

## Escenario macroeconómico

### METODOLOGÍA

---

#### 1. Introducción

La elaboración de las proyecciones macroeconómicas de un país o área económica juega un papel muy importante en la toma de decisiones de política económica, al proporcionar información sobre la evolución presente y futura de la economía. Las proyecciones macroeconómicas constituyen una herramienta clave en el análisis económico.

El Instituto Galego de Estadística (IGE) es el organismo responsable, en la planificación presupuestaria de la Comunidad Autónoma de Galicia, de la elaboración de un cuadro macroeconómico plurianual que explique la evolución en términos reales del Producto Interior Bruto (PIB) desde la óptica de la demanda, así como la evolución del PIB en términos nominales y el empleo.

#### 2. Objetivos

El objetivo es elaborar un cuadro macroeconómico para la economía gallega desde la óptica de la demanda, además del empleo, en un marco coherente con los escenarios propuestos para las economías española e internacional e integrado en el sistema de cuentas económicas de Galicia elaborado por el IGE.

#### 3. Normativa

Las previsiones macroeconómicas son fundamentales para la planificación económica de un país. La Directiva 2011/85, de 8 de noviembre, sobre los requisitos aplicables a los marcos presupuestarios de los Estados miembros, que afecta también a las comunidades autónomas,

establece normas sobre las características que deben presentar los marcos presupuestarios. La planificación presupuestaria debe basarse en previsiones macroeconómicas y presupuestarias realistas, utilizando el escenario más probable o uno más prudente, con la información más actualizada.

La Ley 2/2011, de 16 de junio, de disciplina presupuestaria y sostenibilidad financiera de la Comunidad Autónoma de Galicia, establece los principios rectores que garantizan la estabilidad presupuestaria y la sostenibilidad financiera. Entre estos principios, el de plurianualidad, implica la elaboración de escenarios presupuestarios plurianuales, que comprenden la elaboración de previsiones sobre la evolución de las principales magnitudes macroeconómicas.

La Orden del 4 de julio de 2016 por la que se fijan las instrucciones para la elaboración de los escenarios presupuestarios de la Comunidad Autónoma de Galicia establece que el IGE, como responsable del subsistema de prospección económica, deberá elaborar un cuadro macroeconómico que explique la evolución en términos reales del PIB desde la óptica de la demanda, así como la evolución del PIB en términos nominales y el empleo.

#### **4. Procedimiento de estimación general**

Se utiliza un modelo macroeconómico de periodicidad trimestral que proporciona estimaciones de: gasto en consumo final de los hogares, demanda de capital (formación bruta de capital), demanda de trabajo (ocupados), oferta de trabajo (población activa) y tasa de paro; deflactor del PIB, coste laboral e índice de precios de consumo (IPC); exportaciones e importaciones. El gasto en consumo final de las AA.PP. se considera una variable exógena. Es un modelo iterativo, implementado en MATLAB; se parte de una predicción inicial del PIB trimestral.

El modelo se estructura en cuatro grandes bloques: factores productivos, precios y costes interiores, demanda de los hogares y sector externo.

El bloque de factores productivos está integrado por la demanda de trabajo e capital y la oferta de trabajo. El bloque de costes incluye el deflactor del PIB, el coste laboral nominal y el IPC. La demanda de los hogares incluye el gasto en consumo final de los hogares.

En el bloque del sector externo se tratan de forma distinta las exportaciones y las importaciones como consecuencia de las diferencias en la información estadística de base disponible. Así, en las exportaciones se analizan por separado las exportaciones al resto de España y al resto del mundo, obteniéndose las exportaciones totales por agregación. En las importaciones, se modeliza directamente el agregado.

El modelo consta de variables endógenas y variables exógenas. Las variables endógenas se explican mediante ecuaciones de comportamiento o se derivan de identidades contables. Dentro de las variables exógenas, unas se observan directamente y otras se obtienen como agregación.

La información de base se obtiene de la Contabilidad anual y trimestral de Galicia, de los indicadores coyunturales disponibles para la economía gallega obtenidos a partir de las operaciones estadísticas elaboradas por el IGE o de las distintas operaciones estadísticas nacionales que proporcionan información para Galicia. Esta información es objeto de diversas transformaciones hasta llegar a los datos empleados en el modelo. Este tratamiento incluye operaciones diversas, como deflatación, enlace de series con distintas bases, cálculo de indicadores compuestos, desestacionalización, etc.

Se realizan supuestos sobre la evolución de las variables exógenas al modelo. Estos se basan en las previsiones que realizaron los organismos nacionales e internacionales en sus últimas previsiones. Para las variables en las que Galicia presenta un comportamiento propio, distinto al nacional, como la población de 16 años y más años, se elaboran supuestos específicos para Galicia.

Las previsiones sobre las variables macroeconómicas del escenario se realizan mediante modelos de ecuaciones a corto y largo plazo que incorporan relaciones de cointegración en modelos de corrección del error. El principio de este modelo es que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables económicas y que en el corto plazo puede haber desequilibrios, que son corregidos gradualmente a través de ajustes parciales por el término del error.

#### 4.1 Metodología econométrica

Sea  $Y$  la variable a explicar y  $X_1, X_2, \dots, X_k$  las variables explicativas; para simplificar, de momento, suponemos que todas las variables son integradas de orden 1, que existe una relación de cointegración y que todas las variables explicativas son fuertemente exógenas. De forma general la ecuación de comportamiento de  $Y$  se puede expresar como:

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

donde  $p^*$  es el número de retardos de  $Y$ ,  $p_j$  o de  $X_j$  ( $j=1, \dots, k$ ), y se supone  $\varepsilon_t \sim \text{Niid}(0, \sigma_\varepsilon^2)$  para simplificar. La formulación de mecanismo de corrección del error se obtiene reparametrizando la ecuación anterior para expresarla de la forma:

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

Sin pérdida de generalidad, supongamos  $k=1$ ,  $p^*=2$  y  $p_1=1$ , con lo que se convierte en

$$\Delta Y_t = \delta_0 + \gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \delta_1 \Delta X_t - \alpha ( Y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 X_{t-1} ) + \varepsilon_t$$

Esta formulación supone que la evolución a largo plazo de  $Y$  viene dada por  $\beta_0 + \beta_1 X_{t-1}$  de modo que la variable

$$mce_{t-1} = Y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 X_{t-1}$$

recoge las desviaciones de  $Y$  respecto a su teórico equilibrio a largo plazo en el momento  $t-1$ .

De este modo, las variaciones de  $Y$  en el trimestre  $t$  respecto a su valor en  $t-1$  pueden deberse a:

- la prolongación del ajuste dinámico cara a una nueva situación de equilibrio como consecuencia de un shock en el pasado, a través de los retardos de  $\Delta Y_t$ ;

- una respuesta dinámica a cambios en las variables exógenas, a través de los términos en  $\Delta X_t$  y sus retardos;

- la corrección del desequilibrio existente en t-1, a través de la diferencia entre el valor observado de Y y el valor teórico dado por la relación de largo plazo con las variables explicativas.

Se distinguen así dos ecuaciones de comportamiento asociadas a Y:

- 1) La ecuación de largo plazo, que explica la evolución tendencial de Y

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + mce_t$$

- 2) La ecuación de corto plazo, que explica la dinámica transitoria de tipo estacionario

$$\Delta Y_t = \delta_0 + \gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \delta_1 \Delta X_t - \alpha mce_{t-1} + \varepsilon_t$$

Cada ecuación se estima en dos etapas. Primero se estiman los parámetros de la ecuación a largo plazo, utilizando FMOLS (Fully-modified OLS). Una vez obtenida la especificación más adecuada para el largo plazo, se define el mecanismo de corrección del error como los residuos de la ecuación.

En la segunda etapa, los residuos mce retardados un período se tratan como una variable explicativa más y se procede a buscar la especificación y la estimación de los parámetros de la ecuación a corto plazo. Una vez obtenida la especificación final, si ésta incluye alguna variable endógena contemporánea en el lado derecho se vuelve a estimar con variables instrumentales para evitar sesgos de endogeneidad. Estas estimaciones se realizan con el programa econométrico EViews.

Debido a las dificultades para llegar a ecuaciones adecuadas desde el punto de vista econométrico, se introducen intervenciones en algunas ecuaciones. Se distinguen tres tipos de intervención:

- Escalones, denotados por Eaatt, donde aa indica las dos últimas cifras del año, y tt el trimestre.
- Escalones truncados, Eaatt\_bbss, toman el valor 1 entre aatt y bbss, y 0 antes y después.
- Impulsos, laatt, valor 1 en aatt y 0 en el resto.

## 4.2 Ecuaciones

### Demanda de trabajo

Las demandas de los factores se obtienen a partir de las condiciones de primer orden de maximización de los beneficios de la empresa representativa, de modo que previamente es necesario caracterizar la función de producción de la economía. Siguiendo el enfoque habitual en la literatura, se supone una tecnología de producción Cobb-Douglas con dos factores (trabajo y capital), rendimientos a escala constantes y progreso tecnológico exógeno, con lo que la función de producción toma la forma:

$$\ln Y_t = \beta_0^{(1)} + \beta_1^{(1)} \ln L_t + (1 - \beta_1^{(1)}) \ln K_t + \beta_2^{(1)} PTF_t$$

donde  $\ln$  denota logaritmo,  $Y$  el producto,  $L$  el nivel de empleo,  $K$  el stock de capital y  $PTF$  es la productividad total de los factores, que refleja la contribución del progreso tecnológico al producto.

La práctica totalidad de los trabajos que siguen este enfoque suponen competencia perfecta en el mercado de factores e igualan  $\beta_1^{(1)}$  al peso de la remuneración de asalariados en el VAB a coste de factores, que consideramos igual a 0,63, con lo que los únicos parámetros desconocidos en la ecuación anterior serían la ordenada en el origen y el coeficiente de la productividad total de los factores.

Para determinar la demanda de trabajo, el nivel de empleo deseado se obtiene despejando  $L$  de la función de producción:

$$\ln L_t = \beta_0^{(2)} + \beta_1^{(2)} \ln Y_t + \beta_2^{(2)} \ln K_t + \beta_3^{(2)} PTF_t$$

donde los coeficientes  $\beta^{(2)}$  están relacionados con los parámetros de la función de producción mediante las expresiones:

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

La ecuación anterior determina la demanda de trabajo a largo plazo o de equilibrio, ya que a corto plazo las rigideces nominales y la dinámica de ajuste al nuevo equilibrio provocan que en un momento dado la demanda de empleo no coincida con la que maximiza beneficios. De ahí que se considere que la ecuación que determina la demanda de trabajo a corto plazo sea:

$$\Delta \ln L_t = \alpha_0^{(2)} + \alpha_1^{(2)} \Delta \ln Y_t + \alpha_2^{(2)} \Delta (\ln W_t - \ln P_{y,t}) + \alpha_3^{(2)} \Delta PA_t + \alpha_4^{(2)} \Delta PTF_t + \alpha_5^{(2)} mce_{t-1}^{(2)}$$

donde  $W$  es el salario nominal,  $P_y$  el nivel general de precios medido por el deflactor del PIB,  $\ln W - \ln P_y$  el logaritmo del salario real medido en términos del deflactor do PIB,  $PA$  la población activa y  $mce$  el mecanismo de corrección del error asociado a la demanda de equilibrio a largo plazo. Según la ecuación, el empleo en  $t$  varía en respuesta a cambios en las variables explicativas o para corregir el desequilibrio en la relación de largo plazo en el período anterior.

En la práctica, a corto plazo las variaciones en el empleo responden a cambios contemporáneos en el PIB y en la población activa:

$$\Delta \ln EMPLEO_t = -0,003 + 0,6 * \Delta \ln PIB_t + 0,5 * \Delta \ln POB\_ACT_t - 0,2 * [ \ln EMPLEO_{t-1} + 7,7 - (1 / 0,63) * \ln PIB_{t-1} + (1 - 0,63) / 0,63 * \ln CAPITAL_{t-1} + (1 / 0,63) * \ln PTF_{t-1} ] + \varepsilon_t^{(2)}$$

En función del empleo se estiman los puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo.

### **Demanda de capital**

La condición de primer orden de maximización del beneficio que determina la demanda de capital establece que el cociente entre las productividades marginales de trabajo y capital es igual al cociente de sus costes unitarios. A partir de esta igualdad se obtiene la correspondiente ecuación para el capital deseado:

$$\ln K_t = \beta_0^{(3)} + \beta_1^{(3)} \ln Y_t + \beta_2^{(3)} PTF_t + \beta_3^{(3)} (\ln W_t - \ln CC_t)$$

donde  $CC$  denota el coste de uso del capital a precios corrientes.

Igual que ocurría con la demanda de trabajo, los coeficientes de la ecuación son transformaciones no lineales de los parámetros de la función de producción:

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

A corto plazo, el capital observado no tiene por qué coincidir con el stock de capital derivado de la ecuación anterior. La expresión general de la ecuación de demanda de capital a corto plazo es:

$$\Delta \ln I_t = \alpha_0^{(3)} + \alpha_1^{(3)} \Delta \ln Y_t + \alpha_2^{(3)} \Delta^2 Y_t + \alpha_3^{(3)} \Delta CC_t + \alpha_4^{(3)} gap_t + \alpha_5^{(3)} mce_{t-1}^{(3)}$$

siendo I la inversión y gap el output gap. La ecuación hace depender la variación de la inversión en t del desequilibrio observado en t-1 entre el stock de capital observado y el stock deseado, de la variación transitoria del producto y de la aceleración del producto. Así mismo, la inversión también responde a variaciones transitorias en el coste de capital y al exceso de demanda, aproximado este último por la brecha entre el PIB observado y el PIB potencial.

El análisis empírico lleva a una ecuación a largo plazo donde la inversión depende del PIB y del tipo de interés nominal de las sociedades no financieras y a una ecuación a corto plazo donde la variación de la inversión se explica por la variación del PIB contemporáneo, la variación del tipo de interés nominal de las sociedades no financieras retardada un trimestre y el desequilibrio del trimestre anterior.

$$\Delta \ln FBC_t = -0,001 + 1,9 * \Delta \ln PIB_t - 3,4 * (RSNF_t - RSNF_{t-1}) - 0,1 * [\ln FBC_{t-1} + 26,1 - 2,5 * \ln PIB_{t-1} + 4,7 * RSNF_{t-1}] + \varepsilon_t^{(3)}$$

### Oferta de trabajo

La población en edad de trabajar (PET) se supone exógena, y a largo plazo la población activa (PA) es función de la población en edad de trabajar y de la tasa de paro (U):

$$\ln PA_t = \beta_0^{(4)} + \beta_1^{(4)} \ln PET_t + \beta_2^{(4)} U_t$$

donde la tasa de paro se incluye para aproximar cambios no transitorios en la tasa de actividad.

La teoría económica sugiere que la elasticidad de la oferta de trabajo respecto a la población en edad de trabajar es unitaria,  $\beta_1^{(4)} = 1$ , aunque esta restricción no se impone a priori. Por su parte, la oferta de trabajo a corto plazo viene dada por:

$$\Delta \ln PA_t = \alpha_0^{(4)} + \alpha_1^{(4)} \Delta \ln U_t + \alpha_2^{(4)} gap_t + \alpha_3^{(4)} mce_{t-1}^{(4)}$$

de modo que las variaciones a corto plazo en la población activa se explican por las variaciones en la tasa de paro, por el exceso de demanda y para corregir situaciones de desequilibrio en el período anterior entre los activos observados y la oferta de trabajo de equilibrio.

$$\Delta \ln POB\_ACT_t = 2,1 * \Delta \ln PET_t - 0,5 * [ \ln POB\_ACT_{t-1} + 10,8 - 2,3 * \ln PET_{t-1} + 0,001 * PARO_{t-1} + 0,03 * E9603 + 0,04 * E0101\_0204 ] + \varepsilon_t^{(4)}$$

Dado que las empresas determinan el empleo efectivo con su demanda, la tasa de paro se obtiene

$$U_t = \frac{PA_t - L_t}{PA_t} = 1 - \frac{L_t}{PA_t}$$

### **Deflactor del PIB**

El principal indicador de precios del modelo es el deflactor del PIB, que se utiliza como aproximación observable al deflactor del producto. En condiciones de competencia perfecta las empresas maximizan beneficios cuando el precio del producto es igual al coste laboral marginal, y de esta igualdad se obtiene la siguiente expresión para la evolución a largo plazo del deflactor del producto:

$$\ln P_{y,t} = \beta_0^{(5)} + \beta_1^{(5)} \ln W_t + \beta_2^{(5)} (\ln Y_t - \ln K_t) + \beta_3^{(5)} PTF_t$$

donde los parámetros son función de los coeficientes de la función de producción:

$$\beta_0^{(5)} = -\ln \beta_1^{(1)} - \frac{\beta_0^{(1)}}{\beta_1^{(1)}}, \quad \beta_1^{(5)} = 1, \quad \beta_2^{(5)} = \frac{1 - \beta_1^{(1)}}{\beta_1^{(1)}}, \quad \beta_3^{(5)} = \beta_2^{(1)}$$

Si la empresa representativa opera en condiciones de competencia imperfecta, el precio se obtiene añadiendo un margen al coste marginal laboral. En una pequeña economía abierta el margen depende de la presión de los competidores externos, de forma que el precio del producto es una media ponderada de los factores internos, recogidos en la ecuación anterior, y

de factores externos. Siguiendo la práctica habitual, suponemos que la influencia externa viene dada por una función lineal en logaritmos de un índice de precios de competidores, en la forma:

$$\eta_0 + \eta_1 \ln PEC_t$$

donde  $PEC_t$  es un índice de precios de exportación de los competidores, es decir, de bienes y servicios producidos fuera de Galicia que compiten con los bienes y servicios de producción interna.

La ecuación para el deflactor del producto a largo plazo se obtiene a partir de las ecuaciones anteriores y suponiendo que la ponderación de los factores internos es igual a  $\mu$ :

$$\begin{aligned} \ln P_{y,t} &= \mu [\beta_0^{(5)} + \beta_1^{(5)} \ln W_t + \beta_2^{(5)} (\ln Y_t - \ln K_t) + \beta_3^{(5)} PTF_t] + \\ &+ (1 - \mu) [\eta_0 + \eta_1 \ln PEC_t] = \\ &= \beta_0^{(5)'} + \beta_1^{(5)'} \ln W_t + \beta_2^{(5)'} (\ln Y_t - \ln K_t) + \beta_3^{(5)'} PTF_t + \beta_4^{(5)'} PEC_t \end{aligned}$$

y la ecuación a corto plazo viene dada por:

$$\begin{aligned} \Delta \ln P_{y,t} &= \alpha_0^{(5)} + \alpha_1^{(5)} \Delta \ln W_t + \alpha_2^{(5)} \Delta \ln P_{M,t} + \alpha_3^{(5)} \Delta \ln PEC_t + \\ &+ \alpha_4^{(5)} gap_t + \alpha_5^{(5)} mce_{t-1}^{(5)} \end{aligned}$$

Según esta ecuación, los precios varían en  $t$  como consecuencia de las variaciones transitorias en el salario nominal, en los precios de las importaciones o en los márgenes comerciales debidos a cambios en los precios de los competidores. También responden al exceso de demanda medido por el output gap, o para corregir un desequilibrio en el período anterior entre el nivel de precios observado y el nivel de equilibrio.

La ecuación que se considera en el modelo es:

$$\begin{aligned} \Delta \ln DEF\_PIB_t &= 0,002 + 0,3 * \Delta \ln PIB_t + 0,05 * \Delta \ln COS\_LAB_t - 0,1 * [ \ln DEF\_PIB_{t-1} - 1,4 - \\ &\ln PEC_{t-1} - 0,5 * (\ln PIB_{t-1} - \ln CAPITAL_{t-1}) + 0,5 * \ln PTF_{t-1} - 0,6 * (\ln COS\_LAB_{t-1} - \ln PEC_{t-1}) - 0,04 * \\ &E0401\_0504 ] + \varepsilon_t^{(5)} \end{aligned}$$

### Coste laboral

En el modelo teórico más sencillo de fijación de salarios, el salario nominal es igual a la productividad marginal del trabajo a precios corrientes, es decir:

$$\ln W_t = \beta_0^{(6)} + \beta_1^{(6)} \ln P_{Y,t} + \beta_2^{(6)} (\ln Y_t - \ln L_t)$$

donde las condiciones de primer orden de maximización de beneficios de la empresa representativa imponen las siguientes restricciones sobre los coeficientes:

$$\beta_0^{(6)} = \ln \beta_1^{(6)}, \quad \beta_1^{(6)} = 1, \quad \beta_2^{(6)} = 1$$

En un contexto más general, los salarios resultan de un proceso de negociación en el que intervienen otras variables como la tasa de paro y el ratio de reemplazamiento, además de variables que determinan el poder adquisitivo final de los trabajadores tales como el diferencial entre el precio del producto y los precios al consumo, o los impuestos sobre el trabajo. Por eso la ecuación de largo plazo para el salario nominal es de la forma:

$$\ln W_t = \beta_0^{(6)} + \beta_1^{(6)} \ln P_{Y,t} + \beta_2^{(6)} (\ln Y_t - \ln L_t) + \beta_3^{(6)} (\ln IPC_t - \ln P_{Y,t}) + \beta_4^{(6)} U_t$$

No se tiene en cuenta el efecto de los impuestos que recaen sobre el factor trabajo porque no se encontró un indicador adecuado que refleje su evolución en el período analizado. Por la misma razón tampoco se incluyó en la ecuación el ratio de reemplazamiento.

La ecuación de los salarios a corto plazo viene dada por:

$$\Delta \ln W_t = \alpha_0^{(6)} + \alpha_1^{(6)} \Delta \ln P_{Y,t} + \alpha_2^{(6)} \Delta (\ln Y_t - \ln L_t) + \alpha_3^{(6)} \Delta (\ln IPC_t - \ln P_{Y,t}) + \alpha_4^{(6)} \Delta U_t + \alpha_5^{(6)} gap_t + \alpha_6^{(6)} mce_{t-1}^{(6)}$$

Los salarios varían en respuesta a cambios en el deflactor del producto o en el diferencial entre precios de consumo y precios del producto, a variaciones en la productividad del trabajo o en la tasa de paro, al exceso de demanda y para corregir una situación de desequilibrio en el período anterior.

En el análisis empírico no se encontró en el largo plazo una respuesta significativa a la diferencia entre los precios de consumo y los del producto ni a la tasa de paro. La ecuación a corto plazo indica que la variación en el coste laboral en un trimestre depende de su variación en el trimestre anterior y del desequilibrio en t-1.

$$\Delta \ln \text{COS\_LAB}_t = 0,01 - 0,3 * \Delta \ln \text{COS\_LAB}_{t-1} - 0,1 * [ \ln \text{COS\_LAB}_{t-1} + 9,5 - \ln \text{DEF\_PIB}_{t-1} - (\ln \text{PIB}_{t-1} - \ln \text{EMPLEO}_{t-1}) ] + \varepsilon_t^{(6)}$$

## Precios de consumo

En el modelo se incluyen entre las variables endógenas los índices de precios de consumo general y desagregado en los componentes energético y no energético.

Para el componente no energético la evolución a largo plazo viene dada por

$$\ln IPC_{noene,t} = \beta_0^{(7)} + \beta_1^{(7)} \ln P_{Y,t} + \beta_2^{(7)} \ln IPC_{ESP\_noene,t}$$

Desde el punto de vista teórico, el componente no energético del IPC de Galicia depende de los precios internos y de los precios de las importaciones no energéticas, tanto del resto de España como del resto del mundo. Para simplificar se optó por aproximar el índice de precios externos por el IPC español no energético,  $IPC_{ESP\_noene}$ , variable exógena que se utiliza como una medida de síntesis que recoge tanto las tensiones inflacionistas generadas en el mercado nacional, como las procedentes de la economía internacional.

A corto plazo, el IPC no energético responde a variaciones de los dos precios que determinan la ecuación a largo plazo, al exceso de demanda y al desequilibrio observado en el período anterior:

$$\Delta \ln IPC_{noene,t} = \alpha_0^{(7)} + \alpha_1^{(7)} \Delta \ln P_{Y,t} + \alpha_2^{(7)} \Delta \ln IPC_{ESP\_noene,t} + \alpha_3^{(7)} gap_t + \alpha_4^{(7)} mce_{t-1}^{(7)}$$

En el proceso de modelización se detectó que a largo plazo el IPC no energético depende únicamente del IPC no energético español y que las variaciones del IPC no energético dependen de las variaciones contemporáneas del IPC no energético nacional y del desequilibrio en el trimestre anterior.

$$\Delta \ln IPC_{noene,t} = \Delta \ln IPC_{ESP\_noene,t} - 0,002 * E0701\_0703 - 0,3 * [ \ln IPC_{noene,t-1} - 0,2 - \ln IPC_{ESP\_noene,t-1} - 0,002 * E1301 ] + \varepsilon_t^{(7)}$$

Por su parte, el índice de precios de consumo de los productos energéticos depende del nivel de precios interior y del precio del petróleo en los mercados internacionales expresado en euros

$$\ln IPC_{ene,t} = \beta_0^{(8)} + \beta_1^{(8)} \ln P_{Y,t} + \beta_2^{(8)} \ln P_{oil,t}$$

donde  $P_{oil}$  es una variable exógena que actúa como indicador general de las tensiones en los mercados mundiales de la energía.

A corto plazo, las variaciones del IPC de productos energéticos dependen de las variaciones en los precios que entran en la ecuación de largo plazo y del correspondiente mecanismo de corrección de error.

$$\Delta \ln IPC_{ene,t} = \alpha_0^{(8)} + \alpha_1^{(8)} \Delta \ln P_{Y,t} + \alpha_2^{(8)} \Delta \ln IPC_{oil,t} + \alpha_4^{(8)} mce_{t-1}^{(8)}$$

En la práctica, el IPC energético a largo plazo se estima como una media ponderada de los precios interiores, aproximados por el deflactor del PIB, los precios de consumo de energía en España y el precio del petróleo. A corto plazo, las variaciones de los precios energéticos responden a variaciones de los precios energéticos españoles, del precio del petróleo y al residuo de la ecuación en el trimestre anterior.

$$\Delta \ln IPC_{ene,t} = \Delta \ln IPC_{ESP_{ene,t}} + 0,02 * \Delta \ln POIL_t - 0,3 * [ \ln IPC_{ene,t-1} - 0,02 - \ln IPC_{ESP_{ene,t-1}} - 0,07 * (\ln DEF\_PIB_{t-1} - \ln IPC_{ESP_{ene,t-1}}) - 0,02 * (\ln POIL_{t-1} - \ln IPC_{ESP_{ene,t-1}}) ] + \varepsilon_t^{(8)}$$

Finalmente, el IPC general se considera una variable derivada, que se obtiene encadenando los índices energético y no energético.

### **Demanda de los hogares**

Los modelos macroeconómicos de simulación incluyen en este bloque el gasto en consumo final de los hogares y, en algunos casos, la inversión residencial. Para Galicia, la información estadística de base disponible se refiere a formación bruta de capital en su conjunto, y no es posible formular ecuaciones específicas para la inversión privada residencial, la inversión privada no residencial y la inversión pública. Como consecuencia, en el modelo el bloque de demanda de los hogares se limita al consumo privado.

La ecuación estándar de consumo a largo plazo se obtiene a partir de la solución del problema de optimización formulado por el consumidor representativo. El consumo en cada momento depende de la renta permanente y del tipo de interés real; la renta permanente se aproxima por la renta disponible en el período y la riqueza total. La expresión general es de la forma

$$\ln C_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \frac{YDHO G_t}{P_{C,t}} + \beta_2 \ln \left( \frac{WFIN_t + WNFIN_t}{P_{C,t}} \right) + \beta_3 r_{con,t}^{real}$$

donde  $C_t$  es el gasto en consumo final de los hogares a precios constantes,  $YDHO G$  es la renta disponible de los hogares a precios corrientes,  $WFIN$  ( $WNFIN$ ) la riqueza financiera (no financiera) también a precios corrientes,  $P_C$  el deflactor del consumo, y  $r_{con}^{real}$  el tipo de interés real sobre el consumo.

En la práctica es imposible estimar una ecuación como la anterior para Galicia por dos razones. En primer lugar, no se dispone de la información estadística necesaria para calcular la renta disponible de los hogares con periodicidad trimestral. En segundo lugar, tampoco se dispone de datos sobre la riqueza, y los supuestos que se utilizan en los modelos de ámbito nacional no son válidos en un modelo regional. Así, en un modelo nacional se supone que toda la riqueza está en manos de los hogares, y se aproxima su valor como la suma del stock total de capital, la deuda pública y los activos internacionales netos. Este supuesto es inadecuado en un modelo de ámbito regional, ya que parte de la riqueza física situada en Galicia no es propiedad de los hogares gallegos, y a su vez estos poseen activos situados en el resto de España.

Por eso se optó por una especificación muy sencilla de la función de consumo, donde a largo plazo este depende del producto y del tipo de interés real aplicable al consumo:

$$\ln C_t = \beta_0^{(9)} + \beta_1^{(9)} \ln Y_t + \beta_2^{(9)} r_{con,t}^{real}$$

A corto plazo el consumo varía ante cambios del producto, del tipo de interés nominal aplicado al consumo ( $r_{con}$ ), de la inflación medida por la variación del IPC general y para corregir el desequilibrio respecto a su valor de largo plazo en el período anterior:

$$\Delta \ln C_t = \alpha_0^{(9)} + \alpha_1^{(9)} \Delta Y_t + \alpha_2^{(9)} \Delta r_{con,t} + \alpha_3^{(9)} \Delta \ln IPC_t + \alpha_4^{(9)} mce_{t-1}^{(9)}$$

La ecuación utilizada es:

$$\Delta \ln GCFH_t = -0,003 - 1,087e-07 * \Delta \ln GCFH_{t-1} + 1,1 * \Delta \ln PIB_{t-1} - 2,2 * (RHOG_t - RHOG_{t-1}) - 0,006 * [\ln GCFH_{t-1} + 0,4 - \ln PIB_{t-1}] + \varepsilon_t^{(9)}$$

## Sector externo

El sector externo es el bloque en el que se observan mayores diferencias con los modelos elaborados para economías nacionales. En estos, el sector externo es un sector exterior en sentido estricto, que recoge las relaciones de la economía nacional con otros países. En el modelo de simulación de Galicia, sin embargo, es necesario distinguir entre las relaciones con el resto del Estado español, y las relaciones internacionales en sentido estricto.

En los modelos de ámbito nacional el grado de desagregación de cada flujo se determina en función de dos criterios, por tipo de producto y geográfico.

En el caso de Galicia el nivel de detalle que finalmente se considera está determinado por la información estadística de base disponible. En la contabilidad trimestral de Galicia, las exportaciones totales se estiman por agregaciones de tres componentes: exportaciones al resto de España, exportaciones al resto del mundo y gasto interior de los no residentes.

Ante la dificultad de modelizar el gasto interior de los no residentes, y puesto que la mayor parte corresponde a residentes en el resto del Estado, se ha supuesto que el gasto de los residentes en el extranjero es nulo, y el gasto de los residentes en el resto de España se ha agregado a las exportaciones al resto de España.

En conclusión, la información actualmente disponible permite modelizar las exportaciones de bienes y servicios al resto de España por un lado, incluyendo aquí la totalidad del gasto interior de los no residentes, y de forma independiente, las exportaciones de bienes y servicios al resto del mundo. Por último, las exportaciones totales se obtienen agregando las exportaciones por mercados de destino.

En lo que se refiere a las importaciones, en el modelo solo se consideran las importaciones de Galicia en su conjunto, sin distinguir por su procedencia.

Finalmente, para los deflatores se utilizó la misma desagregación que para las magnitudes a precios constantes. En las exportaciones se especifica una ecuación para el deflactor de las exportaciones al resto de España y otra para el deflactor de las exportaciones al resto del mundo, obteniéndose el deflactor de las exportaciones totales por agregación. Para las importaciones, sin embargo, se estima una única ecuación para el deflactor de las importaciones totales.

## Exportaciones

La teoría económica establece que en el largo plazo las exportaciones a un mercado concreto dependen de un indicador de demanda de dicho mercado y de un indicador de competitividad:

$$\ln X_{i,t} = \beta_0^{(10)} + \beta_1^{(10)} \ln D_{i,t} + \beta_2^{(10)} \ln P_{X_{i,t}} + \beta_3^{(10)} \ln PEC_{X_{i,t}}$$

donde el subíndice  $i$  se refiere al mercado  $i$ -ésimo ( $i=RE, RM$ ),  $X_i$  denota las exportaciones a precios constantes,  $D_i$  la demanda interna,  $P_{X_i}$  el deflactor de las exportaciones gallegas y  $PEC_{X_i}$  los precios de los competidores. No se impone la restricción de que las exportaciones dependen de un índice de competitividad como tal, sino que en una primera etapa los coeficientes de los precios propios y de los competidores se estiman sin restringir, y posteriormente se contrasta si efectivamente son iguales en valor absoluto y con distinto signo.

En lo que se refiere a la demanda interna, para las exportaciones al resto de España se utiliza la demanda interna española. Para las exportaciones al resto del mundo, el indicador de demanda se calcula como media geométrica ponderada de las demandas internas de los ocho principales países clientes: Francia, Portugal, Reino Unido, Italia, Países Bajos, Bélgica y Estados Unidos. Tanto la demanda interna de España como la de los ocho países se consideran variables exógenas al modelo sobre las que se establecen supuestos sobre su evolución en los próximos años.

Los índices de precios de las exportaciones de Galicia por mercados de destino se obtienen a partir de la información interna que se utiliza en las cuentas anuales y trimestrales de Galicia. Los índices de precios de los competidores se construyen específicamente para el modelo, siguiendo la metodología de los índices de competitividad.

A corto plazo las exportaciones varían como consecuencia de variaciones en la demanda, en los precios de exportación propios, en los precios de los competidores y por las desviaciones registradas en el trimestre anterior entre el valor observado y el valor de equilibrio. También se incluye el output gap para recoger la influencia del exceso de demanda interna sobre los incentivos a exportar:

$$\Delta \ln X_{i,t} = \alpha_0^{(10)} + \alpha_1^{(10)} \Delta \ln D_{i,t} + \alpha_2^{(10)} \Delta \ln P_{X_{i,t}} + \alpha_3^{(10)} \Delta \ln PEC_{X_{i,t}} + \alpha_4^{(10)} gap_t + \alpha_5^{(10)} mce_{t-1}^{(10)}$$

Por último, las exportaciones totales se obtienen como sumas de las exportaciones al resto de España y al resto del mundo.

La ecuación finalmente utilizada para las exportaciones al resto de España es:

$$\Delta \ln \text{EXPORRE}_t = 0,002 + 0,1 * \Delta \ln \text{EXPORRE}_{t-1} + 0,9 * \Delta \ln \text{DEMINTESP}_t - 0,2 *$$

$$[ \ln \text{EXPORRE}_{t-1} - 10,4 - \ln \text{DEMINTESP}_{t-1} + 0,9 * (\ln \text{DEF\_EXPORRE}_{t-1} - \ln \text{PECRE}_{t-1}) -$$

$$0,1 * E9902 + 0,1 * E0804 ] + \varepsilon_t^{(10)}$$

En la ecuación a largo plazo, las exportaciones al resto de España dependen de la demanda interna de España y de un índice de precios. A corto plazo, las variaciones de las exportaciones al resto de España responden a cambios en la demanda interna española, en los precios de exportación y al desequilibrio respecto al valor teórico de largo plazo en el trimestre anterior.

Para las exportaciones al resto del mundo se utiliza la ecuación:

$$\Delta \ln \text{EXPORM}_t = 0,01 + 1,9 * \Delta \ln \text{DEMIRM}_t - 0,4 * [ \ln \text{EXPORM}_{t-1} - 1,5 - 2,8 * \ln \text{DEMIRM}_{t-1} ] + \varepsilon_t^{(11)}$$

Las exportaciones al resto del mundo a largo plazo dependen de un indicador de demanda externa; a corto plazo las variaciones de las exportaciones al resto del mundo dependen de las variaciones de la demanda externa y del residuo a largo plazo retrasado un período.

### **Precios de las exportaciones**

El precio de exportación a cada mercado a largo plazo es función del precio interno y del precio de los competidores en dicho mercado:

$$\ln P_{X\_RE,t} = \beta_0^{(11)} + \beta_1^{(11)} \ln P_{Y,t} + \beta_2^{(11)} \ln \text{PEC}_{RE,t}$$

$$\ln P_{X\_RM,t} = \beta_0^{(12)} + \beta_1^{(12)} \ln P_{Y,t} + \beta_2^{(12)} \ln \text{PEC}_{RM,t}$$

donde se espera que la suma de los dos coeficientes de las variables de precios sea igual a uno.

A corto plazo, las variaciones en los precios de exportación responden a discrepancias entre el precio observado y su valor de equilibrio en el trimestre anterior, y las variaciones transitorias en las variables explicativas de la correspondiente ecuación de largo plazo. Además, los precios de exportación al resto del mundo también reaccionan ante cambios en el tipo de cambio efectivo nominal:

$$\Delta \ln P_{X\_RE,t} = \alpha_0^{(11)} + \alpha_1^{(11)} \Delta \ln P_{Y,t} + \alpha_2^{(11)} \Delta \ln PEC_{RE,t} + \alpha_3^{(11)} mce_{t-1}^{(11)}$$

$$\Delta \ln P_{X\_RM,t} = \alpha_0^{(12)} + \alpha_1^{(12)} \Delta \ln P_{Y,t} + \alpha_2^{(12)} \Delta \ln PEC_{RM,t} + \alpha_3^{(12)} \Delta \ln e_t + \alpha_4^{(12)} mce_{t-1}^{(12)}$$

donde  $e$  denota el tipo de cambio efectivo nominal, calculado a partir de una selección de países y con ponderaciones que dependen tanto de los países clientes a los que Galicia exporta como de los países proveedores de los que Galicia importa.

Una vez obtenidos los deflatores para cada mercado, se construye el deflactor total de las exportaciones mediante media ponderada.

Las ecuaciones utilizadas para los deflatores de exportación son:

$$\Delta \ln DEF\_EXPORRE_t = -0,006 + 0,5 * \Delta \ln PECRE_t + 1,5 * \Delta \ln DEF\_PIB_t - 0,5 *$$

$$[ \ln DEF\_EXPORRE_{t-1} - 0,1 - \ln PECRE_{t-1} - 0,5 * (\ln DEF\_PIB_{t-1} - \ln PECRE_{t-1}) + 0,001 * TREND + 0,04 * E0901 + 0,004 * E1301 ] + \varepsilon_t^{(12)}$$

El deflactor de exportaciones al resto de España a largo plazo es una media ponderada de los precios internos, aproximada por el deflactor del PIB, y un índice de precios de exportación de los competidores en dicho mercado, además de una tendencia determinista y dos escalones. A corto plazo, las variaciones del deflactor responden a las variaciones de los precios interiores y de los competidores y del desequilibrio registrado en el trimestre anterior.

$$\Delta \ln DEF\_EXPORM_t = -0,001 + 0,09 * \Delta \ln DEF\_EXPORRM_{t-1} + 0,4 * \Delta \ln PIPTOT_t - 0,1 *$$

$$[ \ln DEF\_EXPORM_{t-1} - 0,1 - \ln PECRM_{t-1} - 0,04 * E001 + 0,04 * E0303 + 0,08 * E0901 + 0,1 * E1601 ] + \varepsilon_t^{(13)}$$

donde la variable PIPTOT representa el precio externo de todos los proveedores de Galicia.

A largo plazo el deflactor de exportaciones al resto del mundo depende de los precios de exportación de los competidores. A corto plazo, las variaciones del deflactor de exportaciones dependen de la variación contemporánea de un índice de precios de los competidores, de la variación del propio deflactor retardada un período y del desequilibrio en el trimestre anterior.

### Importaciones

A largo plazo las importaciones dependen de una variable de demanda interna y de un índice de competitividad.

$$\ln M_t = \beta_0^{(13)} + \beta_1^{(13)} \ln D_t + \beta_2^{(13)} \ln P_{M,t} + \beta_4^{(13)} \ln P_{Y,t}$$

donde  $P_M$  es el deflactor de las importaciones gallegas y  $P_Y$  el deflactor del producto.

A corto plazo, las variaciones de las importaciones se explican por el desequilibrio en el período anterior y por cambios transitorios en la demanda interna, en los precios de importación o en los precios interiores, o por exceso de demanda:

$$\begin{aligned} \Delta \ln M_t = & \alpha_0^{(13)} + \alpha_1^{(13)} \Delta \ln D_t + \alpha_2^{(13)} \Delta \ln P_{M,t} + \alpha_3^{(13)} \Delta \ln P_{Y,t} + \alpha_4^{(13)} gap_t \\ & + \alpha_5^{(13)} mce_{t-1}^{(13)} \end{aligned}$$

La ecuación para las importaciones utilizada finalmente es:

$$\begin{aligned} \Delta \ln IMPOR_t = & -0,0002 + 1,5 * \Delta \ln PIB_t + 0,003 * E1301\_1304 - 0,04 * [ \ln IMPOR_{t-1} - 14,1 \\ & - 1,8 * \ln DEF\_PIB_{t-1} + 0,2 * E0901 - 0,1 * E1601 ] + \varepsilon_t^{(14)} \end{aligned}$$

Las importaciones dependen, por lo tanto, de la demanda interna, aproximada por el PIB.

### Precios de las importaciones

En la mayoría de los modelos analizados el deflactor de las importaciones está en función de los precios interiores y de un índice de precios externos de los proveedores expresado en moneda del importador. Los precios interiores se aproximan por el deflactor del PIB. En cuanto a los precios de los proveedores se distinguen tres tipos de importaciones: importaciones del resto de España, importaciones no energéticas del resto del mundo e importaciones energéticas del resto del mundo. El índice total de precios externos de proveedores se calcula como media ponderada de los indicadores de precios de cada proveedor, donde las

ponderaciones reflejan el peso relativo de cada mercado de origen en las importaciones totales de Galicia.

La ecuación a largo plazo se define como:

$$\ln P_{M,t} = \beta_0^{(14)} + \beta_1^{(14)} \ln P_{Y,t} + \beta_2^{(14)} \ln PIPTOT_t$$

donde la variable PIPTOT representa el precio externo de todos los proveedores de Galicia.

A corto plazo, las variaciones en los precios de importación responden a cambios en el índice de precios de proveedores y su valor de equilibrio en el período anterior.

$$\Delta \ln P_{M,t} = \alpha_0^{(14)} + \alpha_1^{(14)} \Delta \ln P_{Y,t} + \alpha_2^{(14)} mce_{t-1}^{(14)}$$

El análisis empírico concluyó con una expresión en la que las variaciones del deflactor de importaciones dependen de las variaciones de un índice de precios de los competidores y de la desviación respecto al teórico equilibrio a largo plazo en el trimestre anterior. Este equilibrio a largo plazo depende del índice de precios de los competidores externos e internos.

$$\Delta \ln DEF\_IMPOR_t = 0,002 + 0,3 * \Delta \ln PIPTOT_t - 0,4 * [ \ln DEF\_IMPOR_{t-1} - 0,1 - \ln PIPTOT_{t-1} - 0,5 * (\ln DEF\_PIB_{t-1} - \ln PIPTOT_{t-1}) - 0,001 * TREND ] + \varepsilon_t^{(15)}$$

### **Producto interior bruto**

El PIB se calcula a través de la identidad contable que lo relaciona con los agregados de demanda:

$$PIB_t = GCFF_t + GCFAAPP_t + FBC_t + EXPOR_t - IMPOR_t$$

## **5. Difusión de resultados**

En la página web del IGE se puede consultar el escenario macroeconómico de Galicia desde la óptica de demanda para dos años, así como las previsiones de empleo: puestos de trabajo equivalente a tiempo completo, tasa de paro y tasas de actividad.

También se difunden los principales supuestos externos utilizados para la elaboración del cuadro, indicando la fuente de la que se obtienen.