dos fogares	14
3.4	O sector externo	15
3.4.1	Cuestións xerais	15
3.4.2	Exportacións en volume	17
3.4.3	Prezos de exportacións	18
3.4.4	Importacións en volume	19
3.4.5	Prezos de importacións	20
3.5	Xeración de produto e acumulación de capital.....	20
3.5.1	Produto Interior Bruto	20
3.5.2	Stock de capital	20
4.	Probos de simulación dinámica do modelo.....	21
	Referencias	27

1 Introducción

Neste documento resúmense os aspectos máis destacados do modelo trimestral de simulación dos principais agregados macroeconómicos da economía galega. Este modelo desenvolveuse co obxectivo de simular o cadro macroeconómico de Galicia a un e dous anos, nun marco coherente cos escenarios supostos para as economías española e internacional.

A proposta que aquí se presenta é o resultado de encaixar diversos requisitos de índole moi diversa. En primeiro lugar, as necesidades da Xunta de Galicia determinan que as variables endóxenas inclúan o Produto Interior Bruto, o gasto en consumo final dos fogares, a formación bruta de capital, as exportacións, as importacións, o nivel de emprego e un índice xeral de prezos da economía. Así, o modelo debe producir resultados que permitan elaborar o cadro macroeconómico polo lado da demanda, coa salvidade de que o gasto en consumo final das AAPP e ISFLSF se considera esóxeno. Ademais desta desagregación do PIB, o modelo tamén debe proporcionar resultados para o emprego total e o nivel de prezos.

En segundo lugar, o modelo debe incorporar os mecanismos de transmisión relevantes que relacionan as variables esóxenas coas variables obxectivo. Isto implica recompilar a información procedente da teoría económica, revisar as especificacións empregadas en modelos xa existentes que se construíron con fins similares, determinar as variables esóxenas relevantes, e ampliar o conxunto de variables endóxenas para asegurar a coherencia interna das relacións modelizadas.

Por último, a construción do modelo ha de ter en conta a información estatística de base dispoñible para a economía galega, xa que esta limita as relacións entre variables económicas que se poden modelizar na práctica. Aínda que é desexable que a estrutura do modelo sexa similar ás dos modelos de simulación macroeconómica de organismos con necesidades de planificación similares, a práctica totalidade dos devanditos modelos elabóranse para unha economía nacional no seu conxunto ou para agregados supranacionais. Como consecuencia, a información estatística coa que se elaboran é máis ampla, e determinados supostos sobre a definición das variables relevantes non directamente observables son máis plausibles que se se aplican ao caso dunha economía rexional.

No deseño do modelo tívose en conta a experiencia de diversos organismos, para o cal se procedeu a unha revisión exhaustiva da literatura prestando especial atención aos modelos desenvolvidos por outros organismos españois, por Estados membros da Unión Europea e polas institucións europeas. Tomouse como referencia o modelo trimestral do Banco de España, aínda que a proposta deste documento se desvía en aspectos substantivos como consecuencia das características específicas da economía de Galicia, e da falta de datos sobre algunhas das variables que se observan a escala nacional.

En todo caso, esta proposta está plenamente integrada no enfoque preponderante na actualidade para a elaboración de modelos macroeconómicos de simulación. A estrutura é a dunha pequena economía aberta, como corresponde a unha rexión que forma parte dun Estado que á súa vez pertence a unha Unión Económica e Monetaria. Seguindo a formulación habitual en modelos similares, a evolución a longo prazo do produto vén explicada exclusivamente polo lado da oferta. A curto prazo, non obstante, o seu valor determínase polo lado da demanda, debido a rixideces nominais e ás inercias que atrasan o axuste ao novo equilibrio cada vez que a economía experimenta un shock esóxeno.

Este documento estrutúrase en catro seccións. Despois da introdución, na sección dúas faise unha breve descrición da metodoloxía de modelización. A sección tres detalla as ecuacións e identidades que integran o modelo. A sección catro conclúe cun resumo dos exercicios de simulación dinámica que se realizaron como parte das probas de validación.

2 Metodoloxía

A versión máis recente do modelo incorpora en total 20 variables endóxenas e 13 variables esóxenas. Das 20 variables endóxenas, 14 explícanse mediante ecuacións de comportamento, en tanto que 6 derivanse de identidades contables.

O modelo estrutúrase en cinco bloques: (1) factores produtivos; (2) prezos e custos interiores; (3) demanda dos fogares; (4) sector externo; e (5) xeración do produto e acumulación de capital. O bloque de factores produtivos está integrado polas demandas de traballo (EMPREGO) e capital (formación bruta de capital ou FBC), a oferta de traballo (POB_ACT) e, como residuo e mediante unha identidade, a taxa de paro (PARO).

No bloque de prezos e custos recóllense as principais variables de prezos: o deflactor do produto (DEF_PIB), o custo laboral nominal (CUS_LAB) e o índice de prezos ao consumo. Este último desagregase nos seus compoñentes non enerxético (IPC_NONE) e enerxético (IPC_ENE), obténdose o índice xeral (IPC) mediante o correspondente encadeamento dos elos calculados a partir da evolución dos seus dous compoñentes.

O bloque de demanda dos fogares consta dunha única ecuación, que explica o comportamento do gasto en consumo final dos fogares (GCFE).

No bloque do sector externo trátase de distinto xeito ás exportacións e ás importacións, como consecuencia das diferenzas na información estatística de base dispoñible. Así, nas exportacións analízanse por separado as exportacións ao resto de España (EXPORRE) e ao resto do mundo (EXPORRM), obténdose as exportacións totais (EXPOR) por agregación. Nas importacións, pola contra, modelízase directamente o agregado (IMPOR).

Este bloque tamén inclúe as ecuacións dos correspondentes deflactores, coa mesma desagregación que nas magnitudes a prezos constantes. Nas exportacións constrúense ecuacións específicas para os deflactores das exportacións ao resto de España (DEF_EXPORRE) e ao resto do mundo (DEF_EXPORRM), que se combinan mediante a correspondente identidade para proporcionar resultados para o deflactor das exportacións totais (DEF_EXPOR). A isto engádese unha ecuación de comportamento para o deflactor das importacións totais (DEF_IMPOR).

Por último, no bloque de xeración de produto e acumulación de capital inclúense dúas identidades. Coa primeira obtense o Produto Interior Bruto da economía (PIB) mediante a agregación dos seus compoñentes polo lado da demanda, en tanto que a segunda aplica o método do inventario permanente para proporcionar o stock de capital (CAPITAL) a partir da inversión realizada no período.

No modelo tamén se estima unha función de produción que, non obstante, non constitúe unha ecuación do modelo en sentido estrito, xa que non se utiliza para simular os valores de ningunha variable endóxena. O propósito desta ecuación é

aproximar algúns parámetros estruturais que, segundo a teoría económica, determinan os valores dos coeficientes doutras ecuacións, como as de demanda dos factores produtivos ou as de fixación de prezos e custos laborais. Este punto tratarase con máis detalle ao falar da estratexia de busca de especificación nesta mesma sección, e ao presentar os fundamentos de ecuacións concretas na sección tres.

O cadro 2.1 resume as variables endóxenas do modelo, en tanto que o cadro 2.2 recolle as variables esóxenas utilizadas.

Cadro 2.1. – Variables endóxenas do modelo

Variable	Unidades	Código
Produto interior bruto	Miles de euros a prezos de 2000, SA	PIB
Gasto en consumo final dos fogares	Miles de euros a prezos de 2000, SA	GCFE
Formación bruta de capital	Miles de euros a prezos de 2000, SA	FBC
Exportacións totais	Miles de euros a prezos de 2000, SA	EXPOR
Importacións totais	Miles de euros a prezos de 2000, SA	IMPOR
Stock de capital	Miles de euros a prezos de 2000	CAPITAL
Emprego	Miles de persoas, SA	EMPREGO
Poboación activa	Miles de persoas, SA	POB_ACT
Taxa de paro	Porcentaxe, SA	PARO
Custo laboral	Euros por hora efectiva, SA	CUS_LAB
Deflactor do PIB	Indice base 2000 = 100, SA	DEF_PIB
IPC xeral	Indice base 2006 = 100, SA	IPC
IPC non enerxético	Indice base 2006 = 100, SA	IPCNONE
IPC enerxético	Indice base 2006 = 100, SA	IPCENE
Deflactor das exportacións totais	Indice base 2000 = 100, SA	DEF_EXPOR
Deflactor das importacións totais	Indice base 2000 = 100, SA	DEF_IMPOR
Exportacións ao resto de España	Miles de euros a prezos de 2000, SA	EXPORRE
Exportacións ao resto do mundo	Miles de euros a prezos de 2000, SA	EXPORRM
Deflactor export. ao resto de España	Indice base 2000 = 100, SA	DEF_EXPORRE
Deflactor export. ao resto do mundo	Indice base 2000 = 100, SA	DEF_EXPORRM

Cadro 2.2. – Variables esóxenas do modelo

Variable	Unidades	Código
Gasto en consumo final das AAPP	Miles de euros a prezos de 2000, SA	GCFAAPP
Poboación en idade de traballar	Miles de persoas, SA	POBIDTRA
Productividade total dos factores	Adimensional	PTF
Taxa de xuros das sociedades non financeiras	Taxa trimestral en tanto por un	RSNF
Demanda interna de España	Millóns de euros a prezos de 2000, SA	DEMINTESP
Demanda do resto do mundo das exportacións galegas	Indice base 2000 = 100, SA	DEMIRM
IPC non enerxético de España	Indice base 2006 = 100, SA	IPCESPNONE
IPC enerxético de España	Indice base 2006 = 100, SA	IPCESPENE
Prezos de exportación dos competidores	Indice base 2000 = 100, SA	PEC
Prezos exportación dos competidores no resto de España	Indice base 2000 = 100, SA	PECRE
Prezos exportación dos competidores no resto do mundo	Indice base 2000 = 100, SA	PECRM
Prezos externos dos provedores, total	Indice base 2000 = 100, SA	PIPTOT
Tipo de cambio nominal efectivo	Indice base 2000 = 100	TCNOM

A maior parte dos datos obtéñense directamente das estatísticas publicadas por diversos organismos oficiais. Nalgún caso proceden de información interna utilizada polo Instituto Galego de Estatística na elaboración das súas estatísticas, pero non publicada de xeito individual. Por último, algunhas

variables son indicadores sintéticos construídos especificamente no marco deste proxecto.

Todas as ecuacións de comportamento se expresan na formulación de mecanismo de corrección do erro. Sexa Y a variable a explicar e X_1, X_2, \dots, X_k as variables explicativas, que poden incluír ou non a outras variables endóxenas. De forma xeral a ecuación de comportamento de Y pódese expresar como

$$Y_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^{p^*} \phi_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^k \sum_{i=0}^{p_j} \theta_{ji} X_{j,t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

onde p^* é o número de retardos de Y , p_j o de X_j ($j = 1, \dots, k$), e suponse $\varepsilon_t \sim \text{Niid}(0, \sigma_\varepsilon^2)$ para simplificar, se ben os resultados son igualmente válidos para estruturas máis xerais da perturbación. A formulación de mecanismo de corrección do erro obtense reparametrizando (1) para expresala da forma:

$$\begin{aligned} \Delta Y_t = & \delta_0 + \sum_{i=1}^{p^*-1} \gamma_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=1}^k \sum_{i=0}^{p_j-1} \delta_{ji} \Delta X_{j,t-i} - \\ & - \alpha (Y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 X_{1,t-1} - \dots - \beta_k X_{k,t-1}) + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

Deste xeito, as variacións de Y no trimestre t respecto ao seu valor en $t-1$ poden deberse a:

- a prolongación do axuste dinámico cara a unha nova situación de equilibrio como consecuencia dun shock no pasado, a través dos retardos de ΔY_t ;
- unha resposta dinámica a cambios nas variables exógenas X_1, X_2, \dots, X_k , a través dos termos en $\Delta X_{j,t}$ e os seus retardos;
- a corrección do desequilibrio existente en $t-1$, a través da diferenza entre o valor observado de Y e o valor teórico dado pola relación de longo prazo coas variables explicativas.

Na busca de especificación combinouse a información procedente da teoría económica coa selección empírica de variables e retardos. A información teórica utilizouse case exclusivamente na modelización da relación de longo prazo. Na versión finalmente proposta incorporáronse diversas restricións derivadas da teoría, coas únicas excepcións dos casos nos que a imposición das devanditas restricións levaba consigo unha deterioración notable da capacidade explicativa da correspondente ecuación. A dinámica de curto prazo especificouse de xeito empírico seguindo o procedemento do xeral ao particular.

Todas as ecuacións se estiman por mínimos cadrados non lineais ecuación a ecuación, e as probas de validación realizadas para contrastar a especificación proposta son as habituais neste tipo de estudos. A mostra esténdese dende o primeiro trimestre de 1995 ao terceiro trimestre de 2008.

3. Bloques do modelo

3.1 Factores produtivos

3.1.1 Demanda de traballo

As demandas dos factores obtéñense a partir das condicións de primeira orde de maximización dos beneficios da empresa representativa, de modo que previamente é necesario caracterizar a función de produción da economía. Seguindo o enfoque habitual na literatura, suponse unha tecnoloxía de produción Cobb-Douglas con dous factores (traballo e capital), rendementos a escala constantes e progreso tecnolóxico esóxeno, co que a función de produción toma a forma:

$$\ln \text{PIB}_t = \beta_0^{(1)} + \beta_1^{(1)} \ln \text{EMPREGO}_t + (1 - \beta_1^{(1)}) \ln \text{CAPITAL}_t + \beta_2^{(1)} \text{PTF}_t \quad (3)$$

onde \ln denota logaritmo e PTF é a produtividade total dos factores, que reflicte a contribución do progreso tecnolóxico ao produto rexional.

A práctica totalidade dos traballos que seguen este enfoque supoñen competencia perfecta no mercado de factores e igualan $\beta_1^{(1)}$ ao peso da remuneración de asalariados no VAB a custo de factores, que normalmente se supón en torno ao 65%. Como consecuencia, os únicos parámetros descoñecidos en (3) serían a ordenada na orixe e o coeficiente da produtividade total dos factores. Se se estiman estes parámetros por mínimos cadrados ordinarios, a función de produción da economía galega vén dada por:

$$\ln \text{PIB}_t = 4.86 + 0.65 \ln \text{EMPREGO}_t + (1 - 0.65) \ln \text{CAPITAL}_t + 1.02 \ln \text{PTF}_t + \varepsilon_{\ln \text{PIB},t} \quad (4)$$

Para determinar a demanda de traballo, o nivel de emprego desexado obtense desdexando esta variable da función de produción:

$$\ln \text{EMPREGO}_t = \beta_0^{(2)} + \beta_1^{(2)} \ln \text{PIB}_t + \beta_2^{(2)} \ln \text{CAPITAL}_t + \beta_3^{(2)} \text{PTF}_t \quad (5)$$

os coeficientes da cal están relacionados cos parámetros de (3) mediante as expresións

$$\beta_0^{(2)} = \frac{-\beta_0^{(1)}}{\beta_1^{(1)}}, \quad \beta_1^{(2)} = \frac{1}{\beta_1^{(1)}}, \quad \beta_2^{(2)} = -\left(\frac{1 - \beta_1^{(1)}}{\beta_1^{(1)}}\right) = 1 - \beta_1^{(2)}, \quad \beta_3^{(2)} = \frac{-\beta_2^{(1)}}{\beta_1^{(1)}} \quad (6)$$

A ecuación (5) determina a demanda de traballo a longo prazo ou de equilibrio, xa que a curto prazo as rixideces nominais e a dinámica de axuste provocan que nun momento dado a demanda de emprego non coincida necesariamente coa que maximiza beneficios. Se se incorpora a dinámica de curto prazo coas variables e retardos que finalmente resultan significativos, a ecuación proposta é

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{EMPREGO}_t &= 0.45 \Delta \ln \text{POB_ACT}_t - 0.38 [\ln \text{EMPREGO}_{t-1} + 7.46 - \\ &\quad - \frac{1}{0.65} \ln \text{PIB}_{t-1} + \frac{(1-0.65)}{0.65} \ln \text{CAPITAL}_{t-1} + \\ &\quad + \frac{1.02}{0.65} \ln \text{PTF}_{t-1}] + \varepsilon_{\ln \text{EMPREGO}_t} \end{aligned} \quad (7)$$

3.1.2 Demanda de capital

A condición de primeira orde de maximización do beneficio que determina a demanda de capital establece que o cociente entre as produtividades marxinais do traballo e do capital é igual ao cociente dos seus custos unitarios. A partir desta igualdade obtense a correspondente ecuación para o capital desexado:

$$\ln \text{CAPITAL}_t = \beta_0^{(3)} + \beta_1^{(3)} \ln \text{PIB}_t + \beta_2^{(3)} \text{PTF}_t + \beta_3^{(3)} (\ln \text{CUS_LAB}_t - \ln \text{CC}_t) \quad (8)$$

onde CC denota o custo de uso do capital a prezos correntes.

Ao igual que acontecía coa demanda de traballo, os coeficientes de (8) son transformacións non lineais dos parámetros da función de produción. En concreto, tense que:

$$\beta_0^{(3)} = \beta_1^{(1)} \ln \left(\frac{1 - \beta_1^{(1)}}{\beta_1^{(1)}} \right) - \beta_0^{(1)}, \quad \beta_1^{(3)} = 1, \quad \beta_2^{(3)} = -\beta_2^{(1)}, \quad \beta_3^{(3)} = \beta_1^{(1)} \quad (9)$$

A inclusión na ecuación da diferenza entre o custo de traballo e o custo de capital orixina diversos problemas. O custo de uso do capital non é directamente observable, e os intentos realizados para construír unha aproximación non deron bos resultados. De aí que se aproximara o devandito custo de uso pola taxa de xuros efectiva dos créditos ás sociedades non financeiras (RSNF). Por outra banda, a variable de custo de traballo non resulta significativa na ecuación de longo prazo, de modo que o único custo relevante é a taxa de xuros.

Non se atopan efectos dinámicos a curto prazo, e a variación da inversión explícase exclusivamente pola corrección do desequilibrio entre o stock de capital observado e o desexado segundo a relación de longo prazo:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{FBC}_t &= -0.17 [\ln \text{CAPITAL}_{t-1} - 3.06 - \ln \text{PIB}_{t-1} + \\ &\quad + 1.02 \ln \text{PTF}_{t-1} + 7.97 \text{RSNF}_{t-1}] + \varepsilon_{\ln \text{FBC}_t} \end{aligned} \quad (10)$$

3.1.3 Oferta de traballo

No longo prazo a oferta de traballo, medida pola poboación activa, depende da poboación en idade de traballar (POBIDTRA), que se supón esóxena. Na análise empírica detectouse un cambio de nivel no primeiro trimestre de 2001, que podería deberse a algún cambio na Enquisa de Poboación Activa que afectara á forma de estimar a poboación activa de Galicia.

A curto prazo non se detectan efectos doutras variables, e as variacións na poboación activa prodúcense unicamente para corrixir o desequilibrio no trimestre anterior:

$$\Delta \ln \text{POB_ACT}_t = -0.031 \text{I2001_01}_t - 0.13 [\ln \text{POB_ACT}_{t-1} + 21.67 - 3.71 \ln \text{POBIDTRA}_{t-1}] + \varepsilon_{\ln \text{POB_ACT},t} \quad (11)$$

3.1.4 Taxa de paro

Dado que as empresas determinan o emprego efectivo coa ecuación de demanda (7), e os traballadores a oferta total mediante a ecuación (11), a taxa de paro obtense como residuo a partir da correspondente identidade:

$$\text{PARO}_t = 1 - \frac{\text{EMPREGO}_t}{\text{POB_ACT}_t} \quad (12)$$

3.2 Prezos e custos interiores

3.2.1 Deflactor do produto

O principal indicador de prezos do modelo é o deflactor do PIB, que se utiliza como aproximación ao deflactor do produto. En condicións de competencia imperfecta, a empresa representativa fixa o prezo de equilibrio aplicando unha marxe variable ao prezo que maximiza os beneficios baixo competencia perfecta. Tense así unha ecuación xenérica da forma

$$\ln \text{DEF_PIB}_t = \mu \ln \text{P}_t^{\text{CP}} + (1 - \mu) \ln \text{MAR}_t + \varepsilon_{\ln \text{DEF_PIB},t} \quad (13)$$

sendo P_t^{CP} o prezo en condicións de competencia perfecta, e MAR_t a marxe variable.

O prezo baixo competencia perfecta vén dado pola condición de primeira orde de maximización do beneficio, que establece que o prezo do produto é igual ao custo laboral marxinal, e desta igualdade obtense a seguinte expresión para a evolución a longo prazo de P_t^{CP} :

$$\ln \text{P}_t^{\text{CP}} = \beta_0^{*(4)} + \beta_1^{*(4)} \ln \text{CUS_LAB}_t + \beta_2^{*(4)} (\ln \text{PIB}_t - \ln \text{CAPITAL}_t) + \beta_3^{*(4)} \text{PTF}_t \quad (14)$$

onde se demostra que todos os parámetros de (14) son función dos coeficientes da función de produción (3):

$$\beta_0^{*(4)} = -\ln \beta_1^{(1)} - \frac{\beta_0^{(1)}}{\beta_1^{(1)}}, \quad \beta_1^{*(4)} = 1, \quad \beta_2^{*(4)} = \frac{1 - \beta_1^{(1)}}{\beta_1^{(1)}}, \quad \beta_3^{*(4)} = -\beta_2^{(1)} \quad (15)$$

A marxe, pola súa banda, depende da presión dos competidores externos e fíxase a partir do prezo de exportación dos competidores, é dicir, do prezo dos bens e servizos producidos fóra de Galicia que compiten cos bens e servizos de produción interna:

$$\ln \text{MAR}_t = \eta_0 + \eta_1 \ln \text{PEC}_t \quad (16)$$

onde PEC_t é un índice de prezos de exportación dos competidores.

Combinando as ecuacións anteriores obtense a ecuación para o deflactor do produto a longo prazo:

$$\begin{aligned}
\ln \text{DEF_PIB}_t &= \mu [\beta_0^{*(4)} + \beta_1^{*(4)} \ln \text{CUS_LAB}_t + \beta_2^{*(4)} (\ln \text{PIB}_t - \ln \text{CAPITAL}_t) + \\
&\quad + \beta_3^{*(4)} \text{PTF}_t] + (1 - \mu) [\eta_0 + \eta_1 \ln \text{PEC}_t] = \\
&= \beta_0^{(4)} + \beta_1^{(4)} \ln \text{CUS_LAB}_t + \beta_2^{(4)} (\ln \text{PIB}_t - \ln \text{CAPITAL}_t) + \\
&\quad + \beta_3^{(4)} \text{PTF}_t + \beta_4^{(4)} \text{PEC}_t \tag{17}
\end{aligned}$$

Como consecuencia de todo o anterior, a evolución a longo prazo do deflactor do PIB está determinada en boa medida por restricións teóricas. Non obstante, no proceso de busca de especificación observouse que estas restricións non se adaptaban plenamente aos datos dispoñibles, polo que se optou por relaxar algunhas das devanditas restricións e dar máis peso á análise empírica na modelización do comportamento a longo prazo do deflactor do PIB. Se a isto se engaden os resultados obtidos na modelización da dinámica de curto prazo, tense a seguinte expresión para a ecuación que se considera no modelo:

$$\begin{aligned}
\Delta \ln \text{DEF_PIB}_t &= 0.55 \Delta \ln \text{DEF_PIB}_{t-1} + 0.13 \Delta \ln \text{PEC}_t - \\
&\quad - 0.04 [\ln \text{DEF_PIB}_{t-1} - 1.42 - 0.60 \ln \text{CUS_LAB}_{t-1} - \\
&\quad - (1 - 0.60) \ln \text{PEC}_{t-1}] + \varepsilon_{\ln \text{DEF_PIB}_t} \tag{18}
\end{aligned}$$

Segundo (18), en equilibrio os prezos de produción internos obtéñense como unha media ponderada dos custos laborais e os prezos de exportación dos competidores, con ponderacións similares aínda que a dos custos internos é algo maior. A dinámica de curto prazo caracterízase por un axuste diferido no tempo, modelizado mediante a inclusión da variable endóxena retardada cun coeficiente relativamente alto, e unha resposta contemporánea ás variacións nos prezos dos competidores.

3.2.2 Custo laboral

No modelo teórico máis sinxelo de fixación de salarios, o salario nominal é igual á produtividade marxinal do traballo a prezos correntes:

$$\ln \text{CUS_LAB}_t = \beta_0^{*(5)} + \beta_1^{*(5)} \ln \text{DEF_PIB}_t + \beta_2^{*(5)} (\ln \text{PIB}_t - \ln \text{EMPREGO}_t) \tag{19}$$

As condicións de primeira orde de maximización de beneficios da empresa representativa imponen as seguintes restricións sobre os coeficientes:

$$\beta_0^{*(5)} = \ln \beta_1^{(1)}, \quad \beta_1^{*(5)} = 1, \quad \beta_2^{*(5)} = 1 \tag{20}$$

Nun contexto máis xeral os salarios resultan dun proceso de negociación no que interveñen aspectos como a taxa de paro e o ratio de relocalización, ademais doutras variables que determinan o poder adquisitivo final dos traballadores tales como a diferencial entre o prezo do produto e os prezos ao consumo, ou os impostos sobre o traballo. De aí que a ecuación de longo prazo para o salario nominal sexa da forma:

$$\begin{aligned}
\ln \text{CUS_LAB}_t &= \beta_0^{(5)} + \beta_1^{(5)} \ln \text{DEF_PIB}_t + \beta_2^{(5)} (\ln \text{PIB}_t - \ln \text{EMPREGO}_t) + \\
&\quad + \beta_3^{(5)} (\ln \text{IPC}_t - \ln \text{DEF_PIB}_t) + \beta_4^{(5)} \text{PARO}_t \tag{21}
\end{aligned}$$

onde á expresión (19) se engaden o diferencial de prezos e a taxa de paro. Non se ten en conta o efecto dos impostos que recaen sobre o factor traballo porque non se dispón dun indicador axeitado que reflecta a súa evolución no período analizado. Pola mesma razón, tampouco se incluíu na ecuación o ratio de relocalización.

Na análise empírica comprobouse que todas as variables resultaban significativas, aínda que os valores dos coeficientes non son os que se derivan da teoría. Ademais, a curto prazo engádese unha resposta ás variacións dos prezos internos:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{CUS_LAB}_t &= 1.35 \Delta \ln \text{DEF_PIB}_{t-1} - 0.92 [\ln \text{CUS_LAB}_{t-1} - \\ &\quad - \ln \text{DEF_PIB}_{t-1} - 5.74 - 0.42 (\ln \text{PIB}_{t-1} - \ln \text{EMPREGO}_{t-1}) + \\ &\quad - 0.84 (\ln \text{IPC}_{t-1} - \ln \text{DEF_PIB}_{t-1}) + 0.007 \text{PARO}_{t-1}] + \\ &\quad + \varepsilon_{\ln \text{CUS_LAB},t} \end{aligned} \quad (22)$$

3.2.3 Prezos ao consumo

No modelo inclúense entre as variables endóxenas os índices de prezos ao consumo xeral, e desagregado nos compoñentes enerxético e non enerxético. O motivo é triplo. Primeiro, o índice de prezos ao consumo é máis axeitado que o deflactor do PIB como variable explicativa en determinadas ecuacións, como por exemplo na determinación do salario nominal.

En segundo lugar, o IPC é unha variable de interese en si mesmo, que completa a descrición básica da economía que se deriva dos exercicios de simulación. De aí que se inclúa no modelo o índice de prezos ao consumo e non o deflactor do consumo, que sería preferible dende un punto de vista estritamente formal, pero que ten menos interese para o seguimento da conxuntura e a toma de decisións de política económica.

Finalmente, e a diferenza do que acontece cos deflactores do PIB ou do consumo, as estatísticas de base proporcionan información desagregada sobre os seus compoñentes enerxético e non enerxético. Dado que esperase que no futuro a enerxía constitúa un dos principais focos de tensións inflacionistas, resulta útil ter no modelo unha variable que estea directamente conectada co prezo dos produtos enerxéticos nos mercados internacionais, e con mecanismos de transmisión ao resto da economía que sexan claros e relativamente sinxelos de modelizar.

Dende o punto de vista teórico, o compoñente non enerxético do IPC de Galicia depende dos prezos internos e dos prezos das importacións non enerxéticas, tanto do resto de España coma do resto do mundo. Para simplificar optouse por aproximar o índice de prezos externos polo IPC español non enerxético (IPCESPNONE), que se utiliza como unha medida de síntese que recolle tanto as tensións inflacionistas xeradas no mercado nacional, como as procedentes da economía internacional. En consecuencia, a ecuación proposta para a evolución a longo prazo do compoñente non enerxético do IPC vén dada por:

$$\ln \text{IPCNONE}_t = \beta_0^{(6)} + \beta_1^{(6)} \ln \text{DEF_PIB}_t + \beta_2^{(6)} \ln \text{IPCESPNONE}_t \quad (23)$$

No proceso de modelización detectouse que a longo prazo o IPC non enerxético galego depende unicamente do IPC non enerxético español, cunha elasticidade lixeiramente inferior á unidade. A curto prazo as variacións do IPC non enerxético responden ao desequilibrio no trimestre anterior, ás variacións contemporáneas do IPC non enerxético español, e ás variacións do deflactor do PIB galego atrasadas un trimestre:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{IPCNONE}_t &= 1.10 \Delta \ln \text{IPCESPNONE}_t + 0.23 \Delta \ln \text{DEF_PIB}_{t-1} - \\ &- 0.42 [\ln \text{IPCNONE}_{t-1} - 0.16 - 0.96 \ln \text{IPCESPNONE}_{t-1}] + \\ &+ \varepsilon_{\ln \text{IPCNONE},t} \end{aligned} \quad (24)$$

Pola súa banda, o índice de prezos ao consumo dos produtos enerxéticos depende do nivel de prezos interior e do compoñente enerxético do índice de prezos ao consumo español (IPCESPENE):

$$\ln \text{IPCENE}_t = \beta_0^{(7)} + \beta_1^{(7)} \ln \text{DEF_PIB}_t + \beta_2^{(7)} \ln \text{IPCESPENE}_t \quad (25)$$

onde IPCESPENE actúa como un indicador sintético das tensións inflacionistas derivadas dos prezos dos distintos produtos enerxéticos. Ambas as dúas variables explicativas resultan significativas na estimación da relación a longo prazo, e os cambios do IPC enerxético de Galicia tamén responden ás variacións contemporáneas do IPC enerxético español:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{IPCENE}_t &= 1.05 \Delta \ln \text{IPCESPENE}_t - 0.27 [\ln \text{IPCENE}_{t-1} + \\ &+ 0.76 - 0.24 \ln \text{DEF_PIB}_{t-1} - 0.92 \ln \text{IPCESPENE}_{t-1}] + \\ &+ \varepsilon_{\ln \text{IPCENE},t} \end{aligned} \quad (26)$$

Finalmente, o índice xeral de prezos ao consumo calcúlase encadeando os elos dos compoñentes enerxético e non enerxético. Ao considerar datos trimestrais utilízase como referencia o dato do cuarto trimestre do ano anterior, aínda que formalmente a referencia correcta sería o dato do mes de decembro:

$$\begin{aligned} \text{IPC}_t &= \text{IPC}_{a,i} = \\ &= \text{IPC}_{a-1,4} \left[w_{\text{IPCNOE},a} \frac{\text{IPCNOE}_{a,i}}{\text{IPCNOE}_{a-1,4}} + w_{\text{IPCENE},a} \frac{\text{IPCENE}_{a,i}}{\text{IPCENE}_{a-1,4}} \right] \end{aligned} \quad (27)$$

sendo $w_{\text{IPCNOE},a}$, $w_{\text{IPCENE},a}$ as ponderacións do ano a que publica o Instituto Nacional de Estatística.

3.3 A demanda dos fogares

Os modelos macroeconómicos de simulación inclúen neste bloque o gasto en consumo final dos fogares e, nalgúns casos, a inversión residencial. Para Galicia, a información estatística de base dispoñible refírese á formación bruta de capital no seu conxunto, e non é posible formular ecuacións específicas para o investimento privado residencial, o investimento privado non residencial, e o investimento público. Como consecuencia, no modelo o bloque de demanda dos fogares límitase ao consumo privado.

A ecuación estándar de consumo a longo prazo obtense a partir da solución do problema de optimización formulado polo consumidor representativo. O consumo en cada momento depende da renda permanente e da taxa de xuros real; a renda permanente aproxímase pola renda dispoñible no período e a riqueza total. A expresión xeral é da forma

$$\ln GCFF_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \frac{YDFOG_t}{P_{C,t}} + \beta_2 \ln \left(\frac{WFIN_t + WNFIN_t}{P_{C,t}} \right) + \beta_3 r_{con,t} \quad (28)$$

onde YDFOG é a renda dispoñible dos fogares a prezos correntes, WFIN (WNFIN) a riqueza financeira (non financeira) tamén a prezos correntes, P_C o deflactor do consumo, e r_{con} a taxa de xuros real sobre o consumo.

Na práctica é imposible estimar unha ecuación como (28) para Galicia por dúas razóns. En primeiro lugar, non se dispón da información estatística necesaria para calcular a renda dispoñible dos fogares con periodicidade trimestral. En segundo lugar, tampouco se dispón de datos sobre a riqueza, e os supostos que se utilizan nos modelos de ámbito nacional non son válidos nun modelo rexional. Así, nun modelo nacional suponse que toda a riqueza está en mans dos fogares, e aproxímase o seu valor como a suma do stock total de capital, a débeda pública e os activos internacionais netos. Este suposto é inadecuado nun modelo de ámbito rexional, xa que parte da riqueza física situada en Galicia non é propiedade dos fogares galegos, e á vez estes posúen activos situados no resto de España.

De aí que nesta versión do modelo se optase por unha especificación simplificada da función de consumo. A longo prazo o gasto en consumo final dos fogares soamente depende do PIB, como indicador de renda e cunha elasticidade igual a 0.66, e dun cambio estrutural no segundo trimestre de 2002. Outras variables, como o taxa de xuros real do crédito ao consumo, non resultaron significativas. A curto prazo, as variacións do consumo privado só reaccionan a cambios no PIB e no IPC, ademais de ao desequilibrio no período anterior. A ecuación proposta vén dada por

$$\begin{aligned} \Delta \ln GCFF_t &= 0.009 E2002_02_t + 0.61 \Delta \ln PIB_{t-1} - 0.39 \Delta \ln IPC_{t-1} - \\ &\quad - 0.10 [\ln GCFF_{t-1} - 5.04 - 0.66 \ln PIB_{t-1}] + \\ &\quad + \varepsilon_{\ln GCFHt} \end{aligned} \quad (29)$$

3.4 O sector externo

3.4.1 Cuestións xerais

O sector externo é o bloque no que se observan as maiores diferenzas cos dos modelos elaborados para economías nacionais. Nestes o sector externo é un sector exterior en sentido estrito, que recolle as relacións da economía nacional con outros países. No modelo de simulación de Galicia, pola contra, é necesario distinguir entre as relacións co resto do Estado español, e as relacións internacionais en sentido estrito.

Nos modelos de ámbito nacional o grao de desagregación de cada fluxo determinase en función de dous criterios, por tipo de produto e xeográfico. En

canto ao primeiro, ben considérase o comercio na súa totalidade, ben distínguese entre comercio de bens e comercio de servizos. En ocasións tamén se desagregan as importacións de bens, separando as importacións enerxéticas das de produtos non enerxéticos. No que se refire ao segundo criterio, pódese modelizar o comercio total co exterior, ou desagregalo por áreas xeográficas. Neste último caso, a maioría dos modelos desenvolvidos para organismos europeos separan o comercio con outros membros da Unión Europea, do comercio con países que non pertencen á UE. Para Galicia, a desagregación natural seguindo un criterio xeográfico leva a distinguir entre o comercio co resto de España e o comercio internacional, sen prexuízo de que á súa vez o comercio internacional se desagregue seguindo calquera dos criterios utilizados nos modelos de ámbito nacional.

O nivel de detalle que finalmente se considera no modelo está determinado pola información estatística de base dispoñible. Para elaborar a Contabilidade Trimestral de Galicia, o Instituto Galego de Estatística estima as exportacións totais por agregación de tres compoñentes: exportacións ao resto de España, exportacións ao resto do mundo e gasto interior dos non residentes. O procedemento utilizado non contempla a desagregación das exportacións ao resto do mundo por zonas xeográficas, de modo que no que segue estas se tratarán de forma agregada.

Pola súa banda, o gasto interior dos non residentes pódese interpretar como un agregado formado por exportacións de bens e servizos tanto ao resto de España coma ao resto do mundo, onde o maior peso corresponde ás exportacións de servizos ao resto de España. Dado que a modelización directa deste gasto non resulta sinxela, e posto que a maior parte corresponde a residentes no resto do Estado, introduciuse o suposto simplificador de que o gasto dos residentes no estranxeiro é nulo, e agregouse o gasto dos non residentes ás exportacións ao resto de España.

En conclusión, a información actualmente dispoñible permite modelizar as exportacións de bens e servizos ao resto de España por un lado, incluíndo aquí a totalidade do gasto interior dos non residentes, e, de forma independente, as exportacións de bens e servizos ao resto do mundo. Por último, as exportacións totais obtéñense agregando as exportacións por mercados de destino.

No que se refire ás importacións, o Instituto Galego de Estatística non separa as importacións do resto de España e as do resto do mundo cando elabora a Contabilidade Trimestral de Galicia, senón que estima directamente o agregado. De aí que no modelo só se consideren as importacións de Galicia no seu conxunto, sen distinguir pola súa procedencia.

Finalmente, para os deflatores utilizouse a mesma desagregación que para as magnitudes a prezos constantes. Nas exportacións especificase unha ecuación para o deflactor das exportacións ao resto de España e outra para o deflactor das exportacións ao resto do mundo, obténdose o deflactor das exportacións totais por agregación. Para as importacións, pola contra, estímase unha única ecuación de comportamento directamente para o deflactor das importacións totais.

A continuación preséntase o tratamento detallado das magnitudes a prezos constantes e os seus correspondentes deflactores.

3.4.2 Exportacións en volume

A teoría económica establece que a longo prazo as exportacións a un mercado concreto dependen dun indicador da demanda do devandito mercado e dun indicador de competitividade:

$$\ln X_{i,t} = \beta_0^{(8)} + \beta_1^{(8)} \ln D_{i,t} + \beta_2^{(8)} \ln P_{X_{-i,t}} + \beta_3^{(8)} \ln PEC_{X_{-i,t}} \quad (30)$$

onde o subíndice i se refire ao mercado i -ésimo ($i = RE, RM$), X_i denota as exportacións a prezos constantes, D_i a demanda interna, P_{X_i} o deflactor das exportacións galegas, e PEC_{X_i} os prezos dos competidores. En (30) non se impón a restrición de que as vendas ao exterior dependen do índice de competitividade como tal, senón que nunha primeira etapa os coeficientes dos prezos propios e dos prezos dos competidores se estiman sen restrinxir, e posteriormente contrástase se efectivamente son iguais en valor absoluto e con distinto signo.

A maior dificultade para facer operativa a expresión (30) estriba na obtención de datos das variables de demanda e prezos para os distintos mercados de interese. No que se refire á variable de demanda, para as exportacións ao resto de España utilízase a demanda interna española. Para as exportacións ao resto do mundo o indicador de demanda calcúlase mediante unha media xeométrica ponderada das demandas internas dos oito principais países clientes –Francia, Portugal, Reino Unido, Italia, Alemaña, Países Baixos, Bélxica e Estados Unidos–, que en conxunto concentran en torno ao 74% das exportacións galegas ao resto do mundo.

Os índices de prezos das exportacións de Galicia por mercados de destino obtéñense a partir da información interna que manexa o IGE para elaborar as Contas Anuais e a Contabilidade Trimestral de Galicia. Os índices de prezos dos competidores construíronse especificamente para este proxecto, e o seu tratamento detallado excede con moito os obxectivos propostos para este documento. Convén sinalar que o IGE ten en marcha unha operación estatística específica para a construción de indicadores de competitividade da economía galega, que unha vez concluída podería levar a reconsiderar a forma en que se tratan os índices de competitividade.

Pasando ás ecuacións finalmente utilizadas, para as exportacións totais ao resto de España propónse a seguinte expresión:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{EXPORRE}_t &= 1.51 \Delta \ln \text{DEMINTESP}_t - 1.58 \Delta \ln \text{DEF_EXPORRE}_t - \\ &- 0.16 [\ln \text{EXPORRE}_{t-1} + 3.51 - 1.55 \ln \text{DEMINTESP}_{t-1} + \\ &+ (\ln \text{DEF_EXPORRE}_{t-1} - \ln \text{PECRE}_{t-1})] + \\ &+ \varepsilon_{\ln \text{EXPORRE}_t} \end{aligned} \quad (31)$$

sendo DEMINTESP a demanda interna española, e PECRE o índice de prezos de exportación dos competidores das exportacións galegas no mercado español.

Na ecuación (31) obsérvase que a longo prazo as exportacións ao resto de España dependen da demanda interna española, cunha elasticidade igual a 1.55, e dun índice de competitividade aproximado polos prezos relativos, con elasticidade unitaria. A curto prazo as variacións das exportacións ao resto do Estado responden a cambios na demanda interna española, nos prezos de exportación de Galicia, e ao desequilibrio respecto ao teórico valor de longo prazo no trimestre anterior.

As exportacións ao resto do mundo tamén dependen basicamente dun indicador da demanda externa e dun indicador de competitividade. Nas exportacións ao resto do mundo a elasticidade renda é maior que nas exportacións ao resto de España, a elasticidade respecto ao indicador de competitividade é moi inferior en valor absoluto, e non se observan máis efectos de curto prazo que a mera corrección do desequilibrio observado no trimestre anterior. Con isto, a ecuación finalmente proposta vén dada por:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{EXPORRM}_t = & -0.48 [\ln \text{EXPORRM}_{t-1} - 1.62 - 3.47 \ln \text{DEMRRM}_{t-1} + \\ & + 0.41 (\ln \text{DEF_EXPORRM}_{t-1} - \ln \text{PECRM}_{t-1})] + \\ & + \varepsilon_{\ln \text{EXPORRM},t} \end{aligned} \quad (32)$$

onde DEMRM e PECRM denotan as variables esóxenas demanda do resto do mundo e prezo de exportación dos competidores nos mercados do resto do mundo, respectivamente.

Por último, as exportacións totais obtéñense por suma das exportacións ao resto de España e ao resto do mundo:

$$\text{EXPOR}_t = \text{EXPORRE}_t + \text{EXPORRM}_t \quad (33)$$

3.4.3 Prezos de exportacións

A longo prazo o deflactor das exportacións galegas ao resto de España depende dos prezos internos (deflactor do PIB) e dun índice de prezos de exportación dos competidores no devandito mercado. A curto prazo as variacións nos prezos de exportación explícanse polas variacións nos prezos internos de produción, as variacións nos prezos dos competidores, e o desequilibrio observado no trimestre anterior:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{DEF_EXPORRE}_t = & 0.70 \Delta \ln \text{DEF_PIB}_t + 0.27 \Delta \ln \text{PECRE}_t - \\ & - 0.55 [\ln \text{DEF_EXPORRE}_{t-1} - 0.57 - \\ & - 0.23 \ln \text{DEF_PIB}_{t-1} - 0.64 \ln \text{PECRE}_{t-1}] + \\ & + \varepsilon_{\text{DEF_EXPORRE},t} \end{aligned} \quad (34)$$

Á súa vez, o deflactor das exportacións galegas ao resto do mundo explícase polos prezos de produción internos, os prezos de exportación dos competidores nos mercados internacionais, e o tipo de cambio efectivo nominal (TCNOM), de acordo coa seguinte expresión:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{DEF_EXPORRM}_t &= -0.46 [\ln \text{DEF_EXPORRM}_{t-1} - 1.98 - \\ &\quad - 0.26 \ln \text{DEF_PIB}_{t-1} - \ln \text{PECRM}_{t-1} \\ &\quad + 0.70 \ln \text{TCNOM}_{t-1}] + \\ &\quad + \varepsilon_{\text{DEF_EXPORRM},t} \end{aligned} \quad (35)$$

A partir dos deflactores das exportacións por mercados obtense o deflactor total mediante a seguinte identidade:

$$\begin{aligned} \text{DEF_EXPOR}_t &= \\ &= \frac{\text{DEF_EXPORRE}_t \text{EXPORRE}_t + \text{DEF_EXPORRM}_t \text{EXPORRM}_t}{\text{EXPOR}_t} \end{aligned} \quad (36)$$

3.4.4 Importacións en volume

Como xa se comentou, na versión actual do modelo as importacións considéranse agregadas dada a falta de información para estudar o seu comportamento por mercados de orixe.

A teoría tradicional sobre o comercio internacional postula que a longo prazo as importacións dependen dunha variable de demanda interna e dun índice de competitividade. A maioría dos modelos de simulación supoñen que a variable de escala é a demanda interna, aínda que en ocasións se trata dunha demanda reponderada en función do contido en importacións de cada compoñente. Na versión actual do modelo a variable de demanda é o PIB de Galicia, xa que se comprobou que os resultados non melloraban se se substituíu o produto pola demanda interna.

Os índices de competitividade defínense como o cociente entre o prezo de importación e un índice de prezos de produción interior. Os prezos interiores aproximáronse polo deflactor do PIB, en tanto que os prezos de importación son os deflactores calculados pola Unidade de Contas Trimestrais do IGE.

Ambas as dúas variables resultan significativas na estimación da relación a longo prazo. Tal e como se observa en estimacións empíricas da función de importacións da economía española, a longo prazo a elasticidade renda é superior á unidade, en tanto que a elasticidade prezo en valor absoluto se mantén por debaixo desta cifra. A curto prazo as variacións das importacións responden a variacións no PIB e a variacións nos prezos relativos. En definitiva, a ecuación de importacións vén dada pola seguinte expresión:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{IMPOR}_t &= \Delta \ln \text{PIB}_{t-1} - 0.42 (\Delta \ln \text{DEF_IMPOR}_t - \Delta \ln \text{DEF_PIB}_t) - \\ &\quad - 0.28 [\ln \text{IMPOR}_{t-1} + 11.71 - 1.71 \ln \text{PIB}_{t-1} - \\ &\quad - 0.83 (\ln \text{DEF_IMPOR}_{t-1} - \ln \text{DEF_PIB}_{t-1})] + \\ &\quad + \varepsilon_{\ln \text{IMPOR},t} \end{aligned} \quad (37)$$

3.4.5 Prezos de importacións

A maioría dos modelos analizados na revisión da literatura inclúe unha ecuación para o deflactor das importacións na que esta é función dos prezos interiores, e dun índice de prezos externos dos provedores expresado en moeda local. Os prezos interiores aproxímanse polo deflactor do PIB. En canto aos prezos dos provedores, distínguense tres tipos de importacións –importacións do resto de España, importacións non enerxéticas do resto do mundo, e importacións enerxéticas do resto do mundo– e calcúlase un índice total de prezos externos de provedores mediante unha media xeométrica ponderada dos indicadores dos prezos de cada provedor.

O proceso de busca de especificación da ecuación máis axeitada concluíu cunha expresión na que as variacións do deflactor das importacións totais no momento t responden unicamente á desviación respecto ao teórico equilibrio a longo prazo no trimestre anterior. Pola súa banda, este equilibrio a longo prazo só depende do prezo externo dos provedores para o total de importacións, que se denota por PIPTOT:

$$\Delta \ln \text{DEF_IMPOR}_t = -0.23 [\ln \text{DEF_IMPOR}_{t-1} - 0.88 - 0.81 \ln \text{PIPTOT}_{t-1}] + \varepsilon_{\ln \text{DEF_IMPOR}t} \quad (38)$$

3.5 Xeración de produto e acumulación de capital

3.5.1 Produto Interior Bruto

Seguindo a formulación dominante na literatura macroeconómica actual, o PIB calcúlase a través da identidade contable que o relaciona cos compoñentes da demanda agregada:

$$\text{PIB}_t = \text{GCFF}_t + \text{FBC}_t + \text{GCFAAPP}_t + \text{EXPOR}_t - \text{IMPOR}_t \quad (39)$$

onde GCFAAPP denota o gasto en consumo final das Administracións Públicas.

3.5.2 Stock de capital

A identidade de acumulación do capital, utilizando o método do inventario permanente e supoñendo unha taxa de depreciación do 3.5% anual, vén dada por

$$\text{CAPITAL}_t = \text{CAPITAL}_{t-1} + \text{FBC}_t - \left[(1 + 0.035)^{1/4} - 1 \right] \text{CAPITAL}_{t-1} \quad (40)$$

4. Probas de simulación dinámica do modelo

Para avaliar o comportamento do modelo no seu conxunto realizáronse dous exercicios de simulación. No primeiro, denominado *simulación a seis trimestres*, tómasse como orixe o segundo trimestre do ano a e simúlase a evolución de todas as variables endóxenas a seis trimestres, completando o ano a e obtendo a traxectoria esperada para todo o ano $a+1$. A continuación calcúlanse os agregados anuais de a e $a+1$, e mídese o erro cometido para estes agregados e as súas taxas de crecemento.

No segundo exercicio fíxase a orixe no cuarto trimestre do ano a e simúlase a evolución das variables endóxenas a catro trimestres, para completar todo o ano $a+1$. A continuación calcúlanse os agregados anuais de $a+1$, e mídese o erro cometido para estes agregados e as súas taxas de crecemento. Por razóns evidentes, este exercicio chamábase *simulación a catro trimestres*.

Con estas dúas probas preténdense aproximar as condicións nas que se usará o modelo para simular, en setembro do ano a e en marzo de $a+1$, o cadro macroeconómico do ano $a+1$. En todos os casos se utilizaron os verdadeiros valores das variables esóxenas, os parámetros estimáronse coa mostra 1995:1–2008:3, e as intervencións e cambios estruturais supóñense coñecidos. Cada exercicio repítese tomando catro orixes diferentes, correspondentes aos segundos / cuartos trimestres de 2003, 2004, 2005 e 2006.

O cadro 4.1 detalla os resultados da simulación a seis trimestres para os niveis das 20 variables endóxenas. O erro para a variable Z no ano a calcúlase como

$$e_6(Z)_a = \left(\frac{Z_a - \hat{Z}_a}{Z_a} \right) \times 100 \quad (41)$$

onde Z_a é o dato anual observado e \hat{Z}_a o dato simulado; de forma similar obtense o erro para o ano $a+1$. No ano corrente o dato simulado combina dous trimestres observados e dous trimestres simulados, en tanto que no ano seguinte os catro trimestres son simulados. A columna *media* recolle a media dos catro erros anuais, e en *recm* figura a raíz do erro cuadrático medio, ou raíz do momento respecto á orixe de segundo orde, dos erros calculados utilizando a expresión (41).

Cadro 4.1.- Simulación a seis trimestres: erros na simulación dinámica dos agregados anuais do ano corrente e do ano seguinte con orixe no segundo trimestre do ano corrente, en porcentaxe sobre o dato observado

VARIABLE ENDOXENA	HORIZONTE	PREDICCIÓNS CON ORIXE NO SEGUNDO TRIMESTRE DE				RESUMO DE ERROS	
		2003	2004	2005	2006	media	recm
Producto interior bruto	ano corrente	-0,4	-0,3	-0,5	0,4	-0,20	0,42
	ano seguinte	-0,8	-1,1	-0,7	1,2	-0,35	0,99
Gasto en consumo final dos fogares	ano corrente	-0,1	-0,2	-0,5	0,5	-0,08	0,38
	ano seguinte	-1,1	-0,9	-0,5	1,2	-0,31	0,96
Formación bruta de capital	ano corrente	0,1	0,7	-0,6	0,2	0,11	0,49
	ano seguinte	-1,0	-0,1	-0,6	3,4	0,41	1,79
Exportacións totais	ano corrente	0,4	-0,9	-1,1	-0,2	-0,47	0,74
	ano seguinte	1,6	-3,0	-1,7	-0,7	-0,92	1,92
Importacións totais	ano corrente	0,8	-0,1	-0,8	-0,1	-0,02	0,57
	ano seguinte	1,3	-1,5	-0,8	0,7	-0,09	1,13
Stock de capital	ano corrente	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,01
	ano seguinte	0,0	0,0	-0,1	0,2	0,02	0,10
Emprego	ano corrente	-0,2	0,2	0,3	0,6	0,22	0,36
	ano seguinte	-0,7	0,0	0,3	1,4	0,28	0,81
Poboación activa	ano corrente	0,2	-0,2	-0,2	0,2	0,01	0,20
	ano seguinte	0,7	-0,6	-0,3	0,4	0,03	0,52
Taxa de paro (1)	ano corrente	0,4	-0,2	-0,5	-0,3	-0,15	0,38
	ano seguinte	1,2	-0,5	-0,5	-1,0	-0,19	0,88
Deflactor do PIB	ano corrente	0,0	0,2	0,0	0,0	0,05	0,09
	ano seguinte	0,6	0,7	0,2	-0,6	0,24	0,58
Custo laboral	ano corrente	0,3	-0,1	-0,3	0,0	-0,02	0,21
	ano seguinte	0,0	-0,3	0,3	0,2	0,04	0,22
IPC xeral	ano corrente	0,0	0,0	0,1	0,0	0,03	0,04
	ano seguinte	0,1	0,1	0,2	-0,2	0,07	0,15
IPC non enerxético	ano corrente	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,02
	ano seguinte	0,0	0,0	0,1	-0,2	0,01	0,11
IPC enerxético	ano corrente	-0,1	0,0	0,2	0,1	0,01	0,11
	ano seguinte	0,3	0,2	0,3	-0,3	0,13	0,29
Deflactor das exportacións totais	ano corrente	-0,3	-0,2	-0,2	0,1	-0,14	0,21
	ano seguinte	-0,5	-0,8	-1,1	1,1	-0,32	0,90
Deflactor das importacións totais	ano corrente	-0,5	-0,5	0,0	0,0	-0,25	0,36
	ano seguinte	-0,9	-1,4	-1,5	0,9	-0,71	1,19
Exportacións ao resto de España	ano corrente	-0,1	-0,9	-1,6	-0,2	-0,68	0,91
	ano seguinte	1,5	-3,8	-3,7	-1,6	-1,91	2,89
Exportacións ao resto do mundo	ano corrente	1,4	-1,0	-0,1	-0,4	-0,02	0,85
	ano seguinte	1,8	-1,2	2,4	1,2	1,06	1,73
Deflactor export. resto de España	ano corrente	0,4	0,0	-0,3	-0,1	-0,02	0,24
	ano seguinte	0,5	-0,2	-0,7	0,3	-0,03	0,48
Deflactor export. resto do mundo	ano corrente	-1,7	-0,5	0,0	0,6	-0,40	0,94
	ano seguinte	-2,6	-2,1	-1,8	2,7	-0,94	2,32

NOTAS: (1) Diferenza absoluta.

Os resultados son satisfactorios dadas as marxes de incerteza habituais na predición dos agregados macroeconómicos de Galicia. O erro medio para o ano corrente é cero ou moi próximo a cero en todos os casos, salvo nas exportacións destinadas ao resto de España e, en menor medida, nas exportacións totais e no deflactor das exportacións ao resto do mundo. Pola súa importancia para os obxectivos do modelo, tamén se pode considerar que os erros medios para o PIB e o nivel de emprego son relativamente elevados. É de destacar que os resultados para a raíz do erro cuadrático medio do ano corrente –que inclúe a contribución da media dos erros– son bos, xa que en ningún caso

se supera o 1% e só se observan valores por enriba do 0.5% para algunhas variables do sector externo.

Na simulación das traxectorias para o ano seguinte os resultados son un pouco peores, como era de esperar, se ben o erro medio mantense por debaixo do 0.4% en valor absoluto en 14 das 20 variables. As variables con erros medios máis altos corresponden ao sector externo, coa excepción da formación bruta de capital.

Os valores da raíz do erro cuadrático medio tamén están, en xeral, en liña co esperado. Trece das vinte variables teñen unha recm inferior ao 1%; as excepcións corresponden a variables do sector externo salvo, unha vez máis, a formación bruta de capital.

O cadro 4.2 presenta unha información similar para os erros cometidos ao simular a taxa de crecemento. Sexa $ec_6(Z)_a$ o erro na taxa de crecemento da magnitude Z no ano a cando se predí o crecemento do ano corrente, é dicir, coñecida a evolución dos dous primeiros trimestres. Este erro de calcula como

$$ec_6(Z)_a = \left(\frac{Z_a - Z_{a-1}}{Z_{a-1}} - \frac{\hat{Z}_a - Z_{a-1}}{Z_{a-1}} \right) \times 100 \quad (42)$$

sendo \hat{Z}_a o dato anual simulado co primeiro semestre coñecido. Pola súa banda, o erro na taxa de crecemento cando se predí o ano seguinte, $es_6(Z)_{a+1}$, vén dado por

$$es_6(Z)_{a+1} = \left(\frac{Z_{a+1} - Z_a}{Z_a} - \frac{\tilde{Z}_{a+1} - \hat{Z}_a}{\hat{Z}_a} \right) \times 100 \quad (43)$$

onde \tilde{Z}_{a+1} denota o dato simulado para o ano $a+1$ con orixe o segundo trimestre de a , e os catro trimestres que o forman son predicións condicionadas aos valores das variables esóxenas. Nótese que no cálculo do crecemento simulado a referencia é \hat{Z}_a , é dicir, a predición feita para o ano a e non o dato realmente observado. Todos os erros do cadro 4.2 están calculados desta forma salvo os da taxa de paro, que coinciden cos que se presentaron no cadro 4.1.

Cadro 4.2.- Simulación a seis trimestres: erros na simulación dinámica das taxas anuais de crecemento do ano corrente e do ano seguinte, con orixe no segundo trimestre do ano corrente

VARIABLE ENDOXENA	HORIZONTE	PREDICCIÓNS CON ORIXE NO SEGUNDO TRIMESTRE DE				RESUMO DE ERROS	
		2003	2004	2005	2006	media	recm
Producto interior bruto	ano corrente	-0,4	-0,3	-0,5	0,5	-0,20	0,43
	ano seguinte	-0,5	-0,8	-0,2	0,8	-0,16	0,63
Gasto en consumo final dos fogares	ano corrente	-0,1	-0,2	-0,5	0,5	-0,09	0,39
	ano seguinte	-1,0	-0,7	0,0	0,8	-0,23	0,70
Formación bruta de capital	ano corrente	0,2	0,8	-0,7	0,2	0,11	0,52
	ano seguinte	-1,2	-0,8	0,0	3,4	0,32	1,83
Exportacións totais	ano corrente	0,4	-1,0	-1,1	-0,3	-0,49	0,78
	ano seguinte	1,3	-2,1	-0,6	-0,4	-0,46	1,31
Importacións totais	ano corrente	0,9	-0,1	-0,8	-0,1	-0,02	0,60
	ano seguinte	0,5	-1,5	-0,1	0,8	-0,06	0,87
Stock de capital	ano corrente	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,01
	ano seguinte	-0,1	0,0	-0,1	0,2	0,02	0,10
Emprego	ano corrente	-0,2	0,2	0,4	0,6	0,23	0,37
	ano seguinte	-0,5	-0,1	-0,1	0,9	0,06	0,52
Poboación activa	ano corrente	0,2	-0,2	-0,2	0,2	0,01	0,21
	ano seguinte	0,5	-0,4	-0,1	0,2	0,02	0,34
Taxa de paro (1)	ano corrente	0,4	-0,2	-0,5	-0,3	-0,15	0,38
	ano seguinte	0,8	-0,3	0,0	-0,6	-0,04	0,54
Deflactor do PIB	ano corrente	0,0	0,2	0,0	0,0	0,05	0,10
	ano seguinte	0,6	0,6	0,2	-0,6	0,20	0,53
Custo laboral	ano corrente	0,3	-0,1	0,3	0,1	-0,02	0,22
	ano seguinte	-0,3	-0,2	0,6	0,2	0,07	0,37
IPC xeral	ano corrente	0,0	0,0	0,1	0,0	0,03	0,04
	ano seguinte	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,05	0,14
IPC non enerxético	ano corrente	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,02
	ano seguinte	0,0	0,1	0,1	-0,2	0,01	0,11
IPC enerxético	ano corrente	-0,1	0,0	0,2	0,1	0,02	0,12
	ano seguinte	0,5	0,3	0,1	-0,4	0,13	0,36
Deflactor das exportacións totais	ano corrente	-0,3	-0,2	-0,2	0,1	-0,14	0,21
	ano seguinte	-0,2	-0,6	-1,0	1,0	-0,18	0,77
Deflactor das importacións totais	ano corrente	-0,5	-0,5	0,0	0,0	-0,26	0,36
	ano seguinte	-0,4	-0,9	-1,5	0,9	-0,47	1,01
Exportacións ao resto de España	ano corrente	-0,1	-0,9	-1,6	-0,2	-0,71	0,95
	ano seguinte	1,7	-3,0	-2,2	-1,5	-1,26	2,19
Exportacións ao resto do mundo	ano corrente	1,4	-1,0	-0,1	-0,4	-0,03	0,89
	ano seguinte	0,5	-0,3	2,7	1,7	1,17	1,64
Deflactor export. resto de España	ano corrente	0,4	0,0	-0,3	-0,2	-0,02	0,25
	ano seguinte	0,1	-0,2	-0,5	0,5	-0,01	0,34
Deflactor export. resto do mundo	ano corrente	-1,7	-0,5	0,0	0,6	-0,39	0,95
	ano seguinte	-0,9	-1,6	-1,9	2,3	-0,52	1,72

NOTAS: (1) Diferenza dos valores real e previsto da taxa de paro.

O cadro 4.2 pon de manifesto que, con carácter xeral, o modelo reproduce axeitadamente a evolución das taxas de crecemento. Os peores axustes obtéñense para a desagregación das exportacións por mercados de destino. Cando se comparan os cadros 4.1 e 4.2, obsérvase que en xeral o modelo explica mellor as taxas de crecemento interanuais que os niveis das variables.

Os cadros 4.3 e 4.4 recollen os resultados da simulación a catro trimestres. O cadro 4.3 detalla os erros cometidos ao simular o nivel anual das variables, en tanto que o cadro 4.4 se centra nas taxas de crecemento. Polo que respecta aos niveis, o erro para a magnitude Z no ano a calcúlase mediante (41), onde os

catro trimestres que se utilizan no cálculo de \hat{Z}_a son datos simulados. Pola súa banda, o erro na taxa de crecemento é

$$es_4(Z)_{a+1} = \left(\frac{Z_{a+1} - Z_a}{Z_a} - \frac{\tilde{Z}_{a+1} - Z_a}{Z_a} \right) \times 100 \quad (44)$$

onde \tilde{Z}_{a+1} denota o dato simulado para o ano $a+1$ con orixe o cuarto trimestre de a , e os catro trimestres que o forman son predicións condicionadas aos valores das variables esóxenas. No cálculo do crecemento simulado a referencia é Z_a , é dicir, o dato realmente observado no ano anterior, xa que agora este forma parte do conxunto de información coñecido cando se realiza a simulación. Todos os erros do cadro 4.4 están calculados mediante (44) salvo os da taxa de paro, que coinciden cos que se presentaron no cadro 4.3.

Cadro 4.3.- Simulación a catro trimestres: erros na simulación dinámica dos agregados anuais do ano seguinte con orixe no cuarto trimestre do ano corrente, en porcentaxe sobre o dato observado

VARIABLE ENDOXENA	PREDICIONS CON ORIXE NO CUARTO TRIMESTRE DE				RESUMO DE ERROS	
	2003	2004	2005	2006	media	rec m
Producto interior bruto	-0,4	-0,2	-0,2	0,6	-0,07	0,37
Gasto en consumo final dos fogares	-0,8	0,0	0,1	0,2	-0,12	0,44
Formación bruta de capital	-1,7	-0,8	1,6	2,5	0,40	1,75
Exportacións totais	1,0	-0,6	-1,3	-1,5	-0,62	1,16
Importacións totais	0,1	-0,2	0,2	-0,3	-0,04	0,21
Stock de capital	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,01	0,08
Emprego	0,2	0,6	0,7	0,4	0,44	0,48
Poboación activa	0,2	-0,8	0,3	0,3	0,00	0,48
Taxa de paro (1)	0,1	-1,2	-0,3	0,0	-0,35	0,62
Deflactor do PIB	0,4	0,4	0,1	-0,6	0,07	0,40
Custo laboral	0,6	0,2	-0,1	-0,4	0,09	0,37
IPC xeral	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,04	0,13
IPC non enerxético	0,0	0,0	0,1	-0,2	-0,01	0,10
IPC enerxético	0,6	0,2	0,0	-0,4	0,09	0,36
Deflactor das exportacións totais	-0,3	-0,7	-1,1	0,9	-0,31	0,83
Deflactor das importacións totais	-0,2	-0,8	-1,6	0,8	-0,44	0,98
Exportacións ao resto de España	1,0	-0,6	-2,9	-3,2	-1,41	2,21
Exportacións ao resto do mundo	0,9	-0,5	1,8	1,6	0,95	1,30
Deflactor export. resto de España	0,3	-0,2	-0,7	0,4	-0,06	0,43
Deflactor export. resto do mundo	-1,7	-1,8	-1,9	2,2	-0,80	1,91

NOTAS: (1) Diferenza absoluta.

Cadro 4.4.- Simulación a catro trimestres: erros na simulación dinámica das taxas anuais de crecemento do ano seguinte, con orixe no cuarto trimestre do ano corrente

VARIABLE ENDOXENA	PREDICIONS CON ORIXE NO CUARTO TRIMESTRE DE				RESUMO DE ERROS	
	2003	2004	2005	2006	media	recm
Producto interior bruto	-0,4	-0,2	-0,2	0,6	-0,07	0,39
Gasto en consumo final dos fogares	-0,9	0,0	0,1	0,2	-0,12	0,45
Formación bruta de capital	-1,7	-0,9	1,7	2,6	0,43	1,85
Exportacións totais	1,0	-0,6	-1,4	-1,6	-0,65	1,23
Importacións totais	0,2	-0,2	0,2	-0,3	-0,04	0,23
Stock de capital	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,01	0,08
Emprego	0,2	0,6	0,7	0,4	0,45	0,49
Poboación activa	0,2	-0,8	0,3	0,3	0,00	0,49
Taxa de paro (1)	0,1	-1,2	-0,3	0,0	-0,35	0,62
Deflactor do PIB	0,4	0,4	0,1	-0,6	0,07	0,41
Custo laboral	0,6	0,2	-0,1	-0,4	0,09	0,38
IPC xeral	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,04	0,14
IPC non enerxético	0,0	0,0	0,1	-0,2	-0,01	0,10
IPC enerxético	0,6	0,2	0,0	-0,4	0,10	0,38
Deflactor das exportacións totais	-0,3	-0,7	-1,2	1,0	-0,31	0,86
Deflactor das importacións totais	-0,2	-0,9	-1,6	0,9	-0,45	1,01
Exportacións ao resto de España	1,1	-0,6	-3,0	-3,3	-1,48	2,34
Exportacións ao resto do mundo	1,0	-0,5	2,0	1,7	1,04	1,41
Deflactor export. resto de España	0,3	-0,2	-0,7	0,4	-0,07	0,45
Deflactor export. resto do mundo	-1,7	-1,8	-2,0	2,4	-0,79	1,99

NOTAS: (1) Diferenza dos valores real e previsto da taxa de paro.

Os resultados volven ser bastante satisfactorios, correspondendo as peores cifras ao sector externo. O erro medio está por debaixo do 0.5% en valor absoluto para 16 das 20 variables endóxenas, sendo as excepcións as tres exportacións en volume e o deflactor das exportacións ao resto do mundo. A raíz do erro cuadrático medio é inferior ao 1% en 15 casos, todos menos as catro variables que acabamos de mencionar e a formación bruta de capital. Os resultados coinciden en termos xerais co que se obtén ao simular as taxas de crecemento interanuais, véxase o cadro 4.4.

Referencias

- Bagnai, A. e Carlucci, F. (2003): An aggregate model for the European Union, *Economic Modelling*, 20, 623-649.
- Cancelo, J. R., Uriz, P. e Casal, I. (2006): *La economía de Galicia: un análisis cuantitativo*, Fundación Pedro Barrié de la Maza, A Coruña.
- Carnot, N. (2002): MANEGE: a small macro-econometric model of the French economy, *Economic Modelling*, 20, 69-92.
- Dreger, C. e Marcellino, M. (2007): A macroeconometric model for the Euro economy, *Journal of Policy Modeling*, 29, 1-13.
- Estrada, A., Fernández, J., Moral, E. e Regil, A. (2004): A quarterly macroeconometric model of the Spanish economy, *Documentos de Trabajo n^a 0413*, Banco de España.
- Fagan, G., Henrio, J. e Mestre, R. (2005): An area-wide model for the euro area, *Economic Modelling*, 22, 39-59.
- Jeanfils, P. e Burggraeve, K. (2005): Noname - A new quarterly model for Belgium, *Economic Modelling*, 25, 118-127.
- Ortega, E., Burriel, P., Fernández, J., Ferraz, E. e Hurtado, S. (2007): Actualización del modelo trimestral del Banco de España, *Documentos de Trabajo n^a 0717*, Banco de España.
- Willman, A. e A. Estrada (2002): The Spanish block of the ESCB-multi country model, *Working Paper Series, Working Paper No. 149*, European Central Bank.