

Nota Metodológica de las Cuentas Económicas Trimestrales de la C.A. de Euskadi

Introducción

La metodología utilizada en EUSTAT para la elaboración de las Cuentas Económicas Trimestrales sigue las recomendaciones de EUROSTAT en Eurostat (1999) y Eurostat y el Banco Central Europeo (2001).

La corrección de efectos de calendario y la extracción de señales de los diferentes indicadores trimestrales se realiza aplicando la metodología basada en los modelos ARIMA implementados en el programa TSW creado por Gianluca Caporello y Agustín Maravall. Este programa es la versión Windows, con algunas modificaciones, de TRAMO y SEATS, desarrollados por Víctor Gómez y Agustín Maravall. TRAMO y SEATS se pueden descargar gratuitamente desde la página web del Banco de España.

La desagregación temporal de las macromagnitudes económicas de interés se realiza mediante diferentes procedimientos basados en la metodología propuesta por Chow y Lin (1971). Siguiendo esta metodología se obtiene la estimación óptima de modelos trimestrales de regresión lineal que modelan las macromagnitudes trimestrales en función de indicadores coyunturales observables trimestralmente. Estos y otros procedimientos de desagregación están implementados en ECOTRIM, programa desarrollado y financiado por EUROSTAT. El programa es utilizado en diversos institutos estadísticos y es de acceso gratuito.

En este documento se describe brevemente el proceso seguido para la elaboración de las Cuentas Económicas Trimestrales de la Comunidad Autónoma de Euskadi.

Diseño de indicadores

La estimación trimestral de todos los agregados macroeconómicos se realiza utilizando información auxiliar de indicadores trimestrales diseñados para tal fin. A continuación se comentan las fases seguidas en EUSTAT en la elaboración de indicadores trimestrales:

1. Establecimiento de los componentes del PIB desde la óptica de la oferta, la demanda y el empleo a estudiar y estimar trimestralmente.
2. Para cada componente, selección inicial de indicadores simples disponibles tanto de producción propia como ajena (Diputaciones, INE, etc). Análisis individualizado de cada uno de ellos (grado de cobertura del agregado macroeconómico correspondiente, sensibilidad a las fluctuaciones coyunturales, longitud disponible de la serie, suavidad del perfil, disponibilidad de la información, etc.).

3. Modelización de indicadores complejos para aquellas componentes del PIB para los que no se disponga de un indicador simple adecuado. En el proceso de elaboración de indicadores se verifica y procura garantizar:
 - la existencia de una relación de cointegración entre la macromagnitud a trimestralizar y el indicador propuesto;
 - que la regresión mínima cuadrática entre la macromagnitud y el indicador (simple, compuesto o sintético) anualizado presente un grado de ajuste elevado y que los residuos se asemejen a una serie de ruido blanco;
 - la significatividad económica.

El análisis y modelización de los indicadores no es un ejercicio puntual. Es más, EUSTAT analizará regularmente la vigencia de los indicadores que utiliza debido a que éstos pueden quedar obsoletos en cualquier momento debido a cambios estructurales, disponibilidad de nuevos indicadores simples, cambios en la calidad y/o periodicidad de éstos, etc.

Extracción de señales

Linealización de las series de indicadores

TRAMO (“Time Series Regression with Arima Noise, Missing Observations and Outliers”) es un programa para la estimación, predicción y la interpolación de modelos de regresión con valores no observados y errores ARIMA que permite la modelización de diferentes tipos de valores anómalos o ‘outliers’.

Dado el vector de observaciones del indicador $z = (z_1, \dots, z_T)$, el programa TRAMO ajusta el modelo de regresión

$$z_t = y'_t \beta + x_t \text{ para } \forall t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

donde $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_K)$ es el vector de coeficientes de regresión, $y'_t = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})$ recoge las K variables de regresión y x_t sigue un proceso ARIMA general del tipo

$$\phi(B)\delta(B)x_t = \theta(B)\varepsilon_t, \quad (2)$$

donde B es el operador de retardos; $\phi(B)$, $\delta(B)$ y $\theta(B)$ son polinomios en B y las perturbaciones ε_t se supone siguen un proceso de ruido blanco $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

El polinomio $\delta(B)$ contiene las raíces unitarias derivadas de las diferencias tanto de la parte regular como de la estacional, $\phi(B)$ es el polinomio con raíces estacionarias autorregresivas y $\theta(B)$ denota el polinomio de medias móviles (invertible). Se supone que los polinomios son multiplicativos de la forma:

$$\begin{aligned} \delta(B) &= (1 - B)^d (1 - B^s)^D, \\ \phi(B) &= (1 + \phi_1 B + \dots + \phi_p B^p)(1 + \Phi_1 B^s + \dots + \Phi_p B^{sP}), \\ \theta(B) &= (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q)(1 + \Theta_1 B^s + \dots + \Theta_Q B^{sQ}), \end{aligned}$$

donde s denota el número de observaciones por año. El modelo puede contener una constante μ que recoge la media de la serie diferenciada $\delta(B)z_t$, que, si es significativa, será el término constante de la regresión (es decir, $y_{1t} = 1$ para $\forall t = 1, \dots, T$).

Los regresores $y_t^l = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})$ se pueden clasificar en dos tipos:

1. Regresores especificados por el usuario para recoger efectos de días festivos, variables altamente correlacionadas con z_t que mejoren el ajuste, etc.
2. Regresores generados automáticamente por TRAMO para recoger efectos de días laborables, efecto de Semana Santa y variables de intervención del tipo:
 - Variables dummy.
 - Todo tipo de secuencias de unos y ceros.
 - $1/(1 - \delta B)$ de cualquier secuencia de unos y ceros con $0 < \delta \leq 1$.
 - $1/(1 - \delta_s B^s)$ de cualquier secuencia de unos y ceros donde $0 < \delta_s \leq 1$.
 - $1/(1 - B)(1 - B^s)$ de cualquier secuencia de unos y ceros.

Una vez especificado el modelo, TRAMO:

1. Estima por máxima verosimilitud (o mínimos cuadrados condicionados o incondicionados) todos los parámetros del modelo seleccionado (de regresión y del modelo ARIMA general).
2. Detecta y corrige observaciones anómalas o 'outliers' de tipo aditivo, transitorios y de cambio de nivel.
3. Proporciona predicciones de las series con su correspondiente error cuadrático medio.
4. Interpolo los valores no observados de forma óptima y calcula los errores cuadráticos medios.

TRAMO dispone de una opción que realiza el tratamiento de 'outliers' y la identificación del modelo ARIMA automáticamente.

La metodología utilizada viene descrita en Gómez y Maravall (1992, 1994, 1996 y 2001a) y en Gómez, Maravall y Peña (1999).

Extracción de señales de series linealizadas

El programa SEATS ("Signal Extraction in Arima Time Series") descompone series temporales en componentes inobservables o señales, siguiendo un método basado en modelos ARIMA desarrollado para la desestacionalización de series económicas por Cleveland y Tiao (1976), Box, Hillmer y Tiao (1978), Burman (1980), Hillmer y Tiao (1982), Bell y Hillmer (1984) y Maravall y Pierce (1987).

TRAMO proporciona a SEATS la serie original, los efectos no estocásticos que ha estimado ('outliers', efecto de días laborables y de Semana Santa, variables de

intervención, etc.), la serie linealizada (previamente interpolada), es decir, x_t en (1), y el modelo ARIMA estimado (2).

SEATS descompone aditivamente¹ la serie linealizada x_t que sigue el modelo especificado en TRAMO en las siguientes componentes:

1. x_{pt} : componente de ciclo-tendencia. La tendencia recoge los movimientos de larga duración, o baja frecuencia, cuyo período es superior a los 32 trimestres (8 años). El componente cíclico recoge las oscilaciones cuya duración se sitúa entre 2 y 8 años. Dada la dificultad de discriminar entre oscilaciones tendenciales y cíclicas, es habitual trabajar con un componente mixto de ciclo y tendencia.
2. x_{st} : componente estacional. Recoge movimientos periódicos o cuasiperiódicos de duración inferior o igual al año.
3. x_{ct} : componente transitorio. Se trata de un componente estacional de media cero que recoge fluctuaciones transitorias que no deberían contaminar el ciclo-tendencia y la estacionalidad y que no siguen un patrón de ruido blanco.
4. x_{ut} : componente irregular. Hace referencia a los movimientos erráticos de ruido blanco que distorsionan la relación lineal entre la serie observada y sus componentes estructurales de ciclo-tendencia y estacionalidad.

El método de descomposición utilizado en SEATS descompone la serie x_t en componentes ortogonales que, salvo para el componente irregular, satisfacen la propiedad canónica (imposibilidad de extraer una serie de ruido blanco aditivo de los componentes aumentando, por consiguiente, la estabilidad de los mismos). Los detalles de la metodología utilizada pueden consultarse en Maravall (1988, 1993, 1995), Gómez y Maravall (2001b) y Maravall y Planas (1999).

Desagregación temporal de series temporales

La desagregación temporal en series temporales hace referencia a la estimación de datos de alta frecuencia a partir de datos de baja frecuencia y, si se dispone, de información relacionada de alta frecuencia.

En el contexto de las Cuentas Económicas Trimestrales se trata de estimar los valores trimestrales de los diferentes agregados macroeconómicos de la Comunidad Autónoma de Euskadi (medidos anualmente) con información coyuntural disponible con frecuencia trimestral o superior.

ECOTRIM es un programa desarrollado por Eurostat que proporciona un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas de desagregación temporal tanto de series temporales univariantes como multivariantes.

La bibliografía es ciertamente extensa. Tanto las técnicas actualmente disponibles como las principales líneas de investigación abiertas se describen en, por ejemplo, Eurostat (1999) y Eurostat (2003).

¹ La descomposición multiplicativa se convierte en aditiva aplicando logaritmos a la serie original.

EUSTAT ha optado por realizar la desagregación temporal de forma univariante. Una vez compuesto el indicador para un componente de la oferta, la demanda o el empleo, se extrae el componente estacional y el de ciclo-tendencia. Se trimestraliza con ECOTRIM utilizando el indicador bruto, desestacionalizado y de ciclo-tendencia por separado obteniendo de esta forma estimaciones trimestrales brutas, desestacionalizadas y de ciclo-tendencia del correspondiente agregado anual.

ECOTRIM ofrece la posibilidad de trimestralizar sin utilizar ningún tipo de información auxiliar o indicador. No obstante, EUSTAT ha construido indicadores de alta frecuencia correlacionados fuertemente con las macromagnitudes anuales correspondientes. Para este contexto, ECOTRIM ofrece las siguientes técnicas de desagregación:

1. Procedimiento AR(1) o de Chow-Lin (Chow y Lin 1971).
2. Procedimiento de Fernández (Fernández, 1981).
3. Procedimiento de Litterman (Litterman, 1983, Di Fonzo, 1987).

Estos tres procedimientos pertenecen a la familia de técnicas de desagregación univariante óptimas. Chow y Lin (1971), en el contexto de desagregación trimestral de macromagnitudes anuales utilizando información auxiliar o indicadores trimestrales, obtuvieron la solución óptima de mínimos cuadrados para el problema de estimar los valores trimestrales de las macromagnitudes anuales bajo el supuesto de existencia de una relación trimestral lineal entre éstas y sus correspondientes indicadores trimestrales.

La ventaja primordial de la desagregación óptima propuesta por Chow y Lin (1971) es que proporciona los errores de estimación por lo que permite realizar todo tipo de inferencia. Además, en aquellos años en los que no se dispone del dato de la macromagnitud anual (siempre el caso en el año en curso), permite extrapolar de una forma natural y coherente las estimaciones trimestrales de la macromagnitud. Para ello, basta con obtener los valores de los indicadores trimestrales, dado que el modelo de regresión trimestral proporcionará directamente las estimaciones óptimas trimestrales de la macromagnitud.

El procedimiento general de Chow y Lin (1971) parte de la relación:

$$Y = B'y = B'x\beta + B'u, \quad (3)$$

donde Y es el vector de datos anuales conocidos, y es el vector de datos trimestrales desconocidos, x es la matriz de datos trimestrales integrada por las variables indicador (bruta, desestacionalizada o de ciclo-tendencia), β es el vector de parámetros de regresión que relacionan ambas variables, u es el vector de perturbaciones trimestrales y B es la matriz de paso de trimestral a anual, que para variables flujo tiene la forma:

$$B' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Bajo esta especificación del modelo, Chow y Lin (1971) obtienen la estimación mínimo cuadrática óptima de los parámetros β y, por consiguiente, la estimación del vector y de datos trimestrales:

$$\hat{\beta} = [x' B(B'VB)^{-1} B' x]^{-1} x' B(B'VB)^{-1} Y, \\ \hat{y} = x\hat{\beta} + VB(B'VB)^{-1} (Y - B' x\hat{\beta}),$$

donde V representa la matriz de covarianzas de la perturbación trimestral que es desconocida y cuya estructura dependerá del supuesto realizado sobre el comportamiento de las perturbaciones. Los autores no recomiendan suponer que las perturbaciones se comportan como ruido blanco² dado que se podría dar lugar a saltos espurios entre el cuarto trimestre de un año y el primero del siguiente.

La estructura de las perturbaciones propuesta por Chow y Lin (1971) consiste en suponer que los errores trimestrales se distribuyen según un proceso autorregresivo de orden uno estacionario:

$$u_t = \phi u_{t-1} + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t \sim N iid(0, \sigma^2), \\ |\phi| < 1.$$

Esta propuesta se denomina Procedimiento AR(1) o de Chow-Lin.

Fernández (1981) supone que las perturbaciones se comportan siguiendo un paseo aleatorio:

$$u_t = u_{t-1} + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t \sim N iid(0, \sigma^2).$$

Litterman (1983) parte del supuesto de que las perturbaciones siguen un paseo aleatorio markoviano de la forma:

$$u_t = u_{t-1} + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t = \alpha \varepsilon_{t-1} + e_t \\ e_t \sim N iid(0, \sigma^2) \\ |\alpha| < 1.$$

La elección del procedimiento de desagregación no es arbitrario y los resultados pueden variar considerablemente. Quilis (2001) compara estos tres procedimientos a través de su aplicación a datos de la economía española y concluye que “... no existe una respuesta universal, independiente de la situación práctica específica pero sí pueden ofrecerse algunas guías tentativas”:

1. Si existe cointegración entre indicadores y agregado trimestral, el método más apropiado es el Chow -Lin.

² Hacer notar que en este caso $V = I$, con lo que la solución se corresponde a mínimos cuadrados ordinarios

2. En caso contrario, el procedimiento de Litterman resulta el más recomendable, debido a su generalidad.
3. Si la evidencia respecto a la cointegración es poco robusta o dudosa, el procedimiento de Fernández resulta una elección intermedia entre el método de Chow -Lin y el de Litterman.
4. En todos los casos, ha de tenerse muy en cuenta que la evidencia sobre la cointegración es indirecta, debido a que sólo es contrastable con los datos anuales.”

Tras realizar los análisis pertinentes y siendo conscientes de la limitación de los mismos, EUSTAT ha optado en cada caso por el procedimiento más apropiado siguiendo las recomendaciones de Quilis (2001).

Referencias

- BELL, W.R. y HILLMER, S.C. (1984), “Issues Involved with the Seasonal Adjustment of Economic Time Series”, *Journal of Business and Economic Statistics* 2, 291-320.
- BOX, G.E.P. , HILLMER, S.C. y TIAO, G.C. (1978), “Analysis and Modeling of Seasonal Time Series”, en Zellner, A. (ed.), *Seasonal Analysis of Economic Time Series*, Washington, D.C.: US: Dept. of Commerce - Bureau of the Census, 309-334.
- BURMAN, J.P. (1980), “Seasonal Adjustmen by Signal Extraction”, *Journal of the Royal Statistical Society A*, 143, 321-337.
- CHOW, G.C. y Lin, A-L (1971), “Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Time Series by Related Series”, *The Review of Economics and Statistics* 53, 372-375.
- CLEVELAND, W.P y TIAO, G.C. (1976), “Decomposition of Seasonal Time Series: A Model for the X-11 Program”, *Journal of the American Statistical Association* 88, 284-297.
- DI FONZO, T. (1987), “La Stime indiretta di serie economiche trimestrali”, CLEUP.
- EUROSTAT (1999), “Handbook on quarterly national accounts”. Eurostat, Luxembourg.
- EUROSTAT y BANCO CENTRAL EUROPEO (2001), “Final report on seasonal adjustment of Quarterly National Accounts”, Eurostat – European Central Bank, Documento Interno.
- EUROSTAT (2003), “Temporal disaggregation of economic time series: towards a dynamic extension”, Eurostat, Luxembourg.
- FERNANDEZ, R.B. (1981), “A methodological Note on the Estimation of Time Series”, *The Review of Economics and Statistics* 63 (3).
- GOMEZ, V. Y MARAVALL, A. (1992), “Time Series Regression with ARIMA Noise and Missing Observations – Program TRAM”, EUI Working Paper ECO No. 92/81, Department of Economics, European University Institute.

GOMEZ, V. Y MARAVALL, A. (1994), "Estimation, Prediction and Interpolation for Nonstationary Series with the Kalman Filter", *Journal of the American Statistical Association* 89, 611-624.

GOMEZ, V. Y MARAVALL, A. (1996), "Programs TRAMO (Time series Regression with Arima noise, Missing observations and Outliers) and SEATS (Signal Extraction in Arima Time Series). Instructions for the User", Documento de Trabajo 9628, Servicios de Estudios, Banco de España.

GOMEZ, V. Y MARAVALL, A. (2001a), "Automatic Modelling Methods for Univariate Series", Cap 7 en Peña D., Tiao G.C y Tsay, R.S. (eds.) *A Course in Time Series Analysis*, New York: J. Wiley and Sons.

GOMEZ, V. Y MARAVALL, A. (2001b), "Seasonal Adjustment and Signal Extraction in Economic Time Series", Cap 8 en Peña D., Tiao G.C. y Tsay, R.S. (eds) *A Course in Time Series Analysis*, New York: J. Wiley and Sons.

GOMEZ, V., MARAVALL, A. Y PEÑA, D. (1999), "Missing Observations in ARIMA Models: Skipping Approach Versus Additive Outlier Approach", *Journal of Econometrics*, 88, 341-364.

HILLMER, S.C. y TIAO, G.C. (1982), "An ARIMA-Model Based Approach to Seasonal Adjustment", *Journal of the American Statistical Association* 77, 63-70.

LITTERMAN, R.B. (1983), "A Random Walk, Markov Model for the Distribution of Time Series", *Journal of Business and Economic Statistics* 1 (2).

MARAVALL, A. (1988), "The Use of ARIMA Models in Unobserved Components Estimation", en Barnett, W., Verndt, E. Y White, H. (eds.), *Dynamic Econometric Modeling*, Cambridge: "Cambridge University Press".

MARAVALL, A. (1993), "Stochastic Linear Trends", *Journal of Econometrics*, 56, 5-37.

MARAVALL, A. (1995), "Unobserved Components in Economic Time Series", en Pesaran, H., Schmidt, P. Y Wickens, M. (eds.), *The Handbook of Applied Econometrics*, vol.1, Oxford: Basil Blackwell.

MARAVALL, A. y PIERCE, D.A. (1987), "A Prototypical Seasonal Adjustment Model", *Journal of Time Series Analysis* 8, 177-193.

MARAVALL, A. y PLANAS, C. (1999), "Estimation Error and the Specification of Unobserved Component Models", *Journal of Econometrics*, 92, 325-353.

QUILIS, E.M. (2001), "Sobre el método de desagregación temporal de Litterman", *Boletín Trimestral de Coyuntura* 81, Septiembre.