

Un modelo de previsión para la Contabilidad Trimestral de Navarra

Antuñano Unanua, Leyre
<mailto:lantunau@navarra.es>

Arnedo Ajona, Laura
larnedo@navarra.es

Cebrián Jiménez, Pablo
pcebriaj@navarra.es

Eraso Moreno, Sandra
serasomo@navarra.es

Instituto de Estadística de Navarra (Nastat)

En colaboración con el Departamento de Economía **Universidad Pública de Navarra**

Resumen

Desde el Instituto de Estadística de Navarra (Nastat) nos hemos planteado la idoneidad de disponer de un modelo integrado de previsiones que incluya un cuadro macroeconómico para su utilización en el Sistema de Cuentas Económicas de Navarra que elabora Nastat, la previsión de la evolución del mercado de trabajo y su relación con las proyecciones de población.

La modelización está prevista que se realice en varias fases, siendo objeto de este trabajo la presentación de un modelo de previsión para la Contabilidad Trimestral de Navarra, desarrollado en colaboración con la Universidad Pública de Navarra. Con la elaboración de este modelo se pretende disponer de una estimación previa del cuadro económico completo con antelación a iniciarse el año, disponiendo de un escenario anual que las estimaciones trimestrales irán confirmando o desmintiendo, siendo por lo tanto susceptible de modificación a medida que se vaya disponiendo de información. De esta forma al iniciarse el año t , dispondríamos de una estimación del crecimiento del PIB y del cuadro macroeconómico completo que posteriormente habría que ajustar con las estimaciones trimestrales. Por lo tanto, pasaríamos de no disponer de un dato anual hasta 30 días después de finalizar el año a disponer de una previsión un año antes que serviría como referencia para los crecimientos trimestrales. Asimismo, aprovechando la reflexión necesaria para la elaboración del modelo de previsión, se ha llevado a cabo una revisión completa de la metodología, fuentes de información utilizadas y la acuracidad de los indicadores coyunturales seleccionados para el estudio.

El Modelo de Previsión para la Contabilidad Trimestral de Navarra, basado en la metodología de filtrado y suavizado (Filtro de Kalman) en Espacios de los Estados, pretende ser un elemento novedoso y relevante que mejore el Sistema de Cuentas Económicas de Navarra.

Palabras clave: *modelos de previsión, previsiones económicas, cuadro macroeconómico, Espacio de los Estados, Filtro de Kalman.*

Índice

Introducción	3
1. Revisión metodológica y fuentes de información	4
1.1. Selección de indicadores	5
1.2. Metodología de la estimación de los agregados trimestrales	8
1.3. Tratamiento previo de los datos	9
1.4. Procedimientos de Trimestralización.....	9
1.5. Valoración de la metodología empleada.....	10
2. Modelo de previsión económica	10
2.1. Módulo Análisis de correlaciones agregado versus indicador	11
2.2. Módulo Selección de modelos univariantes.....	12
2.3. Módulo Descomposición de series temporales (trimestrales).....	13
2.4. Módulo Estimación VARMAX anual	14
2.5. Módulo Estimación VARMAX trimestral	15
2.6. Módulo Predicción y actualización del cuadro macroeconómico	18
3. Conclusiones	23
4. Bibliografía	23

Introducción

Ante la creciente necesidad de información sobre la coyuntura económica tanto a corto como a medio plazo, desde el Instituto de Estadística de Navarra (Nastat) nos hemos planteado la idoneidad de disponer de un modelo integrado de previsiones que incluya un cuadro macroeconómico para su utilización en el Sistema de Cuentas Económicas de Navarra que elabora Nastat, así como la previsión de la evolución del mercado de trabajo y su relación con las proyecciones de población.

El interés por la modelización y la generación de modelos económicos que permitan incorporar previsiones ha aumentado sensiblemente en los últimos años, no sólo por disponer con antelación de una estimación del PIB y sus componentes, relevante para la toma de decisiones económicas, sino también por profundizar en los factores que explican dicha previsión y, por tanto, en las causas que provocan las variaciones en las previsiones del PIB.

La modelización está prevista que se realice en varias fases, siendo objeto de este trabajo la presentación de un modelo de previsión para la Contabilidad Trimestral de Navarra, desarrollado en colaboración con la Universidad Pública de Navarra. Con la elaboración de este modelo se pretende disponer de una estimación previa del cuadro económico completo con antelación a iniciarse el año, disponiendo de un escenario anual que las estimaciones trimestrales irán confirmando o desmintiendo, siendo por lo tanto susceptible de modificación a medida que se vaya disponiendo de información. De esta forma al iniciarse el año t , dispondríamos de una estimación del crecimiento del PIB y del cuadro macroeconómico completo que posteriormente habría que ajustar con las estimaciones trimestrales. Por lo tanto, pasaríamos de no disponer de un dato anual hasta 30 días después de finalizar el año a disponer de una previsión un año antes que serviría como referencia para los crecimientos trimestrales.

El Instituto de Estadística de Navarra, acomete este proyecto en cumplimiento del Decreto Foral 134/2015, de 28 de agosto, por el que se establece la estructura orgánica general del Departamento de Hacienda y Política Financiera y determina que tiene entre sus funciones la elaboración de modelos de previsión, para atender a la planificación económica que sea competencia del Departamento de Hacienda y Política Financiera, con el fin de mejorar el método de estimación de la CTNAV, sin pretender suplantar las funciones de otros organismos.

El trabajo queda estructurado de la siguiente forma. Tras esta introducción, la segunda sección lleva a cabo una revisión metodológica y las fuentes de información analizadas. La sección tercera presenta el modelo de previsión económica diseñado para Nastat y, finalmente se incluye las principales conclusiones del estudio.

1. Revisión metodológica y fuentes de información

Nastat elabora desde el año 2001 la Contabilidad Trimestral de Navarra, lo que conlleva una estimación del crecimiento trimestral del PIB y de los componentes del cuadro macroeconómico por oferta, demanda y rentas en precios corrientes e índices de valor así como de los puestos de trabajo totales y asalariados.

Estas estimaciones son un reparto trimestral del dato anual usando métodos de trimestralización a través de indicadores coyunturales con los que existe una correlación. El software empleado es el programa ECOTRIM y para la desagregación temporal se viene utilizando el método de Boot, Feibes y Lisman (BFL), para la desagregación temporal sin indicador y el método de Fernández para la desagregación temporal con indicadores. Los indicadores se someten a tratamientos como predicción y filtrado usando hasta ahora el programa de libre distribución elaborado por el Banco de España TRAMO/SEATS si bien en breve está previsto cambiar al software JDemetra+ desarrollado por Eurostat.

Si bien la valoración que se hace de la metodología empleada hasta la fecha es positiva, no supone que no existan elementos y procesos que puedan ser mejorados, por lo que aprovechando la reflexión necesaria para la elaboración del modelo de previsión, se ha llevado a cabo una revisión completa de la metodología, fuentes de información utilizadas y la acuracidad de los indicadores coyunturales seleccionados para el estudio, que redunde tanto en este producto como en el conjunto del Sistema de Cuentas Económicas así como en las predicciones macroeconómicas que elabora el Gobierno de Navarra que podría utilizarlas para otros fines como Presupuestos, etc.

El trabajo realizado en colaboración con la Universidad Pública de Navarra (en adelante UPNA) se ha centrado en las siguientes actuaciones:

1. Revisión de la información de alta frecuencia útil para la Contabilidad Trimestral, centrado en el listado de variables, análisis de información realizada por otros productores de estadísticas, propuesta de indicadores básicos que puedan ser utilizados por Nastat.
2. Revisión de los procedimientos de selección de indicadores, basado en la exploración de los procedimientos más utilizados por la profesión estadística y econométrica, determinando un estándar sobre los criterios de selección de indicadores.
3. Revisión de los procedimientos de construcción de indicadores sintéticos, buscando alternativas para aquellos casos que se consideren más adecuados que los realizados por Nastat. Se establece el procedimiento más adecuado de construcción de indicadores sintéticos para su incorporación en el modelo de previsión.

4. Revisión de la información procedente del tratamiento de las series temporales, identificación de atípicos, evaluación del efecto, capacidad de traslación temporal. Se ha revisado el procedimiento de tratamiento de series temporales, especialmente en relación con la presencia de datos atípicos relativos a eventos que pueden repetirse en el futuro. Realizada la revisión del procedimiento de tratamiento de efectos periódicos de fecha variable, efectos calendario, especialmente la Semana Santa, se establece la tipología de datos atípicos y efectos calendario que pueden ser utilizados para mejorar la información coyuntural sobre las series de Contabilidad Trimestral. Se plantea la posibilidad de estimar y publicar tanto los datos brutos como los corregidos de efectos estacionales y de calendario y no sólo en ciclo-tendencia como actualmente está publicando Nastat.
5. Revisión de los métodos empleados en la trimestralización con y sin indicadores. Se establecen los procedimientos de trimestralización más adecuados para los propósitos de Nastat.
6. Evaluación de la posible pérdida de información debida a la estimación en la componente ciclo-tendencia. Se valorará sus consecuencias sobre la precisión en la captación de los movimientos a corto plazo y sobre la necesidad y el tamaño de las revisiones.

A continuación pasamos a detallar los aspectos más relevantes de la revisión metodológica realizada.

1.1. Selección de indicadores

Puesto que la calidad de la estimación de los agregados trimestrales depende crucialmente de la información coyuntural que se utilice para ello, nos ha parecido oportuno profundizar en el análisis realizado por la UPNA. A la hora de valorar la idoneidad de los indicadores se ha tenido en cuenta, por un lado, la cantidad de indicadores susceptibles de ser utilizados, su disponibilidad y frecuencia así como la cantidad de información en los mismos. En este proceso de selección también se ha considerado la oportunidad de utilizar la información disponible en uno de los indicadores o bien optar por la integración de la información de un conjunto de ellos.

Todos los indicadores utilizados mantienen una clara significación económica y, en muchas ocasiones, constituyen en sí mismos componentes de los agregados que informan, por lo que los criterios de selección de indicadores se simplifican notablemente. De esta manera, el coeficiente de correlación lineal puede ser un buen estadístico para determinar la cantidad de información presente en el indicador. Sin embargo, también tiene que tenerse en cuenta la coherencia de la información. Así, si el objetivo es estimar un agregado de demanda, aunque también se pueda disponer de información del enfoque de oferta, dados los desfases coyunturales que pueden existir entre oferta y demanda, siempre debe ser priorizada la información procedente del mismo enfoque que el agregado a estimar.

Una vez garantizada la coherencia de los indicadores en función de su significado, es preciso comprobar su desempeño en la muestra disponible. Esta labor todavía está en fase de desarrollo,

aunque a continuación se ofrece un ejemplo del tipo de análisis y valoración de la información que se propone.

Para la evolución de la demanda externa, se dispone de la información relativa al Comercio Exterior del Departamento de Aduanas, concretamente las importaciones y exportaciones. Se trata de una información que parcialmente cubre la definición del agregado, puesto que, además de los intercambios con Europa y el resto del mundo, el agregado incluye los intercambios comerciales con el resto de España.

Para estudiar la validez y consistencia de la información facilitada por el Departamento de Aduanas como indicador para la estimación de la demanda externa, se va a analizar la información y, posteriormente, se va a realizar un análisis de correlación con el agregado anual. La relación entre el indicador anualizado y el agregado anual es un elemento crucial en la estimación de la Contabilidad Trimestral, en tanto que, a partir de esta relación, mediante algún procedimiento de trimestralización, se llegaría al agregado trimestral.

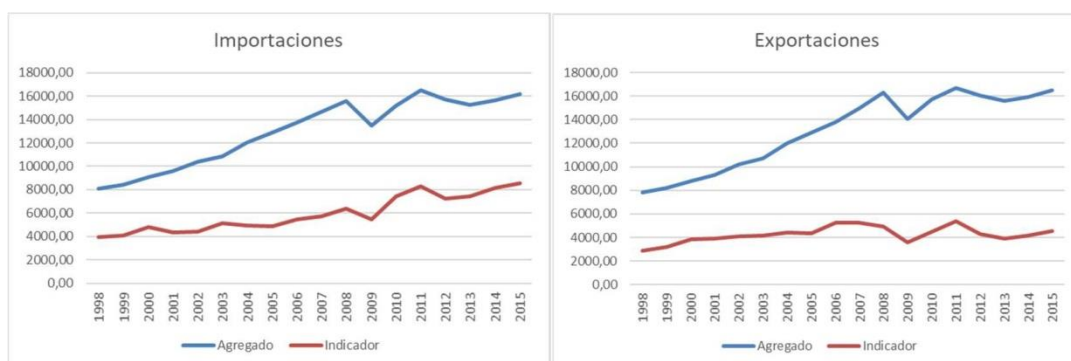


Gráfico 1. Importaciones. Fuente: Nastat

Gráfico 2. Exportaciones. Fuente: Nastat

Como puede observarse en los gráficos 1 y 2, la relación entre el agregado anual y el indicador no es la misma en importaciones que en exportaciones.

Si se obtiene el coeficiente de correlación lineal (0,69 para importaciones, 0,90 para exportaciones) o la pendiente de una regresión lineal del agregado sobre el indicador, aparentemente hay más información en las exportaciones que en las importaciones. Dado que los resultados pueden estar condicionados por la presencia de comportamientos tendenciales, se repite este análisis con las primeras diferencias:

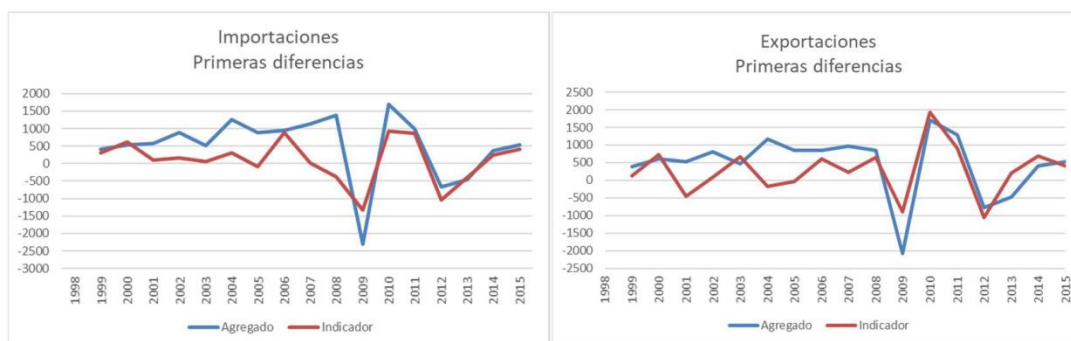


Gráfico 3. Importaciones. Diferencias. Fuente: Nastat

Gráfico 4. Exportaciones. Diferencias. Fuente: Nastat

Con coeficientes de correlación de 0,77 para importaciones y 0,71 para exportaciones. A pesar de la similitud en las correlaciones, el comportamiento predictivo es diferente. En los gráficos 5 y 6 se muestra el agregado y las predicciones que se obtendrían a partir de regresiones lineales en niveles (estimación 1) y en primeras diferencias (estimación 2):

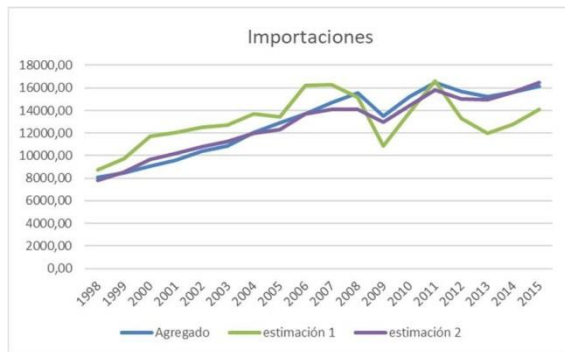


Gráfico 5. Importaciones. Estimaciones. Nastat

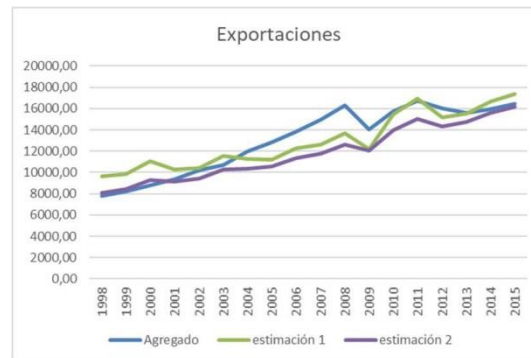


Gráfico 6. Exportaciones. Estimaciones. Nastat

A partir de un simple análisis gráfico puede verse que la estimación basada en las primeras diferencias tiene un buen comportamiento en el caso de las importaciones. Sin embargo, en el caso de las exportaciones ninguna de las aproximaciones parece tener buenas propiedades, en comparación con el caso de las importaciones.

Puesto que los dos indicadores representan una parte de los respectivos agregados, se podría considerar lógico que el comportamiento predictivo fuera similar. Sin embargo, la naturaleza de los agregados es bien diferente si se plantea desde el agente que toma las decisiones. Así, en importaciones, ya sean del resto de España o de Europa y del Resto del Mundo, la decisión se toma por agentes residentes en Navarra. Mientras que, en el caso de las exportaciones, los agentes decisores son diferentes, residentes en el resto de España y residentes en Europa y el Resto del Mundo. Este hecho justifica que utilizar la parte como indicador del todo, en el caso de las importaciones funcione adecuadamente, pero no lo haga en el caso de las exportaciones. Para mejorar la previsión de las exportaciones se ha incluido en las regresiones lineales la demanda interna de España, publicada por el Instituto Nacional de Estadística. Gráficamente los resultados se presentan en el Gráfico 7. En este gráfico, además de las estimaciones realizadas con el indicador exportaciones, en nivel (estimación 1) y en diferencias (estimación 2), ya representadas en el Gráfico 6, también se incluye como “estimación 3” la predicción con un modelo lineal en niveles utilizando el indicador exportaciones anualizado y la demanda interna de España. Con el nombre de “estimación 4” se ofrece la predicción realizada con un modelo lineal en primeras diferencias con el indicador exportaciones anualizado y la demanda interna de España.

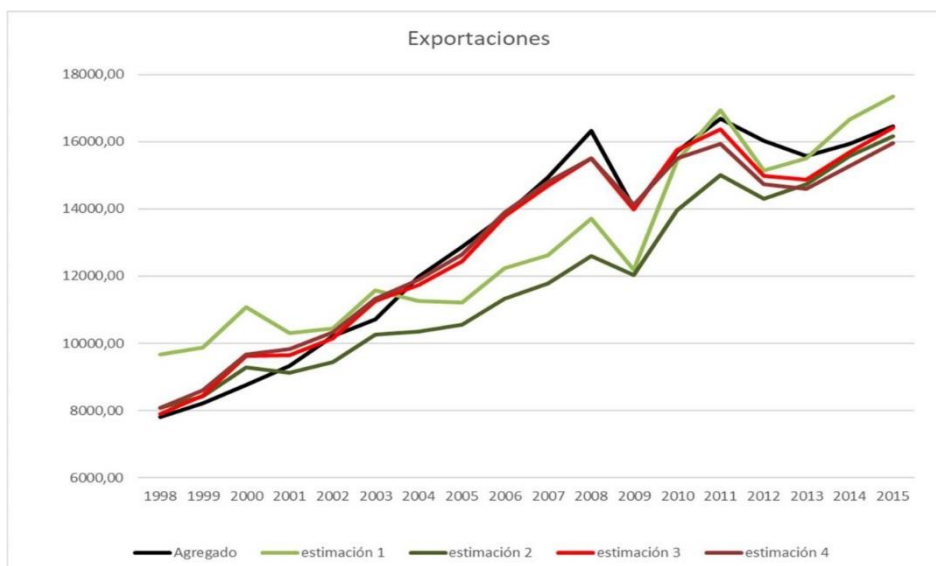


Gráfico 7. Exportaciones. Estimaciones. Fuentes: Nastat, INE

El gráfico 7 muestra con claridad la mejora en la capacidad predictiva del agregado anual cuando se incluye información sobre la evolución de la economía española. Conceptualmente, esta mejora era esperable puesto que proporciona información del agente decisor que se ignoraba al estimar el agregado exportaciones de Navarra mediante el indicar del Departamento de Aduanas de exportaciones (a Europa y al Resto del Mundo). A la luz de este análisis, se considera adecuada la utilización de las importaciones medidas a partir de la información facilitada por Aduanas como indicador del total de las importaciones de Navarra, pero la estimación de las exportaciones mejoraría considerablemente si se incluye un indicador de la evolución de la demanda interna de España.

1.2. Metodología de la estimación de los agregados trimestrales

El otro pilar sobre el que se asienta la calidad de un sistema de cuentas está constituido por el conjunto de prácticas estadístico-econométricas que utiliza en el proceso de producción de los diferentes agregados. Por ello se ha considerado relevante la revisión de los procedimientos estadísticos que Nastat utiliza en el proceso de estimación de los agregados trimestrales, basado tanto en aspectos formales, como la información proporcionada y el grado de alineamiento con las recomendaciones de Eurostat, el tratamiento previo de los datos, los procedimientos de trimestralización utilizados y el ajuste final de los datos.

Pese a la utilización de los métodos recomendados por Eurostat, tanto cuando se dispone de indicadores como cuando no se dispone de los mismos, se ha planteado la posibilidad de cambiar de procedimientos, sin perder de vista las recomendaciones de Eurostat, para mejorar la capacidad de captar el ciclo económico mediante modelos dinámicos y mediante la utilización de la información presente en los modelos ARIMA sobre observaciones anómalas, dado que cada vez son más los estudios que analizan perspectivas conceptuales diferentes (modelos dinámicos fundamentalmente) con buena calidad predictiva.

1.3. Tratamiento previo de los datos.

Las series temporales de los indicadores se analizan previamente a su inclusión en las rutinas de trimestralización fundamentalmente con tres propósitos. El primero de ellos es la modelización dinámica que garantice buenas propiedades en el resto de procesos, incluyendo el tratamiento de observaciones anómalas que puedan influir en el resto de estimaciones. En este sentido, se considera necesario actuar ante la presencia de observaciones anómalas que recogen eventos poco frecuentes de los datos o distorsionados por eventos en otras variables. Así, puesto que pueden condicionar tanto las estimaciones como la especificación de la dinámica de las variables, se considera necesario tratarlos en la etapa de estimación de series temporales. Esto no significa que deban detraerse de la serie indicador, sino que deben tenerse en cuenta en la estimación. Actualmente la incorporación de nueva información implica la reestimación de los modelos, esto no tiene que significar necesariamente que hay que deshacerse de las observaciones anómalas, sino que se pueden incorporar en el proceso una vez que se ha realizado la estimación, o lo que sería más práctico, realizar nuevas estimaciones cuando se esté dispuesto a revisar las estimaciones previas, dado que, aunque cada vez en menor medida la constante reestimación provoca que cambien constantemente las variables construidas a partir de las mismas, es decir, las series ciclo-tendencia y las ajustadas de estacionalidad y efectos de calendario.

En este sentido se considera que no es necesario reestimar constantemente los modelos y que sería suficiente establecer periodos de revisión (anuales o bianuales), lo que facilitaría la utilización de la información de observaciones anómalas relevantes en la evolución trimestral.

1.4. Procedimientos de Trimestralización

Tal y como se ha indicado anteriormente, Nastat utiliza fundamentalmente dos modelos para la desagregación temporal, uno cuando se dispone de indicadores, el método de Fernández (1981) y otro cuando no se dispone de ellos, el método de Boot, Feibes y Lisman (1967). Aunque la antigüedad de los procedimientos no puede considerarse un elemento negativo, el principio de Arquímedes sigue siendo válido, también es cierto que a finales de los noventa y principios del siglo XXI se ha seguido reflexionando sobre estos procedimientos y han aparecido algunas versiones que pueden proporcionar mejores resultados. Entre ellos destacan los métodos de Gregoir (1995) y Salazar et. al. (1997), con las mejoras de Santos y Cardoso (2001) y de Mitchell et al (2005). Una revisión de estos métodos y su comparación con los tradicionales de Chow-Lin (1971), Fernández (1981), o Litterman (1983), puede encontrarse en Di Fonzo (2003).

En este caso, aunque los métodos utilizados están entre los recomendados por Eurostat y por ello no debe discutirse su oportunidad, dada la sensibilidad de los resultados al método utilizado, se considera preciso realizar un estudio más detenido de la posible dinámica en los agregados trimestrales y en su relación con los indicadores, aprovechando la existencia de trabajos previos con modelos dinámicos, como los citados anteriormente.

1.5. Valoración de la metodología empleada

Pese a que la metodología empleada por Nastat sigue las recomendaciones del principal organismo internacional de referencia, Eurostat, y, es coherente con la información facilitada por otros organismos de referencia a nivel nacional, INE y regional, se considera que se puede avanzar en varias direcciones.

- Por un lado, se puede utilizar la información en las observaciones anómalas para mejorar las predicciones coyunturales. Por otro lado, se puede incorporar mayor dinámica en la estimación de los agregados trimestrales. Y finalmente, se puede tratar el sistema de Cuentas Trimestrales como un elemento completo que hay que estimar conjuntamente para mantener la coherencia interna entre las distintas variables y los diferentes enfoques.
- Por otro lado, la práctica actual de Nastat de realizar únicamente el seguimiento de las variables en forma de series de ciclo-tendencia puede dificultar su comparación, por lo que en el corto plazo se pasará a valorar la publicación del dato bruto, el dato ajustado de estacionalidad y efectos de calendario, y como se viene haciendo actualmente, el dato en ciclo-tendencia.

2. Modelo de previsión económica

El objetivo que nos planteamos con el diseño de un modelo de previsión económica consiste en la mejora de la metodología de la Contabilidad Trimestral de Navarra si bien no se desestima una influencia positiva en otros productos relacionados. Hasta ahora el último dato anual provisional se produce por agregación de los 4 trimestres. Así, a finales de enero del año $t+1$ se publica la estimación avance del cuarto trimestre del año anterior y, por agregación de éstos, la primera estimación del dato anual de crecimiento del PIB. Este dato se refrenda o modifica en la estimación completa del cuadro macroeconómico que se produce aproximadamente un mes más tarde. Posteriormente, en abril-mayo se realiza la primera estimación del dato anual con desagregación por ramas de actividad.

La pretensión de Nastat con este proyecto es tratar de modificar el método de tal forma que se disponga de una estimación previa del cuadro macroeconómico completo con antelación a iniciarse el año, disponiendo de un objetivo anual que las estimaciones trimestrales irán confirmando o desmintiendo, siendo por lo tanto modificable según vayan obteniéndose datos. De esta forma al iniciarse el año t , dispondríamos de una estimación del crecimiento del PIB y del cuadro macroeconómico que posteriormente habría que ajustar con las estimaciones trimestrales. Por lo tanto, pasaríamos de no disponer de un dato anual hasta 30 días después de finalizar el año a disponer de una previsión (no dato real) un año antes que serviría como referencia a tener en cuenta de cara al reparto trimestral.

Por tanto, el Modelo de Previsión para la Contabilidad Trimestral de Navarra, basado en la metodología de filtrado y suavizado en Espacios de los Estados y modelizado con el software libre R, pretende ser un elemento novedoso y relevante que mejore el Sistema de Cuentas Económicas de Navarra.

La representación en Espacio de los Estados permite modelizar tanto la evolución dinámica de las variables como las características específicas de la observación de las mismas. Las técnicas de filtrado, la más común es Filtro de Kalman, y las de suavizado buscan incorporar toda nueva información para mejorar las predicciones sobre las variables de estado. En concreto, el Filtro de Kalman, establece una predicción inicial sobre la variable de estado dada la dinámica establecida o estimada. Con esta predicción se predice el valor que debería observarse según la especificación de la ecuación de observación. Finalmente se utiliza el error observado en la predicción de la variable observable para mejorar la predicción inicial sobre la variable de estado. Así, periodo a periodo se establecen predicciones, se valoran y se actualizan. Por otro lado, las técnicas de suavizado permiten utilizar la información sobre la evolución futura de las variables observadas para valorar y mejorar las predicciones hechas en el pasado sobre las variables de estado. En el caso de la Contabilidad Trimestral, estas variables son precisamente los agregados trimestrales objeto de estimación.

Si bien todavía en fase de desarrollo, a través de este trabajo se pretende presentar las características principales del Modelo de Previsión, estructurado en los siguientes módulos:

- Módulo Análisis de correlaciones agregado versus indicador
- Módulo Selección de modelos univariantes
- Módulo Descomposición de series temporales (trimestrales)
- Módulo Estimación VARMAX anual
- Módulo Estimación VARMAX trimestral
- Módulo Predicción y actualización del cuadro macroeconómico

A continuación, se detalla de cada módulo el objetivo planteado, el resultado que deriva del mismo y las cuestiones técnicas o teóricas más destacables de cada módulo.

2.1. Módulo Análisis de correlaciones agregado versus indicador

Objetivo:

El objetivo de este módulo consiste en explorar la relación entre los indicadores y los agregados. Anualiza los indicadores, diferenciando si se trata de flujos, stocks o índices. Realiza regresiones en nivel y en primeras diferencias, con o sin transformación logarítmica y obtiene distintos estadísticos para comparar el ajuste dentro de la muestra.

Para ello se debe precisar el tipo de indicador para realizar la anualización. Para el análisis de correlaciones debe indicar un agregado y un indicador y con la información resultante el analista puede seleccionar entre regresiones en nivel o diferencias y entre distintos indicadores.

Resultado:

El módulo facilita información sobre el coeficiente de correlación lineal entre agregado e indicador con distintas transformaciones, así como una serie de estadísticos comparando tanto niveles y diferencias como comportamiento frente a un paseo aleatorio. Distinguimos:

- Estadísticos comparando niveles y diferencias:
 - Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE Root Mean Squared Error)
 - Error Absoluto Porcentual Medio (MAPE Mean Absolute Percentage Error)
 - Raíz del Error cuadrático Medio Relativo (RMSE/desviación típica del agregado)
 - Porcentaje de mejor comportamiento (Percent Better, Nivel sobre TVL)
- Estadísticos comparando comportamiento frente a un paseo aleatorio (RW random walk)
 - Error Absoluto Relativo Medio (MRAE Mean Relative Absolute Error)
 - Porcentaje de mejor comportamiento (Percent Better, frente a RW)

Finalmente, el módulo permite el análisis gráfico tanto del agregado y el indicador como del agregado y la previsión, en ambos casos tanto en nivel como en tasa de variación.

Cuestiones técnicas:

El análisis de las relaciones entre indicadores y agregados se realiza mediante varios tipos de regresiones básicas, tanto en niveles como en primeras diferencias o en tasas de variación anuales. Dado que se dispone de pocos datos para realizar un ejercicio de predicción extramuestral puro, se ha optado por valorar el ajuste mediante distintos estadísticos, citados anteriormente. Además, se incorpora un ajuste mediante un modelo naïve, un paseo aleatorio (véase, Lütkepohl, H. 1993).

2.2. Módulo Selección de modelos univariantes

Objetivo:

Realiza una identificación, estimación y diagnosis del modelo univariante para una serie temporal. Inicialmente valora la incorporación de la transformación logarítmica. Posteriormente analiza la necesidad de diferencias regulares y estacionales y posteriormente, sobre la serie transformada elige un modelo $ARMA(p,q)(P,Q)$.

También se incluye un módulo de detección de atípicos y especificación automática.

En este módulo se debe precisar la serie temporal a analizar.

Resultado:

Este módulo devuelve como resultados información sobre la estimación del modelo elegido, los criterios de información con los que se realiza la elección así como los correlogramas de los residuos y estadístico de de Portmanteau del modelo elegido.

Cuestiones técnicas:

En la selección de las transformaciones (logaritmos y diferencias) y la elección del modelo se adapta el procedimiento recogido en Peña et al. (2001) y en Gómez (1998).

2.3. Módulo Descomposición de series temporales (trimestrales)

Objetivo:

Obtener los componentes estructurales de una serie temporal una vez descontados los componentes deterministas a partir de la estimación de un modelo ARIMA de intervención.

$$x_t = \text{Gamma}(B)u_t + \frac{\text{Theta}(B)}{\text{Phi}(B)}a_t \quad a_t \sim i. i. d. N(0, \sigma^2)$$

$$\text{Phi}(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_p^{B^p})(1 - B)^d(1 - B^s)$$

$$\text{Theta}(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)(1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q^{B^Q})$$

$$\text{Gamma}(B) = (\gamma_0 - \gamma_1 B - \dots - \gamma_g B^g)$$

Se descompone en la parte determinista y la parte estocástica: $x_t = x_t^d + x_t^s$

La componente estocástica se descompone estructuralmente: $x_t^s = zt_t + zs_t + zc_t + zi_t$

zt_t : componente tendencial
 zs_t : componente estacional
 zc_t : componente cíclico
 zi_t : componente irregular

Se debe considerar un único vector para la estructura autorregresiva, otro vector para los parámetros de las medias móviles, y otro que recoja la dinámica de la intervención.

$$\text{phi} = (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \Phi_1, \dots, \Phi_p); \text{theta} = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q, \Theta_1, \dots, \Theta_Q)$$

$$\text{gamma} = (\gamma_{10}, \gamma_{11}, \dots, \gamma_{1g}); \quad Q = (\sigma_1^2)$$

Resultado:

El módulo aporta información sobre la serie temporal y sus distintos componentes, componente determinista, estocástica, tendencia, estacional, cíclico e irregular.

Cuestiones técnicas:

La descomposición en las componentes determinista y estocástica se utiliza la propuesta de Casals et al. (2016) y en los resultados de De Jong (1988). Para la descomposición en componentes estructurales se utiliza la propuesta de Casals et al. (2002). La obtención de los componentes finales se realiza mediante un procedimiento de suavizado exacto, Casals et al. (2000) particularizado para la representación en forma de espacio de los estados con innovación simple (Simple Error Model, SEM, Aoki (1990)).

2.4. Módulo Estimación VARMAX anual

Objetivo:

Estimación de modelos vectoriales ARMA con la posibilidad de incluir variables exógenas.

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x_t - \mu_x \\ y_t - \mu_y \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \phi_{11,1} & \phi_{12,1} \\ \phi_{21,1} & \phi_{22,1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{t-1} - \mu_x \\ y_{t-1} - \mu_y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \phi_{11,2} & \phi_{12,2} \\ \phi_{21,2} & \phi_{22,2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{t-2} - \mu_x \\ y_{t-2} - \mu_y \end{pmatrix} + \\ &\begin{pmatrix} \gamma_{11,0} & \gamma_{12,0} \\ \gamma_{21,0} & \gamma_{22,0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_{1,t} \\ z_{2,t} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \gamma_{11,1} & \gamma_{12,1} \\ \gamma_{21,1} & \gamma_{22,1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_{1,t-1} \\ z_{2,t-1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \gamma_{11,2} & \gamma_{12,2} \\ \gamma_{21,2} & \gamma_{22,2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_{1,t-2} \\ z_{2,t-2} \end{pmatrix} + \\ &\begin{pmatrix} a_{1,t} \\ a_{2,t} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \theta_{11,1} & \theta_{12,1} \\ \theta_{21,1} & \theta_{22,1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{1,t-1} \\ a_{2,t-1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \theta_{11,2} & \theta_{12,2} \\ \theta_{21,2} & \theta_{22,2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{1,t-2} \\ a_{2,t-2} \end{pmatrix}; \quad Q = \text{var} \begin{pmatrix} a_{1,t} \\ a_{2,t} \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

En este módulo se debe considerar una única matriz para los parámetros autorregresivos, otra para los parámetros de las medias móviles, otra para las relaciones de transferencia y otra para las constantes. Las matrices se los distintos retardos de la misma dinámica se unen por columnas.

$$\begin{aligned} \text{phi} &= \begin{pmatrix} \phi_{11,1} & \phi_{12,1} & \phi_{11,2} & \phi_{12,2} \\ \phi_{21,1} & \phi_{22,1} & \phi_{21,2} & \phi_{22,2} \end{pmatrix}; \quad \text{theta} = \begin{pmatrix} \theta_{11,1} & \theta_{12,1} & \theta_{11,2} & \theta_{12,2} \\ \theta_{21,1} & \theta_{22,1} & \theta_{21,2} & \theta_{22,2} \end{pmatrix} \\ \text{gamma} &= \begin{pmatrix} \gamma_{11,0} & \gamma_{12,0} & \gamma_{11,1} & \gamma_{12,1} & \gamma_{11,2} & \gamma_{12,2} \\ \gamma_{21,0} & \gamma_{22,0} & \gamma_{21,1} & \gamma_{22,1} & \gamma_{21,2} & \gamma_{22,2} \end{pmatrix}; \quad \text{mu} = \begin{pmatrix} \mu_x \\ \mu_y \end{pmatrix}; \quad Q = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Para especificar el modelo, el usuario colocará un 1 en la posición que quiere estimar y un 0 en la posición que quiere excluir, por ejemplo, si sólo se quieren estimar los parámetros:

$\phi_{11,1}, \phi_{21,1}, \phi_{22,1}, \text{ y } \phi_{11,2}$

$$\text{phi} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Si no se quiere estimar estructura de medias móviles se escribirá: $\text{theta} = 0$,

si se quiere estimar una constante para la variable x y sin constante para la variable y: $\text{mu} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

o que las innovaciones sean independientes: $Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

Resultado:

El módulo devuelve como resultados información sobre los parámetros estimados y sus varianzas (hessiano), realiza contrastes de significación individual, analiza las correlaciones dinámicas de los residuos (innovaciones), acf, pacf, ccf y pccf, y obtiene contrastes de Pormanteau sobre correlación residual (innovaciones).

Cuestiones técnicas:

En la estimación se escribe el modelo en forma de espacio de los estados con innovación simple (Simple Error Model, SEM, Aoki (1990)).

$$\begin{aligned} x_{t+1} &= Fx_t + Gu_t + Ka_t \\ z_t &= Hx_t + Du_t + a_t \end{aligned}$$

Para pasar del modelo VARMAX al modelo SEM se utilizan los resultados de Casals et al. (2016).

Para evaluar la función de verosimilitud se utilizan los resultados de De Jong (1988) siguiendo los pasos en Casals et al (1999).

$$\ell(Z|U, \theta) = \log|P_1| + N \log|Q| + \sum_{t=0}^N \tilde{z}_t^T Q^{-1} \tilde{z}_t + \log|P_1^{-1} + W_N| - w_N^T (P_1^{-1} + W_N)^{-1} w_N$$

donde: $a_t \sim i. i. d. N(0, Q)$ y $x_1 | u_1, \dots, u_N \sim N(\bar{x}_1, P_1)$

se utiliza un filtro de Kalman con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \hat{x}_{t+1|t} &= F \hat{x}_{t|t-1} + G u_t + K \tilde{z}_t \\ \tilde{z}_t &= z_t - H \hat{x}_{t|t-1} - D u_t \\ w_t &= w_{t-1} + \bar{F}_{t-1}^T H^T Q^{-1} \tilde{z}_t; \quad w_0 = 0 \\ W_t &= W_{t-1} + \bar{F}_{t-1}^T H^T Q^{-1} H \bar{F}_{t-1}; \quad W_0 = 0 \\ \bar{F}_t &= (F - EH) \bar{F}_{t-1}; \quad \bar{F}_0 = I \end{aligned}$$

En la diagnosis del modelo se utilizan los contrastes habituales (Wald) basados en la verosimilitud, los criterios de información clásicos (Akaike, Bayesiano, Hannan y Quin) y el estadístico de Ljung-Box adaptado a modelos multivariantes según la propuesta de Hosking (1980), tomado de Lütkepohl (1993).

2.5. Módulo Estimación VARMAX trimestral

Objetivo:

Estimación de modelos vectoriales ARIMA trimestrales con la posibilidad de incluir variables exógenas y estructura estacional.

$$\begin{aligned} & \left(\begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \phi_{11,1} B & \phi_{12,1} B \\ \phi_{21,1} B & \phi_{22,1} B \end{pmatrix} - \dots - \begin{pmatrix} \phi_{11,p} B & \phi_{12,p} B \\ \phi_{21,p} B & \phi_{22,p} B \end{pmatrix} \right) \\ & \left(\begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \Phi_{11,1} B^4 & \Phi_{12,1} B^4 \\ \Phi_{21,1} B^4 & \Phi_{22,1} B^4 \end{pmatrix} - \dots - \begin{pmatrix} \Phi_{11,p} B^{4p} & \Phi_{12,p} B^{4p} \\ \Phi_{21,p} B^{4p} & \Phi_{22,p} B^{4p} \end{pmatrix} \right) \\ & \begin{pmatrix} (1-B)^d (1-B^4)^D & 0 \\ 0 & (1-B)^d (1-B^4)^D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_t - \mu_x \\ y_t - \mu_y \end{pmatrix} = \\ & + \begin{pmatrix} \gamma_{11,0} & \gamma_{12,0} \\ \gamma_{21,0} & \gamma_{22,0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_{1,t} \\ z_{2,t} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \gamma_{11,1} & \gamma_{12,1} \\ \gamma_{21,1} & \gamma_{22,1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_{1,t-1} \\ z_{2,t-1} \end{pmatrix} - \dots - \begin{pmatrix} \gamma_{11,g} & \gamma_{12,g} \\ \gamma_{21,g} & \gamma_{22,g} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_{1,t-g} \\ z_{2,t-g} \end{pmatrix} + \\ & \left(\begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \theta_{11,1} B & \theta_{12,1} B \\ \theta_{21,1} B & \theta_{22,1} B \end{pmatrix} - \dots - \begin{pmatrix} \theta_{11,q} B & \theta_{12,q} B \\ \theta_{21,q} B & \theta_{22,q} B \end{pmatrix} \right) \\ & \left(\begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \Theta_{11,1} B^4 & \Theta_{12,1} B^4 \\ \Theta_{21,1} B^4 & \Theta_{22,1} B^4 \end{pmatrix} - \dots - \begin{pmatrix} \Theta_{11,q} B^{4p} & \Theta_{12,q} B^{4p} \\ \Theta_{21,q} B^{4p} & \Theta_{22,q} B^{4p} \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} a_{1,t} \\ a_{2,t} \end{pmatrix} \\ & Q = \text{var} \begin{pmatrix} a_{1,t} \\ a_{2,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Puesto que la observación de los indicadores será de frecuencia superior a la observación de los agregados, habrá que especificar el tipo de agregación que corresponde. Así, si el modelo no está especificado en logaritmos para los agregados, la restricción será que la variable observada es la suma de las variables trimestrales. Este es el supuesto que actualmente se está utilizando.

Alternativamente, se puede considerar que la modelización dinámica exige la transformación logarítmica. Es ese caso, se utiliza la aproximación propuesta por Di Fonzo (2003).

Una vez obtenida la relación trimestral entre los agregados y los indicadores, se obtiene la desagregación trimestral de los agregados.

El usuario debe considerar una matriz para los parámetros autorregresivos en la frecuencia trimestral y otra para la frecuencia anual, de la misma forma se contempla dos matrices para los parámetros de medias móviles, una por cada frecuencia. Las matrices se los distintos retardos de la misma dinámica y frecuencia se unen por columnas.

$$\begin{aligned}
 \text{phir} &= \begin{pmatrix} \phi_{11,1} & \phi_{12,1} & \dots & \phi_{11,p} & \phi_{12,p} \\ \phi_{21,1} & \phi_{22,1} & \dots & \phi_{21,p} & \phi_{22,p} \end{pmatrix}; \text{thetar} = \begin{pmatrix} \theta_{11,1} & \theta_{12,1} & \dots & \theta_{11,q} & \theta_{12,q} \\ \theta_{21,1} & \theta_{22,1} & \dots & \theta_{21,q} & \theta_{22,q} \end{pmatrix} \\
 \text{phis} &= \begin{pmatrix} \Phi_{11,1} & \Phi_{12,1} & \dots & \Phi_{11,p} & \Phi_{12,p} \\ \Phi_{21,1} & \Phi_{22,1} & \dots & \Phi_{21,p} & \Phi_{22,p} \end{pmatrix}; \text{thetas} = \begin{pmatrix} \Theta_{11,1} & \Theta_{12,1} & \dots & \Theta_{11,q} & \Theta_{12,q} \\ \Theta_{21,1} & \Theta_{22,1} & \dots & \Theta_{21,q} & \Theta_{22,q} \end{pmatrix} \\
 \text{gamma} &= \begin{pmatrix} \gamma_{11,0} & \gamma_{12,0} & \gamma_{11,1} & \gamma_{12,1} & \dots & \gamma_{11,g} & \gamma_{12,g} \\ \gamma_{21,0} & \gamma_{22,0} & \gamma_{21,1} & \gamma_{22,1} & \dots & \gamma_{21,g} & \gamma_{22,g} \end{pmatrix}; \text{mu} = \begin{pmatrix} \mu_x \\ \mu_y \end{pmatrix}; Q \\
 &= \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Para especificar el modelo, debe determinar el número de diferencias regulares (d) y el número de diferencias estacionales (D) que se quiere emplear. Para la especificación del resto de parámetros, el usuario colocará un 1 en la posición que quiere estimar y un 0 en la posición que quiere excluir, por ejemplo, si sólo se quieren estimar los parámetros: $\phi_{11,1}, \phi_{21,1}, \phi_{22,1}, \text{ y } \phi_{11,2}$

$$\text{phi} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Si no se quiere estimar estructura de medias móviles se escribirá: $\text{theta} = 0$,

si se quiere estimar una constante para la variable x y sin constante para la variable y: $\text{mu} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ o

que las innovaciones sean independientes: $Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

Finalmente, el usuario debe especificar la transformación relevante para el agregado, si se toma logaritmo, para que se utilice la agregación simple, como suma de los cuatro trimestres, o la aproximación de Di Fonzo(2003).

Resultado:

El módulo ofrece información sobre los parámetros estimados y sus varianzas (hessiano), realiza contrastes tanto de significación individual como de Pormanteau sobre correlación residual (innovaciones), así como las series históricas trimestrales para los agregados.

Cuestiones técnicas:

En la estimación se escribe el modelo en forma de espacio de los estados con innovación simple (Simple Error Model, SEM, Aoki (1990)).

$$\begin{aligned}
 x_{t+1} &= Fx_t + Gu_t + Ka_t \\
 z_t &= Hx_t + Du_t + a_t
 \end{aligned}$$

Para pasar del modelo VARMAX al modelo SEM se utilizan los resultados de Casals et al. (2016).

La observación anual de una de las variables, el agregado, exige alguna transformación adicional del modelo. En este caso, se puede considerar que la estructura dinámica es trimestral y que alguna de las variables se observa de forma imperfecta como agregación anual. Lo que implicaría contar con una ecuación de observación con datos ausentes en tres de los cuatro trimestres. Alternativamente, como proponen Casals et al. (2009) se puede considerar que se trata de un sistema que se observa anualmente, aunque hay alguna variable que tiene cuatro observaciones en cada fecha, una por trimestre. Esta es la opción que se ha elegido en este caso porque permite realizar la estimación sin datos ausentes y además facilita la comparación con los modelos anuales.

Para completar esta estrategia de estimación es preciso realizar varias transformaciones en el modelo. En primer lugar, se tiene que escribir en frecuencia anual, por lo que hay que extender la ecuación de observación y la ecuación de estado para que la variación sea anual y la observación incluya los cuatro trimestres de todas las variables.

$$\begin{aligned} x_T &= \bar{F}x_{T-1} + \bar{G}u_{t:t+3} + \bar{K}a_{t:t+3} \\ z_{t:t+3} &= \bar{H}x_T + \bar{D}u_{t:t+3} + \bar{C}a_{t:t+3} \end{aligned}$$

Donde T indica la frecuencia anual y t frecuencia trimestral. Así, por ejemplo, el vector de variables observables quedaría de la siguiente forma:

$$z_{t:t+3} = [z_t, z_{t+1}, z_{t+2}, z_{t+3}]'$$

De manera similar deberían escribirse los vectores de los controles ($u_{t:t+3}$) y las innovaciones ($a_{t:t+3}$).

Las matrices transformadas son:

$$\begin{aligned} \bar{F} &= F^4 \\ \bar{G} &= [F^3G, F^2G, FG, G] \\ \bar{K} &= [F^3K, F^2K, FK, K] \end{aligned} \quad \bar{H} = \begin{bmatrix} H \\ HF \\ HF^2 \\ HF^3 \end{bmatrix} \quad \bar{D} = \begin{bmatrix} D & 0 & 0 & 0 \\ HG & D & 0 & 0 \\ HFG & HG & D & 0 \\ HF^2G & HFG & HG & D \end{bmatrix} \quad \bar{C} = \begin{bmatrix} I & 0 & 0 & 0 \\ HK & I & 0 & 0 \\ HFK & HK & I & 0 \\ HF^2K & HFK & HK & I \end{bmatrix}$$

Posteriormente hay que incluir la agregación temporal en aquellas variables cuya observación sea de frecuencia anual, para ello se premultiplica la ecuación de observación por una matriz que sume las cuatro observaciones de los agregados, manteniendo la estructura trimestral para los indicadores:

$$J = \begin{bmatrix} I & 0 & I & 0 & I & 0 & I & 0 \\ 0 & I & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I \end{bmatrix}$$

Incluir las ecuaciones de estado y de observación y la transformación oportuna.

Para evaluar la función de verosimilitud se utilizan los resultados de De Jong (1988) siguiendo los pasos en Casals et al (1999).

$$\ell(Z|U, \theta) = \log|P_1| + N \log|Q| + \sum_{t=0}^N \tilde{z}_t^T Q^{-1} \tilde{z}_t + \log|P_1^{-1} + W_N| - w_N^T (P_1^{-1} + W_N)^{-1} w_N$$

donde: $a_t \sim i. i. d. N(0, Q)$ y $x_1 | u_1, \dots, u_N \sim N(\bar{x}_1, P_1)$

En la diagnosis del modelo se utilizan los contrastes habituales (Wald) basados en la verosimilitud, los criterios de información clásicos (Akaike, Bayesiano, Hannan y Quin) y el estadístico de Ljung-Box adaptado a modelos multivariantes según la propuesta de Hosking (1980), tomado de Lütkepohl (1993).

Una vez estimados los parámetros del modelo, se utiliza vuelve a especificar el sistema en frecuencia trimestral pura para obtener la desagregación temporal como resultado del filtrado y smoothing del vector de estado. En este caso, para la fase de smoothing se utilizan los resultados de Casals et al (2000).

2.6. Módulo Predicción y actualización del cuadro macroeconómico

Objetivo:

Una vez estimados los parámetros de la relación trimestral entre agregados e indicadores, se trata de obtener predicciones para ambos tipos de variables y, si son conocidos los valores de los indicadores, previsiones para los valores actuales de los agregados (actualización).

Para que los valores predichos y/o actualizados sean coherentes para los diferentes agregados, se impondrán relaciones entre ellos y/o relaciones con variables de control (chivatos).

Las predicciones de los agregados durante el siguiente año completo proporcionará la previsión anual de los agregados.

El usuario debe considerar construir una matriz de entrada donde se determinen las variables afectadas por la relación, los parámetros que determinan la relación. Además, habrá una variable binaria que indique si la relación es exacta o aproximada y, en este último caso, deberá proporcionar la desviación típica de la innovación (medida de la discrepancia admisible o habitual). El resto de la información vendrá dada por el módulo de estimación.

Resultado:

Este módulo devuelve como resultados información sobre las series de previsiones para los agregados y los indicadores hasta completar el año completo. A partir del tercer trimestre incluye la previsión del siguiente año completo. Series de previsiones para los agregados anuales y, finalmente, series de discrepancias de las relaciones con los controles.

Cuestiones técnicas:

Se emplea la especificación dinámica conjunta entre cada agregado y sus indicadores dado que tiene mejores resultados en la predicción del año completo, como ponen de manifiesto Casals et

al. (2009). Estos autores, utilizando un ejemplo concreto, comparan este procedimiento de especificación dinámica conjunta frente a otros procedimientos habitualmente utilizados en la práctica de la trimestralización de la contabilidad nacional (Littermnan, Fernández, Chow-Lin, retardos distribuidos, Boot et al. o Denton). La comparación se realiza mediante el error cuadrático medio de la predicción de los datos a final de año normalizados por el error cometido por su propuesta y lo cuantifican desde el 108% hasta más del 2000% tanto en niveles como en tasa de crecimiento.

En la etapa de predicción se amplían las ecuaciones de estado con las ecuaciones de observación para cada componente trimestral de los agregados, de forma que cuando se predice el vector de estado en la etapa de filtrado se obtiene directamente la previsión de los componentes.

En la etapa de actualización, una vez que se van conociendo los diferentes datos para los indicadores trimestrales, se incorporan en la muestra y, mediante el filtrado y smoothing con el mismo modelo se obtiene el correspondiente dato trimestral para el agregado, así como nuevas predicciones para el resto de trimestres y el dato anual. Esta información adicional permite valorar las discrepancias respecto de la previsión inicial, el grado de cumplimiento de la misma o la necesidad de revisar la predicción anual.

En la etapa de consolidación se utiliza la misma especificación de la relación trimestral entre agregados e indicadores, aunque se considera de forma conjunta todos los agregados que componen el cuadro macroeconómico. En este caso las matrices de la relación dinámica entre cada agregado y sus indicadores aparecerán en bloques a lo largo de la diagonal principal de la relación conjunta de todos los agregados.

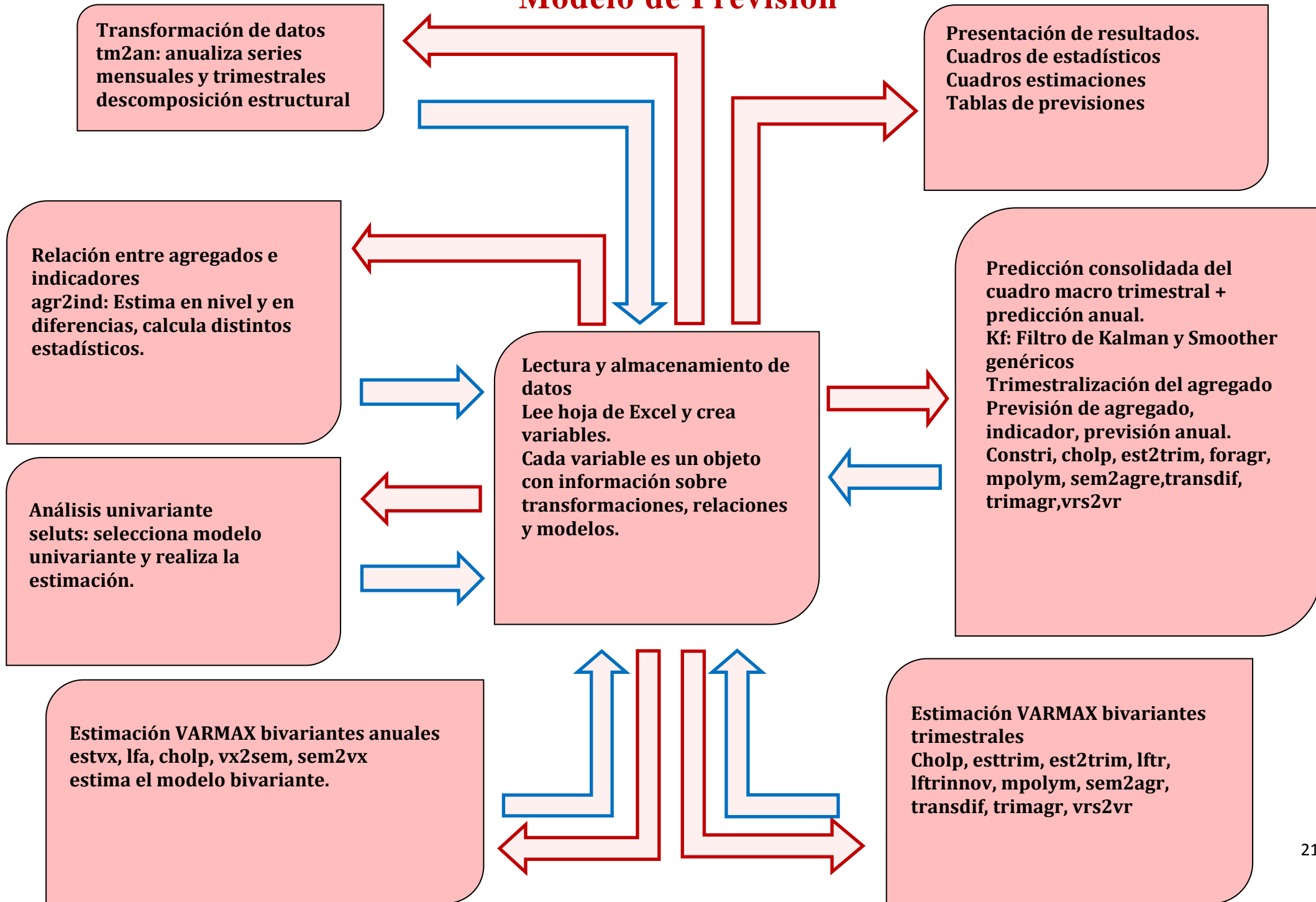
En esta etapa de consolidación también se incluyen las relaciones que deberían mantenerse entre distintos agregados entre sí, o con alguna variable de control que no se han utilizado como indicadores pero cuya evolución no debería ser independiente de la senda seguida por el agregado. Se contemplan dos tipos de situaciones. La primera se refiere a la existencia de identidades contables por las que se obtienen algunos agregados. En este caso, solo se tienen en cuenta en el proceso de consolidación si vienen afectadas por el segundo tipo de relaciones. Es decir, si la suma de los componentes de oferta debe constituir el Producto Interior Bruto, y se pretende controlar las discrepancias del PIB respecto de otra variable, entonces la restricción se impondrá sobre la suma de los componentes. El segundo tipo de relaciones se refieren a relaciones no exactas entre variables, que se han modelizado como discrepancias admisibles. Este tipo de relaciones se plantean como identidades en niveles o en tasas de variación afectadas por una innovación gaussiana cuya varianza la especifica el analista. Para la especificación inicial se utiliza la información histórica aunque podrá ser modificada en función de la confianza que proporcionen los resultados obtenidos.

Estas restricciones se incorporan en las ecuaciones de observación de forma que no interfieran en las relaciones dinámicas entre los agregados y sus indicadores. La forma función elegida depende de las transformaciones logarítmicas necesarias en los agregados, en este sentido se siguen las indicaciones de Di Fonzo(2003).

La estructura de predicción, actualización y consolidación planteadas respetan las directrices recogidas entre otros en el Handbook of Quarterly National Accounts, publicado por Eurostat.

El siguiente gráfico trata de resumir y contextualizar el contenido del modelo desarrollado anteriormente.

Modelo de Previsión



1. El módulo de lectura y almacenamiento de datos:
 - a. Da servicio al resto de módulos que hacen análisis
 - b. Recibe información de todos los módulos: transformación, relación indicadores, análisis univariante, VARMA anual, VARMA trimestral y Predicción consolidada.
2. El módulo de transformación de datos
 - a. Se alimenta del módulo almacenamiento
 - i. Datos (anualizados y descomposición estructural)
 - ii. Modelo univariante (descomposición estructural)
 - b. Devuelve información
 - i. Variables anualizadas (que será utilizada por módulo relaciones con indicadores y módulo VARMA Anual)
 - ii. Descomposición estructural (que será utilizada por módulo bivariante trimestral y módulo previsión consolidada).
3. El módulo de relación agregados e indicadores
 - a. Se alimenta del módulo de almacenamiento
 - i. Variables anualizadas
 - b. Devuelve información:
 - i. Asignación agregado e indicador (que será utilizada por los módulos de estimación anual y trimestral y por el módulo de previsión consolidada)
 - ii. Posibles relaciones alternativas o deficiencias en la relación
4. El módulo Estimación univariante
 - a. Se alimenta del módulo de almacenamiento
 - i. Variables originales
 - ii. Indicadores seleccionados
 - b. Devuelve
 - i. Modelo univariante (que será utilizado por: transformación de datos, estimación bivariante trimestral)
5. El módulo de estimación VARMA anual
 - a. Se alimenta del módulo de almacenamiento
 - i. Datos anualizados
 - ii. Relaciones agregado + indicador
 - b. Devuelve
 - i. Modelo bivariante anual (que será utilizado por: estimación bivariante trimestral, y previsión consolidada)
6. El módulo de Estimación bivariante trimestral
 - a. Se alimenta del módulo de almacenamiento
 - i. Relación agregado + indicador
 - ii. Datos originales o transformados
 - iii. Modelo univariante trimestral de los indicadores
 - iv. Modelo bivariante anual (predicciones agregado anual)
 - b. Devuelve
 - i. Modelo dinámico trimestral, para el agregado y para el indicador (que será utilizado por el módulo de previsión consolidada)
7. El módulo de previsión consolidada
 - a. Se alimenta del módulo de almacenamiento
 - i. Relación agregado + indicador
 - ii. Modelo multivariante anual
 - iii. Modelo bivariante trimestral
 - iv. Relaciones entre variables (ad hoc, NASTAT)
 - b. Devuelve
 - i. Previsión para el agregado trimestral
 - ii. Previsión para el agregado anual

3. Conclusiones

A través de este trabajo presentamos el proyecto planteado por Nastat, en colaboración con la Universidad Pública de Navarra, de disponer de un modelo integrado de previsiones que incluya un cuadro macroeconómico completo para su utilización en el Sistema de Cuentas Económicas de Navarra.

Aprovechando la reflexión necesaria para la elaboración del modelo de previsión, se ha llevado a cabo una revisión completa de la metodología, fuentes de información utilizadas y la acuracidad de los indicadores coyunturales seleccionados para el estudio, con el objetivo de mejorar procedimientos que redunde no sólo en mejorar la calidad de este producto sino del conjunto del Sistema de Cuentas Económicas así como en las predicciones macroeconómicas que elabora el Gobierno de Navarra que podría utilizarlas para otros fines como Presupuestos, etc.

La pretensión de Nastat con este proyecto consiste en tratar de disponer de una referencia anual que permita el reparto trimestral, siendo modificable según vayan obteniéndose datos. De esta forma al iniciarse el año t , dispondríamos de una estimación del crecimiento del PIB y del cuadro macroeconómico completo que posteriormente habría que ajustar con las estimaciones trimestrales.

La metodología diseñada para el Modelo de Previsión para la Contabilidad Trimestral de Navarra, se basa en el filtrado y suavizado en Espacios de los Estados y, pretende ser un elemento novedoso y relevante que mejore el Sistema de Cuentas Económicas de Navarra.

4. Bibliografía

- Aoki, M. 1990. *State Space Modeling of Time Series*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Boot, J.C.G., W. Feibes y J.H.C. Lisman (1967) "Further Methods of Derivation of Quarterly Figures from Annual Data", *Applied Statistics*, vol. 16, n. 1, p. 65-75.
- Casals, J., S. Sotoca, and M. Jerez. 1999. A fast and stable method to compute the likelihood of time invariant state space models. *Economics Letters*, 65 (3), 329-337.
- Casals, J., M. Jerez and S. Sotoca. 2000. Exact smoothing for stationary and nonstationary time series. *International Journal of Forecasting*, 16 (1), 199-209.
- Casals, J., M. Jerez and S. Sotoca. 2002. An exact multivariate model-based structural decomposition. *Journal of the American Statistical Association*, 97 (458), 553-564.
- Chow, G.C. y A. Lin (1971) "Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Time Series by Related Series". *The Review of Economics and Statistics*, vol. 53, n. 4, p. 372-375.
- De Jong, P. 1988. The likelihood for a state space model. *Biometrika* 75 (1), 165-169.

- Di Fonzo, T. (2003) "Temporal disaggregation of economic time series: towards a dynamic extension", European Commission (Eurostat) Working Papers and Studies, Theme 1, General Statistics (pp. 41).
- Eurostat (2013) Handbook on Quarterly National Accounts, Eurostat, Luxembourg.
- Eurostat (2015) "EES Guidelines on Seasonal Adjustment". Eurostat, Methodologies and Working Papers.
- Fernández, R.B. (1981) "A Methodological Note on the Estimation of Time Series", The Review of Economics and Statistics, vol. 63, n. 3, p. 471-476.
- Gómez, V. (1998) Automatic Model Identification in the Presence of Missing Observations and Outliers. Working Paper D98009, Ministerio de Economía y Hacienda. Dirección General de análisis y Programación presupuestaria. Madrid.
- Gómez, V. and A. Maravall (2001) Automatic Modeling Methods for Univariate Series, in Peña et al. ed. A Course in Time Series Analysis, John Wiley & Sons. New York.
- Gregoir, S. (1995), Propositions pour une désagrégation temporelle basée sur des modèles dynamiques simples, INSEE.
- Hosking, J.R.M. 1980. The multivariate Portmanteau statistic. Journal of the American Statistical Association, 75, 602-608.
- Litterman R.B. (1983), A random walk, Markov model for the distribution of time series, Journal of Business and Economic Statistics, 1: 169-173.
- Lütkepohl, H. 1993. Introduction to multiple time series analysis. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Mitchell, J., R.J. Smith, M.R. Weale, S. Wright & E.L. Salazar, 2005, An indicator of monthly GDP and an early estimate of quarterly GDP growth, The Economic Journal, 115, (February), F108F129.
- Peña, D., G.C. Tiao and R.S. Tsay (2001) A Course in time Series Analysis. John Wiley & Sons. New York.
- Salazar E.L., R.J. Smith and M. Weale (1997), Interpolation using a Dynamic Regression Model: Specification and Monte Carlo Properties, NIESR Discussion Paper n. 126.
- Santos Silva J.M.C. and F.N. Cardoso (2001), The Chow-Lin method using dynamic models, Economic Modelling, 18: 269-280.