



Instituto de  
Estadística

**METODOLOGÍA DE LA CONTABILIDAD  
REGIONAL TRIMESTRAL DE LA COMUNIDAD DE  
MADRID. BASE 2002**

<b>1. EL SISTEMA EUROPEO DE CUENTAS.....</b>	<b>3</b>
<b>2. LAS CUENTAS TRIMESTRALES EN EL SEC .....</b>	<b>5</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN A LA CONTABILIDAD REGIONAL TRIMESTRAL.....</b>	<b>8</b>
<b>4. METODOLOGÍA DE LA CONTABILIDAD REGIONAL TRIMESTRAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID .....</b>	<b>12</b>
4.1. ELABORACIÓN DEL INDICADOR SINTÉTICO .....	12
4.2. ALGORITMO UTILIZADO.....	18
4.3. POR EL LADO DE LA OFERTA.....	23
4.4. POR EL LADO DE LA DEMANDA.....	28
<b>5. BREVE DESCRIPCIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE SEÑALES.....</b>	<b>30</b>
<b>6. METODOLOGÍAS DE ELABORACIÓN DE INDICADORES COMPUESTOS .....</b>	<b>32</b>
<b>7. PROCEDIMIENTOS DE DISTRIBUCIÓN TRIMESTRAL DE SERIES.....</b>	<b>34</b>
<b>8. INTRODUCCIÓN A LOS ÍNDICES ENCADENADOS.....</b>	<b>38</b>
<b>9. ENCADENAMIENTO MEDIANTE SOLAPAMIENTO ANUAL (ANNUAL OVERLAP TECHNIQUE) .....</b>	<b>40</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>43</b>

## 1. EL SISTEMA EUROPEO DE CUENTAS

En este apartado se presenta un breve panorama del esquema general contable propuesto por el Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales (SEC95, o simplemente SEC), pretendiendo mostrar las grandes líneas que lo configuran, bajo las cuales, e intentando aplicar en la medida de lo posible sus conceptos y definiciones, se ha pretendido elaborar este trabajo.

La Unión Europea, a través de su Oficina Estadística, ha adoptado el Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales, que constituye un marco contable comparable a escala internacional cuyo fin es realizar una descripción sistemática y detallada de una economía en su conjunto (una región, un país o un grupo de países), sus componentes y sus relaciones con otras economías.

Como ya se ha indicado, el SEC95 sustituye al Sistema Europeo de Cuentas Económicas Integradas publicado en 1970 (SEC70; en 1978 apareció una segunda versión ligeramente modificada), siendo totalmente coherente con la versión revisada del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN-1993, o simplemente SCN) que marca las directrices mundiales sobre contabilidad nacional; estas directrices han sido elaboradas bajo la responsabilidad conjunta de Naciones Unidas, el Fondo Monetario Internacional y la Comisión Europea, teniendo en cuenta las circunstancias y las necesidades de información propias de la Unión Europea (UE).

Al igual que el SCN, el SEC está armonizado con los conceptos y clasificaciones utilizados en muchas otras estadísticas sociales y económicas. Cabe señalar, por ejemplo, las estadísticas sobre el empleo, las estadísticas industriales y las estadísticas sobre el comercio exterior. Por consiguiente, el SEC puede constituir un marco central de referencia para las estadísticas sociales y económicas de la Unión Europea y sus Estados miembros.

El marco SEC está formado por dos conjuntos principales de tablas:

- Las cuentas de los sectores.

- El marco input-output y las cuentas por ramas de actividad.

El marco SEC puede utilizarse para analizar y evaluar los siguientes elementos:

- La estructura de una economía en su conjunto.
- Partes o aspectos específicos de una economía en su conjunto.
- El desarrollo en el tiempo de una economía en su conjunto.
- Comparaciones entre economías.

Además, el sistema tiene también algunas aplicaciones específicas muy importantes:

- Seguimiento y planificación de la política monetaria europea.
- Concesión de ayudas financieras a las regiones de la U.E.
- Cálculo de los recursos propios de la U.E.

Finalmente, para obtener un buen equilibrio entre la necesidad y la disponibilidad de información, los conceptos incluidos en el SEC tienen ocho características importantes:

- Son comparables a escala internacional.
- Están armonizados con los de otras estadísticas sociales y económicas.
- Son coherentes.
- Son operativos.
- Difieren de la mayoría de los conceptos administrativos.
- Son conceptos reconocidos y establecidos para un largo período de tiempo.
- Se centran en la descripción del proceso económico en términos monetarios y fácilmente observables.
- Son conceptos flexibles y con aplicaciones múltiples.

## 2. LAS CUENTAS TRIMESTRALES EN EL SEC

Según el SEC, las cuentas económicas trimestrales forman parte integrante del sistema de cuentas nacionales y, entre sus diversos usos, cabe citar la gran importancia que tienen para el análisis del año corriente y el cálculo de las estimaciones provisionales del año precedente. Las cuentas económicas trimestrales forman un conjunto coherente de operaciones, cuentas y saldos contables, definido en el ámbito financiero y no financiero y registrado trimestralmente. Adoptan los mismos principios, definiciones y estructura que las cuentas anuales, con algunas modificaciones debidas al período de tiempo que abarcan.

La importancia de las cuentas trimestrales se debe, esencialmente, al hecho de que constituyen el único conjunto coherente de indicadores, disponible en un breve lapso de tiempo, que puede proporcionar una visión global de la actividad económica, tanto financiera como no financiera, a corto plazo.

El período de tiempo que cubren las cuentas trimestrales y la necesidad de disponer de información fiable lo más rápidamente posible confieren a dichas cuentas determinadas características específicas. Tales características incluyen métodos estadísticos particulares para la elaboración de las cuentas, el tratamiento de la estacionalidad, el mantenimiento de la coherencia entre las cuentas trimestrales y las anuales, y algunas peculiaridades contables relacionadas con el período de referencia. Estos rasgos específicos se analizarán extensamente en un manual sobre las cuentas trimestrales que Eurostat tiene previsto publicar antes de la entrada en vigor de la presente metodología.

Los métodos estadísticos utilizados para la elaboración de las cuentas trimestrales pueden diferir considerablemente de los empleados en el caso de las cuentas anuales.

Los citados métodos pueden clasificarse en dos grandes categorías: Los procedimientos directos y los procedimientos indirectos. Los procedimientos directos se basan en la disponibilidad, a intervalos trimestrales y con las simplificaciones apropiadas, de fuentes similares a las utilizadas para elaborar las cuentas anuales. Por otra parte, los procedimientos indirectos se basan en la desagregación temporal de los datos de las cuentas

anuales, de acuerdo con métodos matemáticos o estadísticos y utilizando indicadores de aproximación que permiten la extrapolación para el año corriente. Al elegir entre los diferentes procedimientos indirectos es preciso, ante todo, procurar que éstos minimicen el error de las previsiones para el año corriente, con la finalidad de que las estimaciones anuales a que dan lugar se acerquen lo más posible a las cifras estimadas posteriormente por las cuentas nacionales. Dicha elección dependerá, entre otras cosas, de la información trimestral disponible.

Las series de las cuentas trimestrales muestran con mucha frecuencia variaciones a muy corto plazo, debidas al clima, las costumbres, la legislación, etc. y que suelen definirse como fluctuaciones estacionales. Aunque el carácter estacional forma parte integrante de los datos trimestrales, supone a menudo un obstáculo para la identificación y el análisis correctos del componente de ciclo-tendencia. Por este motivo, se plantea la necesidad de elaborar cuentas brutas y cuentas ajustadas estacionalmente, debiéndose garantizar la coherencia contable de las cifras de estas últimas cuentas. Un problema estrechamente vinculado al ajuste estacional consiste en la corrección de las variaciones originadas por la distinta composición de los trimestres en lo que se refiere al número de días laborables.

Dado que para las cuentas trimestrales se utiliza el mismo marco que para las cuentas anuales, es preciso que exista una coherencia en el tiempo entre ambos tipos de cuentas. Esto supone, en el caso de las variables flujo, que para cada año la suma de los datos trimestrales ha de ser igual a las cifras estimadas por las cuentas anuales. En principio, tal condición puede cumplirse sin problema alguno para las cuentas de años ya pasados. No obstante, para el año corriente se plantea un problema de prioridad temporal entre los datos trimestrales y los anuales, ya que las cifras trimestrales suelen estar disponibles antes que las anuales. Este problema puede solventarse si se llega al acuerdo de obtener una primera estimación provisional de las cifras anuales por medio de la agregación de los datos trimestrales. Cuando se disponga de nuevas estimaciones anuales que supongan una revisión de las cifras provisionales, los datos trimestrales tendrán que modificarse con arreglo a ellas. En el marco de estos mismos sistemas, las cuentas anuales son un subproducto del sistema trimestral y no se realizan cálculos anuales por separado.

La coherencia en el tiempo debe mantenerse para los datos brutos y también, de forma compatible con los procedimientos de ajuste estacional, para las cifras ajustadas.

Aunque, en principio, la mayor parte de las operaciones y los saldos contables se distribuyen con cierta regularidad a lo largo de todos los trimestres, algunas operaciones se concentran en uno o dos trimestres del año. Este es el caso de los impuestos sobre la renta, los dividendos, los intereses, etc., cuyo tratamiento contable dependerá, esencialmente, del proceso de generación subyacente.

Desde un punto de vista teórico no existe obstáculo alguno para que en las cuentas trimestrales se use el mismo esquema que el utilizado en las cuentas anuales. No obstante, en la práctica, resultará útil simplificarlo y agregarlo para obtener cifras trimestrales fiables lo más rápidamente.

### **3. INTRODUCCIÓN A LA CONTABILIDAD REGIONAL TRIMESTRAL.**

Las estimaciones de la Contabilidad Regional Trimestral de la Comunidad de Madrid en base 2002 (CRTM), incorporan diferentes cambios conceptuales y estadísticos derivados de la elaboración de la nueva serie de la CRM 2000-2004, base 2002.

Los cambios conceptuales más trascendentes resultan de las modificaciones en la metodología del vigente Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales.

En lo que a la elaboración de la CRTM es de mayor trascendencia, está sin duda la utilización de un nuevo método de elaboración de las estimaciones en términos de volumen, y su adaptación a los trabajos de la CRM.

Las medidas de volumen encadenadas están estipuladas según la Decisión de la Comisión Europea número 98/715, que establece su obligatoriedad en las transmisiones de datos de los Institutos Nacionales de Estadística a la oficina estadística de la Unión Europea (EUROSTAT).

La nueva medición de los agregados económicos consiste en calcular el crecimiento de un periodo sin estar referido a una base fija, sino que la referencia del agregado va a ser el año precedente, lo que lleva a una estimación en base móvil. De esta forma, la sucesión de los citados crecimientos periodo a periodo, denominados eslabones, permite obtener una serie temporal de medidas en volumen encadenadas que se presentará en forma de números índices.

Una de las ventajas de este procedimiento de cálculo radica en que, al mantener los precios del año precedente (t-1) para estimar los agregados del año analizado (t) se están actualizando en cada periodo las estructuras sectoriales, corrigiendo así el inconveniente del método anterior en el que a medida que se avanza en el tiempo, las macromagnitudes del año base se van alejando de la realidad.

Si bien esta metodología implica una estimación del crecimiento de los agregados con una mayor precisión, presenta el inconveniente de perder aditividad entre los agregados y sus componentes (excepto en los datos anuales correspondientes a los años de referencia y al inmediatamente posterior). Este hecho no debe entenderse como una pérdida de calidad en



los resultados, sino que aparece por la estricta aplicación de la técnica de encadenamiento utilizada.

En el caso de las cuentas trimestrales, la aplicación de esta metodología es más complicada que en el caso de las cuentas anuales. En resumen, el cálculo de los eslabones es similar al caso anual, sin embargo, el encadenamiento de todos ellos, sin perder la coherencia entre los datos trimestrales y anuales, es más complejo. Existen tres técnicas diferentes para la realización de esta operación:

- Solapamiento anual (*Annual Overlap Technique*)
- Solapamiento trimestral (*One-quarter Overlap Technique*)
- Cocientes de año sobre año (*Over-the-year Technique*)

En el caso de la CTRM se ha optado por el procedimiento de encadenamiento mediante solapamiento anual, que consiste en utilizar como referencia para las estimaciones trimestrales en volumen, los valores medios de los cuatro trimestres del año precedente.

Otro de los cambios introducidos es la nueva contabilización de los Servicios de Intermediación Financiera Medidos Indirectamente (SIFMI). En la anterior base, los SIFMI no afectaban a los valores añadidos de las distintas ramas de actividad ya que eran consumidos por una rama de actividad ficticia. Con el nuevo método de cálculo, los SIFMI se asignan a las ramas de actividad que los consumen (demanda intermedia) y a la demanda final, teniendo así una repercusión directa en los valores añadidos y en el PIB de la economía.

Los cambios estadísticos que incorpora la CTRM están relacionados con nuevos métodos y procedimientos de estimación utilizados en la CRM, en particular:

- Introducción de nuevas estimaciones de población a partir del Censo del 2001 y sus consecuencias sobre las nuevas estimaciones de empleo proporcionadas por la Encuesta de Población Activa, que recoge de una manera más precisa el fenómeno de la inmigración, por lo que se han visto afectadas especialmente las estimaciones

del empleo asalariado.

- Utilización como fuente básica de estimación de los sectores no financieros las Cuentas Económicas y Balances de las Sociedades no Financieras de la Comunidad de Madrid.

La metodología de elaboración de la CTRM cambia notablemente en relación con la utilizada en la anterior serie que trimestralizaba y extrapolaba la valoración sectorial del VAB en moneda constante del 2000. Ahora se obtiene un índice en volumen a partir de la elaboración de indicadores trimestrales de la serie valorada en corrientes y de los precios sectoriales.

La secuencia de elaboración de la CTRM será en consecuencia la siguiente:

- Selección de los indicadores económicos que mejor se adapten para la estimación del agregado considerado. Para ello, se exige que presenten una correlación adecuada para que las estimaciones que se realicen con el indicador sean fiables. La serie del indicador será lo suficientemente larga para que se pueda afirmar que dicha correlación se mantiene en el tiempo y se puedan realizar los tratamientos posteriores. En aquellos sectores donde no exista un indicador simple que explique convenientemente el comportamiento del agregado anual se procederá a la construcción de índices sintéticos.
- La modelización de estos indicadores se realizará mediante modelos ARIMA para disponer de predicciones de observaciones ausentes, a la vez que se corrige el efecto de valores anómalos siempre que sea necesario.
- Los indicadores usados se utilizarán para disponer de índices encadenados trimestrales mediante la técnica del Solapamiento anual.
- La consistencia de las estimaciones trimestrales con las cifras trimestrales y con las anuales se garantiza por la aplicación de una variante del método de Fernández en las series de cantidades.

- Estimación de los componentes ciclo-tendencia de los indicadores seleccionados.
- Una vez seleccionado el indicador debemos proceder a su tratamiento para calcular su evolución en términos de ciclo-tendencia mediante la utilización del TRAMO/SEATS con el que se elimina tanto el componente estacional como el irregular.

En consecuencia, las cifras de la Contabilidad Trimestral serán objeto de revisiones, que pueden venir motivadas por cualquiera de las siguientes causas:

- Revisiones que se realizan en las Cuentas Económicas de la Comunidad de Madrid (cualquier revisión o ajuste considerado en las cuentas anuales influirá en las estimaciones realizadas en las cuentas trimestrales, puesto que éstas están sujetas a la restricción de coherencia cuantitativa con las cifras de la contabilidad anual).
- La consolidación de datos provisionales y la disponibilidad de observaciones efectivas, donde antes sólo se contaba con predicciones.
- La actualización de los índices sintéticos y su consiguiente variación en términos de ciclo-tendencia.

## **4. METODOLOGÍA DE LA CONTABILIDAD REGIONAL TRIMESTRAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

La Contabilidad Regional Trimestral de la Comunidad de Madrid adopta la metodología establecida en el Sistema Europeo de Cuentas de 1995 (SEC-95), que establece un procedimiento indirecto de estimación de los principales agregados macroeconómicos que se basa en la desagregación temporal de los datos de cuentas anuales, de acuerdo con métodos matemáticos o estadísticos y utilizando indicadores de aproximación que permiten la extrapolación para el año corriente.

La metodología que a continuación se expone es aplicable a cada uno de los sectores considerados.

### ***4.1. Elaboración del indicador sintético***

En la literatura sobre indicadores se considera como indicador cíclico a aquellos datos o series de datos, que midiendo aspectos significativos de la actividad económica, responden a cambios en el clima económico (Fernández Macho, 1991). La primera lista de indicadores del ciclo económico la realizó en 1938 el "National Bureau of Economic Research" (NBER) de Estados Unidos. Dicha lista se elaboró seleccionando de un gran número de datos trimestrales y mensuales sobre precios, empleo, producción y otros hechos relativos a la economía americana, aquellos más representativos en base a su comportamiento cíclico y relevancia económica.

Dicha selección permitió establecer las características básicas que habrían de cumplir los indicadores del cíclico económico. Estas características que se deben a Mitchell y Burns (1938) son las siguientes:

- La longitud de la serie ha de ser lo suficientemente larga como para permitir observar varios ciclos.
- La significación económica en su comportamiento respecto al ciclo, que no ha de variar en el futuro.
- Calidad Estadística de la serie, en el sentido de que medirá el proceso económico que representa de una manera similar tanto en el presente como en ejercicios futuros.
- Correspondencia Histórica con las fluctuaciones cíclicas observadas en el pasado.
- Consistencia Cronológica, es decir que sus adelantos o retrasos con respecto a recuperaciones o caídas de actividad han de ser constantes.
- Perfil suave o componente irregular de escasa relevancia, y
- Prontitud en la disposición de datos

En consecuencia, para la selección de los indicadores coyunturales se han tenido en cuenta las siguientes características:

- longitud
- significación económica
- calidad estadística
- disponibilidad
- inmediatez
- alta frecuencia

- fiabilidad
- eficiencia
- rigor y completitud
- correlación con los agregados objeto de estudio.

El método empleado para elaborar el indicador de cada sector consta de tres etapas:

- a) En primer lugar se especifican y estiman modelos ARIMA con Análisis de Intervención para las variables seleccionadas como indicadores; estos modelos se utilizan para prolongar la serie de observaciones del respectivo indicador con predicciones y para corregir esta serie prolongada de anomalías que puedan afectar a la estimación de la tendencia;
- b) Se procede a estimar el indicador sintético ponderando según el método de Granger y Newbold (1986).
- c) Finalmente, se realiza un análisis de regresión entre la tasa de crecimiento del indicador y la macromagnitud de referencia, para disponer de una estimación futura de la tasa de crecimiento de la macromagnitud.

Para la construcción del indicador sintético se estima la siguiente ecuación, utilizando la serie anual de la macromagnitud de referencia y el conjunto de variables seleccionadas anualizadas:

$$VAB_i = \alpha_1(a_1 + b_1 I_i^1) + \alpha_2(a_2 + b_2 I_i^2) + \dots + \alpha_k(a_k + b_k I_i^k) + E_i = I_i + E_i$$

Siendo:

$VAB_i$  : valor añadido en el año  $i$ . de la macromagnitud a estudio

$I_i^j$  : valor de la variable  $j$ , relacionada con el VAB, en el año  $i$ , proyectada hasta el último trimestre del año actual a través de modelos ARIMA, siendo  $k$  el número de variables utilizadas

$a_j$  : término independiente de la regresión entre VAB e  $I^j$ .

$b_j$  : coeficiente de la regresión entre VAB e  $I^j$ .

$\alpha_j$  : peso asignado a la estimación a través de la variable  $j$

$I_i = \alpha_1(a_1 + b_1 I_i^1) + \alpha_2(a_2 + b_2 I_i^2) + \dots + \alpha_k(a_k + b_k I_i^k)$  : ecuación del modelo

$E_i$  : error del modelo en el año  $i$ .

El peso de cada variable en el indicador sintético se establece de forma inversamente proporcional al error de su regresión con el VAB,  $\sigma_j$ , tal que:

$$\alpha_j = \frac{\sigma_j^{-1}}{\sum_{h=1}^k \sigma_h^{-1}}$$

Dado que buscamos una estimación lo más realista posible del año en curso, se plantea estimar el año actual a partir del año anterior y aplicando una tasa de crecimiento anual. Por lo tanto, se plantea el siguiente modelo de regresión:

$$\Delta VAB_i = \alpha + \beta \Delta I_i$$

Siendo:

$\Delta VAB_i$  y  $\Delta I_i$  las tasas de crecimiento anual del VAB y del indicador I respectivamente, es decir.

$$\Delta VAB_i = \frac{VAB_i}{VAB_{i-1}} - 1 \quad \Delta I_i = \frac{I_i}{I_{i-1}} - 1$$

El indicador trimestral utilizado en el proceso de trimestralización se calcula aplicando la ecuación anterior a los datos trimestrales, es decir:

$$\Delta VAB_{ij} = \alpha + \beta \Delta I_{ij}$$

Siendo,  $i$  el subíndice correspondiente al año y  $j$  al trimestre, con  $j=1, \dots, 4$ .

Una vez estimadas las tasas de variación interanuales se genera una serie trimestral de VAB. Dada la metodología de construcción de esta serie, la suma de los cuatro trimestres del año no suma el anual, aunque supone una muy buena aproximación al VAB trimestral que queremos estimar.

Sea  $vab_{ij}$  dicha serie.

$$vab_{ij} = vab_{i-1j} (1 + \Delta VAB_{ij})$$

Dado lo anterior, lo único que nos queda es distribuir el error  $E_i = VAB_i - \sum_{j=1}^4 vab_{ij}$  a través de los cuatro trimestres aplicando uno de los métodos de trimestralización disponibles.

Metodología de trimestralización



A este respecto, señalar que tras muchas pruebas, en concreto se programaron seis variantes del método de Chow-Lin, Denton, y Boot-Feibes-Lismann (este último sin indicador), se optó por trimestralizar resolviendo el siguiente problema de programación matemática:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^4 \left( \frac{vab_{ij}}{vab_{ij-1}} - \frac{vab_{ij}^*}{vab_{ij-1}^*} \right)^2 \text{ si } j = 2,3,4$$

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \left( \frac{vab_{i1}}{vab_{i-14}} - \frac{vab_{i1}^*}{vab_{i-14}^*} \right)^2 \text{ si } j = 1$$

sujeto a:

$$\sum_{j=1}^4 vab_{ij}^* = VAB_i \quad i = 1, \dots, n$$

siendo  $n$  el número de años a trimestralizar y  $vab_{ij}^*$  el VAB final de la trimestralización, o en notación matricial:

$$A * vab^* = VAB$$

Siendo  $vab^*$  el vector del Valor Añadido Bruto trimestral,  $VAB$  el vector de valores anuales y  $A$  la matriz que sumariza los datos trimestrales, la cual, como es obvio, es de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Con n filas y nx4 columnas.

Por lo tanto, el error anual cometido en la estimación a través del indicador sintético se distribuye de manera que altere lo menos posible las tasas de variación intertrimestral. El valor de la función objetivo puede entonces considerarse como una medida de la calidad del indicador utilizado para la estimación trimestral, siendo mejor el ajuste cuanto más pequeño sea éste.

#### **4.2. Algoritmo utilizado**

El algoritmo utilizado para resolver el problema planteado, ha sido implementados en Excel por la Universidad Leon Lasdon de Austin (Texas) y la Universidad Allan Waren (Cleveland), en una herramienta de ajuste iterativo denominada Solver. Esta herramienta permite utilizar distintos procedimientos de iteración.

El algoritmo utilizado por el «Solver» es el Gradiente Reducido Generalizado (GRG), en la versión GRG2, cuya estructura matemática puede ser analizada en Abadie(1978); Lasdon, Waren, Jain y Ratner(1978); Lasdon y Waren(1978); y Ríos(1988).

Básicamente, al igual que otros algoritmos de programación no lineal, parte de una solución factible conocida como punto inicial. El algoritmo intenta entonces moverse, a partir de este punto, en una dirección a través de la región factible, de tal forma que el valor de la función objetivo mejore. Tomando un salto o movimiento determinado en dicha dirección factible, se pasa a una nueva solución factible mejorada. De nuevo, el algoritmo identifica

una nueva dirección factible, si existe, y un salto determinado avanzando hacia una nueva solución factible mejorada. El proceso continúa hasta que el algoritmo alcanza un punto en el cual no existe una dirección factible para moverse que mejore el valor de la función objetivo. Cuando no hay posibilidad de mejora, o el potencial para tal mejora es arbitrariamente pequeño, el algoritmo finaliza. Ahora bien, en ese momento la solución es un óptimo local, y por tanto no necesariamente global. En este sentido, es preciso tener en cuenta dos características de las soluciones obtenidas al resolver un programa no lineal con «Solver»:

- El algoritmo puede finalizar en un óptimo local que puede no ser el óptimo global del problema.
- El óptimo local en que finaliza el algoritmo depende del punto inicial.

Desgraciadamente, en los programas no lineales no se puede determinar fácilmente el grado de alejamiento entre el óptimo local y el global, dado que no existe un método genérico para obtener cotas del valor de la función objetivo.

Sin embargo, muchos problemas no lineales tienen óptimos locales únicos que, por definición, necesariamente deben ser globales. Por ejemplo, las siguientes condiciones garantizan, si existe, que el óptimo es global:

- Función objetivo de máximo y cóncava, o el logaritmo de la función objetivo cóncava, con restricciones lineales.
- Función objetivo de mínimo y convexa, con restricciones lineales.

No obstante, en general, no conoceremos si la solución obtenida es un óptimo global. Como

consecuencia, se suele intentar la prueba de iniciar el algoritmo desde diferentes puntos para determinar si el problema tiene diferentes soluciones óptimas. Este procedimiento suele revelar la existencia de un determinado óptimo global, si existe, pero no es un método de total fiabilidad.

Dado el carácter de las soluciones de los programas no lineales es importante tener en cuenta los mensajes que proporciona el «Solver»:

- Solver ha encontrado la solución. Todas las restricciones y condiciones de optimalidad están satisfechas. En este caso habrá encontrado un óptimo local, que no necesariamente será global. Matemáticamente, este mensaje indica que las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker para óptimos locales han sido satisfechas. Salvo en un problema con un solo óptimo global, se debería ejecutar el «Solver» desde diferentes puntos iniciales para incrementar la seguridad sobre la globalidad del óptimo.
- Solver ha convergido hacia la solución actual. Todas las restricciones están satisfechas.

En este caso el valor de la función objetivo cambia muy lentamente en las últimas iteraciones. La opción «Convergencia» controla este proceso. El algoritmo termina si el cambio relativo en el valor de la función objetivo durante varias iteraciones es menor que el factor de convergencia. Si se intuye que «Solver» finaliza demasiado rápido o que el punto obtenido no es óptimo, será preciso reducir la convergencia para evitar soluciones subóptimas.

- Solver no puede mejorar la solución actual. Todas las restricciones están satisfechas. Este mensaje indica que el modelo presenta degeneración y que el algoritmo ha entrado en un ciclo. La degeneración puede ser evitada en muchos casos eliminando restricciones redundantes.

También es importante tener en cuenta que «Solver» presenta dificultades en muchos casos para empezar a aplicar el algoritmo cuando se inicializa en un punto de valor nulo para todas las variables. En nuestro caso, la solución inicial considerada es la suministrada por el indicador trimestral construido, lo cual ha permitido alcanzar la convergencia muy rápidamente.

El proceso de solución del GRG, al igual que otros muchos algoritmos de programación no lineal, calcula valores de la primera derivada parcial de la función objetivo y de las restricciones en cada iteración. La opción «Derivadas» fija cómo se realiza dicho cálculo. La alternativa «progresivas» considera conjuntamente el punto de la iteración anterior y el actual, con lo cual reduce el tiempo de computación requerido por la diferenciación finita (este tiempo se estima que puede llegar a suponer el 50 por ciento del tiempo total de resolución). La opción «centrales» tan solo considera el punto actual, lo cual conlleva un mayor tiempo de cálculo que puede sin embargo resultar adecuado si las derivadas cambian rápidamente ya que permite realizar un menor número de iteraciones. En problemas cuadráticos, la diferenciación central produce valores de las derivadas exactos, lo cual permite mejorar la exactitud del resultado y reducir el número de iteraciones, aunque éstas tendrán un tiempo de ejecución que puede llegar a duplicar el de diferenciación progresiva.

El método del GRG realiza asimismo una reducción del problema original a otro sin restricciones resolviendo un sistema de ecuaciones para ciertas variables - básicas - en términos del resto - no básicas -. Entonces, se elige una dirección de búsqueda (un vector  $n$ -dimensional donde  $n$  es el número de variables no básicas) a lo largo de la cual se establece una mejora de la función objetivo. La opción «Hallar por» fija el criterio para determinar esta dirección de búsqueda.

El método de Newton consiste realmente en el método cuasi-Newton BFGS (Broyden-

Fletcher-Goldfarb-Shanno). En lugar de utilizar la matriz hessiana, utiliza una aproximación de dicha matriz, lo cual requiere una importante capacidad de almacenaje que sin embargo se compensa por los buenos resultados que genera. La alternativa es el método del «gradiente conjugado», que no requiere el almacenamiento de la matriz hessiana sino tan solo de algunos vectores. Normalmente requiere de más iteraciones que el método cuasi-Newton, siendo recomendable en el caso de problemas de gran tamaño. En el caso del «Solver», la elección de una u otra opción no resulta relevante dado que es capaz de cambiar automáticamente de uno a otro método en función de la capacidad de almacenamiento disponible, sea cual sea la opción elegida.

Por último, una vez elegida la dirección, el algoritmo realiza una búsqueda a través de dicha dirección variando la amplitud del desplazamiento para la mejora del objetivo reducido.

Las estimaciones iniciales de los valores de las variables que experimentan un cambio tienen un impacto significativo sobre la efectividad del método. La opción «Estimación» indica cómo se realiza dicho proceso. La alternativa «lineal» utiliza una extrapolación lineal a partir de la tangente a la función objetivo reducida. La alternativa «cuadrática» extrapola a través de un ajuste cuadrático de dicha función en el punto actual. Salvo que la función objetivo reducida se ajuste a un modelo cuadrático, y si no se tiene ninguna información especial a cerca del comportamiento de la misma, la alternativa lineal es la más segura, si bien la más lenta.

En términos generales, para obtener los cálculos iniciales de las variables básicas en cada una de las búsquedas dimensionales, se ha optado por utilizar el enfoque de la extrapolación cuadrática, trabajando con diferencias centrales para estimar las derivadas parciales, tanto de la función objetivo como de las restricciones.

Asimismo, el algoritmo de búsqueda utilizado para resolver la ecuación ha sido el Método de Newton, aunque no se ha descartado la utilización del Método del Gradiente conjugado en aquellos casos en que al hacer un recorrido a través de iteraciones nos encontrásemos con un progreso lento. Se exponen en el anexo ambos métodos.

### **4.3. Por el lado de la Oferta**

Sectorialmente, y de forma resumida, la obtención del valor añadido bruto a precios básicos de la agricultura, se elaborará a partir de las magnitudes sectoriales de la CNTR.

Para la industria, se han utilizado las series del Índice de Producción Industrial de la Comunidad de Madrid y otros indicadores coyunturales. La estimación se ha realizado a nivel de varias ramas productivas. Los precios utilizados para las estimaciones corrientes se obtienen de los Índices de Precios Industriales (IPRIs), calculados por el Instituto Nacional de Estadística.

La estimación del sector de la construcción se realiza mediante la utilización directa de un conjunto de indicadores de actividad que se agregan posteriormente. Para su estimación a precios corrientes se han utilizado índices de precios nacionales, dada la inexistencia a nivel autonómico de los mismos.

La estimación de los servicios se ha realizado a varias ramas, utilizando una gran diversidad de indicadores de producción, procedentes de varias fuentes, así como aprovechando la información del IPC para su cálculo a precios corrientes.

En cuanto a la estimación de los impuestos netos sobre los productos (es decir, impuestos especiales, subvenciones e impuesto sobre el valor añadido) la estimación se lleva a cabo a partir de la información de la CNTR española.

INDICADOR	VARIABLES	PERIODICIDAD
INDUSTRIA	Índice de producción industrial	Mensual
	Empleo industrial	Trimestral
	Importaciones	Trimestral
	Índice de precios Industriales	Mensual
CONSTRUCCIÓN	Consumo aparente de cemento	Mensual
	Hipotecas de vivienda.	Trimestral
	Licitación oficial	Mensual
	Visados de Dirección de obra	Mensual
	Trabajos realizados por las empresas.	Trimestral
	Índice de precios de la construcción nacional	Trimestral
SERVICIOS COMERCIO, HOSTELERIA Y TRANSPORTES.	Empleo	Trimestral
	Índice de Transportes	Trimestral
	Pernoctaciones en establecimientos hoteleros	Mensual
	Índice de precios al consumo	Mensual
SERVICIOS FINANCIEROS Y EMPRESARIALES	Consumo de energía eléctrica	Mensual
	Empleo	Trimestral
	Depósitos bancarios	Trimestral
	Índice de precios al consumo	Mensual
SERVICIOS NO MERCADO	Empleo	Trimestral
	Índice de precios nacional	Trimestral
IMPUESTOS	Impuestos netos CNTR España	Trimestral



Indicador:

El método empleado para elaborar el indicador de cada sector consta de tres etapas:

- a) en primer lugar se han especificado y estimado modelos ARIMA con Análisis de Intervención para los indicadores seleccionados; estos modelos se utilizan para prolongar la serie de observaciones del respectivo indicador con predicciones y para corregir esta serie prolongada, de anomalías que puedan afectar a la estimación de la tendencia;
- b) Se procede a estimar el indicador sintético ponderando según el método de Granger y Newbold (1986).
- c) Finalmente, se realiza un análisis de regresión entre la tasa de crecimiento del indicador y la del VAB de cada sector, para disponer de una estimación futura de la tasa de crecimiento del VAB sectorial.

En lo relativo a los indicadores parciales del sector de construcción, destacar que la vivienda visada se ha periodificado de la forma que se establece en la metodología de la Contabilidad Trimestral de España, de tal forma que se supone un retraso de un mes desde la concesión de la licencia hasta el comienzo de la obra y la inversión se distribuye en 18 meses según los siguientes porcentajes:

Mes	Tanto por mil
1	8,08
2	16,16
3	22,22
4	30,3
5	38,38
6	46,46
7	53,23
8	62,63
9	71,72
10	78,79
11	81,82
12	83,94
13	83,94
14	82,93
15	80,81
16	75,66
17	66,67
18	16,16

Fuente: "Boletín Trimestral de Coyuntura de España"

A su vez, para la obra pública el plazo de ejecución será el plazo medio por año nacional que suele rondar los 18-19 meses, no siendo fijo, por lo que hay que ir cambiándolo según se modifique.

Una vez se ha dispuesto de indicadores para la edificación y la obra civil se ha compuesto un indicador sintético considerando los siguientes pesos obtenidos de la encuesta de coyuntura de la construcción relativa a la Comunidad de Madrid.

El índice de transportes es un índice ponderado de los diferentes modos de transporte:

$$IT = 0.1927 \cdot ETMC + 0.3512 \cdot (ITAM + ITAP) / 2 + 0.3894 \cdot TUP$$

Siendo:

IT: Índice de Transporte.

ETMC: Índice Simple de Transporte de mercancías por carretera. Interior. Origen total

(Encuesta de Transportes de Mercancías por carretera. Ministerio de Fomento).

TAP: Índice Simple de Tráfico aéreo. Pasajeros (Estadística de transporte aéreo. Ministerio de Fomento).

TAM: Índice Simple de Tráfico aéreo. Mercancías (Estadística de transporte aéreo. Ministerio de Fomento).

TUP: Índice Simple de Tráfico urbano. Pasajeros (Estadística de transporte de viajeros. INE).

#### 4.4. Por el lado de la Demanda

En la trimestralización del gasto en consumo privado, se han considerado las siguientes series:

INDICADOR	VARIABLES	PERIODICIDAD
GASTO EN CONSUMO FINAL DE LOS HOGARES	Índice de comercio al por menor	Mensual
	Matriculación de turismos	Mensual
	Importaciones de bienes de consumo (serie deflactada por el índice de precios de la importación de bienes de consumo)	Mensual
	Consumo de energía eléctrica (usos domésticos)	Mensual
	Deflactor gasto en consumo final. CNTR	Trimestral
GASTO EN CONSUMO FINAL DE LAS AAPP E ISFLSH	Ocupados en servicios de no mercado	Trimestral
	Deflactor gasto publico. CNTR	Trimestral
FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL EN VIVIENDA	Viviendas terminadas	Mensual
	Precio de la vivienda	Trimestral
RESTO DE FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL	Matriculación de vehículos de carga	Mensual
	Superficie de edificios no residenciales	Mensual
	Importaciones de bienes de capital	Mensual
	Periodificación licitación oficial	Mensual
	Deflactor bienes de inversión. CNTR.	Trimestral

El método empleado para elaborar el indicador de cada sector consta de tres etapas:

- a) en primer lugar se han especificado y estimado modelos ARIMA con Análisis de Intervención para los indicadores seleccionados; estos modelos se utilizan para prolongar la serie de observaciones del respectivo indicador con predicciones y para

corregir esta serie prolongada de anomalías que puedan afectar a la estimación de la tendencia;

- b) se procede a estimar el indicador sintético ponderando según el método de Granger y Newbold (1986).
- c) finalmente, se realiza un análisis de regresión entre la tasa de crecimiento del indicador y la macromagnitud de demanda final, para disponer de una estimación futura de la tasa de crecimiento de la macromagnitud.

La licitación oficial se periodifica suponiendo un periodo de un mes entre la licitación y la ejecución de la obra, y una duración media de la obra de dieciocho meses.

## 5. BREVE DESCRIPCIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE SEÑALES

El procedimiento utilizado, a diferencia de otros, como es el caso del llamado de Hodrick-Prescott, no dispone de un filtro ad-hoc para todas las series. Lo que en este proceso se hace es, primero, estimar un modelo ARIMA individual para cada una de las series temporales, y en función del modelo seleccionado, se diseña un filtro con el cual eliminar las componentes no deseadas.

El programa TRAMO tiene como misión la de definir el modelo ARIMA (p,d,q) · (P,D,Q) en cuestión siguiendo las metodologías de Box-Jenkins. Este programa, mediante la búsqueda de ciertos parámetros de optimalidad, propone un modelo para la serie temporal de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} (1 + \phi_1 B + \dots + \phi_p B^p)(1 + \Phi_1 B^s + \dots + \Phi_p B^{sp})(1 - B)^D x_t = \\ = (1 - \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q)(1 + \Theta_1 B^s + \dots + \Theta_p B^{sQ}) a_t \end{aligned} \quad (1)$$

donde  $x_t$  es la serie temporal del indicador que se modeliza,  $B$  es el operador de retardos,  $d$  y  $D$  son los órdenes de diferenciación de las series para obtener su estacionariedad tanto en su parte no estacional ( $d$ ) como estacional ( $D$ ),  $\phi_i$  son los coeficientes autorregresivos de la parte no estacional,  $\Phi_i$  corresponden a los coeficientes autorregresivos de la parte estacional,  $\theta_i$  son los coeficientes de la parte media móvil no estacional,  $\Theta_i$  los coeficientes de la parte media móvil estacional,  $p$  y  $P$  los órdenes autorregresivos de la parte no estacional y estacional respectivamente,  $q$  y  $Q$  los órdenes de media móvil de la parte no estacional y estacional respectivamente,  $s$  la frecuencia infraanual de los datos (12 si es mensual, 4 si es trimestral) y  $a_t$  es un ruido blanco con distribución normal de media cero y varianza  $\sigma^2$ .

El programa TRAMO tiene la posibilidad de introducir variables que corrijan los efectos de la Semana Santa (easter effect), de los fines de semanas (trading day) por meses, y también,

identifica y corrige las estimaciones con variables de intervención (outliers). Así, el programa:

1. estima mediante máxima-verosimilitud los parámetros del modelo,
2. detecta y corrige varios tipos de outliers,
3. calcula estimaciones hacia adelante de las series (previsiones) junto con sus errores estándar,
4. interpola en el caso de que existan observaciones perdidas.

El programa SEATS puede definirse como un programa que descompone las series temporales en sus componentes inobservables. El programa descompone la serie utilizando el modelo (1) previamente estimado por TRAMO. Separa la especificación del modelo en su componente tendencia, ciclo, estacional e irregular. Desde el punto de vista del dominio de frecuencias, la tendencia, captura la varianza de la frecuencia cercana a cero, el ciclo, la varianza con periodicidad superior al año, la estacionalidad, aquella que se repite una o varias veces al año, y la irregularidad, captura lo errático, el ruido blanco, que no es capturado por los componentes anteriores. La descomposición se basa en estimaciones, por lo tanto, en el dominio de frecuencias partiendo del modelo previo estimado por TRAMO y SEATS.

## 6. METODOLOGÍAS DE ELABORACIÓN DE INDICADORES COMPUESTOS

La metodología más difundida a la hora de elaborar índices compuestos es la desarrollada por el NBER (National Bureau of Economic Research), para ver más información nos remitimos a Mitchell y Burns (1938) y Shinskin (1961).

El método básicamente se compone de las siguientes fases:

1. parte de la elaboración de tasas de variación de las series individualizadas,
2. posterior estandarización de las series obtenidas en la etapa anterior para reducir las oscilaciones de los indicadores a una amplitud común,
3. asignación de ponderación a cada uno de los indicadores parciales,
4. ajuste tendencial,
5. obtención del indicador compuesto.

Una vez creada y depurada la base de datos, se procedió a la elaboración de los distintos indicadores parciales e indicador sintético para posteriormente realizar las pertinentes comprobaciones de los resultados obtenidos.

Otras metodologías alternativas, son el empleo de “pesos factoriales” y el método empleado por Granger y Newbold (Forecasting economic time series. Academic Press. 1986) para componer índices.

El método empleado por Grange y Newbold se basa en obtener predicciones del crecimiento de una macromagnitud ponderando las predicciones individuales a partir de indicadores aislados.

Por ejemplo, si se dispusiera de dos predicciones alternativas de la variable “Y”, con errores estándar “ $\sigma_1$ ” y “ $\sigma_2$ ”, es posible obtener un predictor óptimo combinando ambas predicciones individuales a partir del predictor combinado =  $Y_1 + (1-b)Y_2$ .



$$\text{Siendo } b = \frac{1/\sigma_1}{(1/\sigma_1) + (1/\sigma_2)}$$

En un planteamiento general del procedimiento, sería conveniente tener en cuenta las covarianzas entre los dos errores predictivos. No obstante, tal y como los autores señalan en su obra, algunas de estas covarianzas de errores predictivos pueden ser espurios, lo que nos lleva a, que desde un punto de vista operativo, pueda resultar más aconsejable considerar estas covarianzas como nulas.

Bajo la hipótesis de que disponemos de “N” indicadores, el predictor combinado vendría a ser:

$$\text{Predictor combinado} = b_1Y_1 + b_2Y_2 + \dots + b_nY_n ; \sum b_i = 1$$

$$\text{Siendo } b_i = \frac{1/\sigma_p}{\sum 1/\sigma_j}$$

En este estudio (Granger y Newbold), la varianza de los errores de predicción derivados de las predicciones individuales se suponen coincidentes a las varianzas estimadas de la perturbación aleatoria al ajustar los componentes modelos de regresión. Así, la opción seleccionada ofrece una metodología simple y flexible para la combinación de indicadores, de tal forma que permite la intervención de la opinión de expertos a la hora de decidir los indicadores que en cada momento se considera conveniente de contemplar.

## 7. PROCEDIMIENTOS DE DISTRIBUCIÓN TRIMESTRAL DE SERIES

Los procedimientos de trimestralización ó mensualización se originaron partir de los sistemas de contabilidades trimestrales o mensuales. Entre los métodos desarrollados cabe diferenciar los que no emplean indicadores y los que si lo hacen. Los métodos que no emplean indicadores, al utilizar únicamente información anual, apenas son utilizados en el análisis de coyuntura. Destacando entre estos los procedimientos de Lisman y Sandee (1964) y el de Zani (1970) y Greco (1979), que reparten entre los trimestres el valor anual a la vista de su perfil en ese año y los dos contiguos, y el procedimiento de Boot, Feibes y Lisman (Boot y Feibes, 1967).

El procedimiento de Boot, Feibes y Lisman es el más utilizado entre los métodos que no utilizan indicadores. Este procedimiento minimiza la suma de los cuadrados de las primeras ó segundas diferencias entre trimestres consecutivos, es decir:

$$\sum_{t=2}^{4n} (X_t - X_{t-1})^2 \quad \text{o} \quad \sum_{t=3}^{4n} (X_t - X_{t-2})^2$$

Con la restricción:

$$\sum_{t=4i-3}^{4i} X_t = Y_i, \quad i=1, \dots, n$$

En notación matricial la función a minimizar sería:

$$F(X,L) = X'D'DX + 2L'(Y-BX)$$

si se emplean primeras diferencias, y:

$$F(X,L) = X'D'D'DDX + 2L'(Y-BX)$$

si se emplean segundas diferencias,

siendo, B una matriz n x 4n que anualiza una serie trimestral:

$$B = \begin{pmatrix} t' & & & \\ & t' & & \\ & & t' & \\ & & & t' \end{pmatrix}$$

en donde  $t' = (1, 1, 1, 1)$  si se trata de distribuir un índice ó  $t' = (1/4, 1/4, 1/4, 1/4)$  si se distribuye un flujo,

D una matriz  $4n \times 4n$ :

$$D = \begin{pmatrix} 1 & 0 \dots & 0 & 0 \\ -1 & 1 \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 \dots & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

y L es la matriz de multiplicadores de Lagrange. Boot, Feibes y Lisman obtienen las soluciones siguientes:

$X_{fd} = (D'D)^{-1} B'[B(D'D)^{-1} B]^{-1} Y$  si se emplean las primeras diferencias, y

$X_{sd} = (D'D'DD)^{-1} B'[B(D'D'DD)^{-1} B]^{-1} Y$  si se emplean las segundas diferencias.

Los métodos que emplean indicadores, como ya se ha señalado, son más utilizados en las distribuciones trimestrales ó mensuales de los datos anuales. Entre estos métodos destaca el de Denton (1971) y el de Chow-Lin (1971). Ambos permiten incorporar predicciones sobre los datos anuales y proceder a su distribución trimestral.

El procedimiento de Denton (1971) se deriva del procedimiento Boot, Feibes y Lisman antes comentado. Parte de una estimación por mínimos cuadrados ordinarios de un modelo lineal anual que explica la serie anual (Y) en función del indicador anualizado (BZ), es decir:

$$Y = \alpha u + \beta(BZ) + B\mu$$

en donde B es la matriz anteriormente descrita, Z el indicador de referencia y  $u$  toma valor

1 ó ¼ dependiendo de si el indicador de referencia se trata de un índice ó un flujo.

Dicha ecuación sirve para obtener la magnitud trimestral (y):

$$y = \alpha/4 \text{ un} + \beta Z$$

Una vez realizada dicha estimación, la distribución trimestral se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$X_{fd} = y + (D'D)^{-1} B'[B(D'D)^{-1} B]^{-1} (Y - B y)$$

si se emplean las primeras diferencias, y:

$$X_{sd} = y + (D'D'DD)^{-1} B'[B(D'D'DD)^{-1} B]^{-1} (Y - B y)$$

si se emplean las segundas diferencias.

El procedimiento de Chow y Lin, presupone que existe un modelo trimestral lineal que se deduce a partir del modelo anual estimado.

Así, si partimos de la existencia de un modelo lineal que relaciona una variable trimestral inobservada (y), con un vector de una ó k variables que si son observadas (indicador de referencia, Z):

$$y = \beta Z + \varepsilon$$

donde el vector de perturbaciones,  $\varepsilon$ , se distribuye normal multivariante con vector nulo de medias y matriz de varianzas y covarianzas V.

Se obtendrían las magnitudes anuales premultiplicando Z e y por una matriz B. En donde  $\tau' = (1, 0, 0, 0)$  si se trata de distribuir ó  $\tau' = (1/4, 1/4, 1/4, 1/4)$  si se trata de interpolar:

$$B_y = B(\beta Z) + B\varepsilon$$

El procedimiento de optimización ofrece como solución:

$$X = Z\beta G + L(Y - Z_0 \beta_G),$$

donde:

$$\beta_G = (Z_0' V_0^{-1} Z_0)^{-1} Z_0' V_0^{-1} Y$$

y  $L = V B' V_0^{-1}$ , siendo  $V$  la matriz de varianzas y covarianzas de las perturbaciones trimestrales, y  $V_0$  la correspondiente a las anuales.

## 8. INTRODUCCIÓN A LOS ÍNDICES ENCADENADOS

Tradicionalmente, en los índices compuestos se comparan directamente dos puntos en el tiempo, el periodo actual (t) y el periodo base (0). Las diferencias entre los distintos índices surgen a la hora de agregar los índices simples o elementales. En los índices de tipo Laspeyres se considera la utilización de ponderaciones del periodo base, mientras que los índices de tipo Paasche utilizan las ponderaciones del periodo actual. En ambos casos, si se produce un cambio importante en la composición de las unidades elementales entre los periodos base y actual, la relevancia de ambos índices se ve reducida.

Para resolver este problema surgen los índices encadenados, los cuales consideran que el paso de un periodo 0 al t se puede fragmentar considerando los incrementos parciales entre dichos periodos a partir de sus variaciones, mediante lo que se denominan eslabones:

$$I_{s/s-1}^A = \sum w_{j/s-1}^i$$

A partir de los eslabones, la variación entre los periodos 0 y t se encadena:

$$CI_{t/0}^A = \prod_{s=1}^t I_{s/s-1}^A$$

Este índice así construido carece de periodo base o de ponderaciones, ya que van cambiando a lo largo de los distintos periodos. No obstante, se designa un periodo llamado de referencia, al que arbitrariamente se le asigna el valor 100.

La aplicación de los índices encadenados a las series de alta frecuencia (mensuales o trimestrales) de tipo económico, para la elaboración de las cuentas trimestrales, plantea una serie de inconvenientes a considerar. En primer lugar, las oscilaciones de la componente estacional e irregular pueden distorsionar y complicar las comparaciones entre dos periodos consecutivos. En segundo lugar, es necesario que las estimaciones de alta y baja frecuencia sean cuantitativamente consistentes. Además, el uso de un encadenamiento trimestral concatenando las valoraciones a precios del trimestre anterior, puede dar lugar a desviaciones sistemáticas o derivas que provocan un alejamiento del índice de su agregado

anual.

Para subsanar estos problemas surgen los diferentes métodos de encadenamiento anual que se especificaron más arriba. A continuación, se va a detallar la técnica de solapamiento anual.

## 9. ENCADENAMIENTO MEDIANTE SOLAPAMIENTO ANUAL (ANNUAL OVERLAP TECHNIQUE)

Este método se caracteriza por utilizar los precios medios del año anterior para valorar a las cantidades medias de dicho año.

En el caso de los índices de cantidad trimestrales de Laspeyres encadenados anualmente, la expresión del eslabón de la cadena, aplicado al caso trimestral tendría la

siguiente expresión:

$$Q_{s/s-1[s-1]}^L = \sum_j w_{js-1} \frac{q_{js}}{q_{js-1}} = \frac{\sum_j p_{js-1} q_{js}}{\sum_j p_{js-1} q_{js-1}}$$

En el esquema de solapamiento anual el planteamiento es diferente, es este caso las ponderaciones van a ser las correspondientes a los valores medios del año anterior (T-1)

y serán las mismas para todo el año T. De esta forma, la expresión del eslabón trimestral según esta técnica sería:

$$Q_{(t,T)/(T-1)[T-1]}^L = \sum_j w_{jT-1} \frac{q_{jT}}{q_{jT-1}} = \frac{\sum_j \bar{p}_{jT-1} q_{jT}}{\sum_j \bar{p}_{jT-1} q_{jT-1}}, \text{ donde}$$

$$w_{jT-1} = \frac{\bar{p}_{jT-1} \bar{q}_{jT-1}}{\sum_j \bar{p}_{jT-1} \bar{q}_{jT-1}},$$

$$\bar{q}_{jT-1} = \frac{\sum_{t=1}^4 q_{jT-1}}{4},$$



$$\bar{p}_{jtT-1} = \frac{\sum_{i=1}^4 p_{jtT-1} q_{jtT-1}}{\sum_{i=1}^4 q_{jtT-1}}$$

En la expresión anterior,  $q_{jtT}$  es el único elemento de alta frecuencia.

De esta forma, la cadena trimestral se construye de acuerdo con la expresión:

$$CQ_{(t,T)/0}^L = CQ_{T-1/0}^L Q_{(t,T)/T-1[T-1]}^L = \left( \prod_{S=1}^{T-1} Q_{S/S-1[S-1]}^L \right) Q_{(t,T)/T-1[T-1]}^L$$

Donde el primer término es el índice anual encadenado desde 0 hasta el periodo T-1 y el segundo término es el eslabón de Laspeyres trimestral calculado anteriormente.

En el caso de los índices de precio trimestrales de Paasche encadenados anualmente, la expresión del eslabón de la cadena, de acuerdo con el método de solapamiento anual sería:

$$P_{(t,T)/T-1[T-1]}^P = \sum_j w_{jtT} \frac{p_{jtT}}{p_{jtT-1}} = \frac{\sum_j p_{jtT} q_{jtT}}{\sum_j p_{jtT-1} q_{jtT}},$$

donde,

$$w_{jtT} = \frac{\bar{p}_{jtT-1} q_{jtT}}{\sum_j \bar{p}_{jtT-1} q_{jtT}}$$

Así, el índice de precios trimestral de Paasche encadenado anualmente quedaría:

$$CQ_{(t,T)/0}^P = CP_{T/0}^P P_{(t,T)/T-1[T-1]}^P = \left( \prod_{S=1}^T P_{S/S-1[S-1]}^P \right) P_{(t,T)/T-1[T-1]}^P$$

donde  $CP_{T/0}^P$  es la cadena anual, y

$$P_{S/S-1[S-1]}^P = \frac{\sum_j \bar{p}_{jT} \bar{q}_{jT}}{\sum_j \bar{p}_{jT-1} \bar{q}_{jT}}$$

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Bloem, A.M., Dippelsman, R.J., Maehle, N.O. (2001): “*Quarterly National Accounts Manual. Concepts, data sources, and compilation*”. International Monetary Fund, Washington DC, U.S.A.

Boot, J.C.G. y Feibes, W. (1967): On Glejser’s derivation of monthly figures from yearly data. *Cahiers Économiques de Bruxelles*, 36, 539-546.

Cordero G. y Galloso A. (1993): El VAB (pm) por Comunidades Autónomas. Serie enlazada 1980-1990 (base 1986) a precios corrientes. Dirección General de Planificación (Subdirección General de Planificación Regional). Madrid. Enero 1993.

Chow, G. 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(4), 372-375.

Denton F.T. (1971): Adjustment of monthly or quarterly series to annual totals: an approach based on quadratic minimization. *Journal of American Statistical Associations*, 66(333), 99-102.

Díaz A. y Taguas D. (1995): Desagregación sectorial y regional del valor añadido. El grado de especialización de las regiones españolas. Documento de trabajo. Dirección General de Planificación. Madrid. Diciembre 1995.

Espasa, A. y Cancelo, J.R. (eds.) (1993): *Métodos cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica*. Alianza Economía, Madrid.

Greco, C. (1979): Alcune considerazioni sui criteri di calcolo di valori trimestrali di tendenza di serie storiche annuali. *Annali della Facoltà di Economia e Commercio, Università de Palermo*, 4, 134-155.

Instituto Nacional de Estadística (1993): *Contabilidad Nacional Trimestral. Metodología y Serie Trimestral, 1970-1992*. Madrid

Instituto Nacional de Estadística (2005): *Índices encadenados en la Contabilidad Nacional Trimestral*. S.G. de Cuentas Nacionales. Madrid.

Instituto Estadístico de Andalucía: Contabilidad Regional Trimestral de Andalucía. Base 2000. Notas Metodológicas

Lorenzo M., Rodríguez B. y Rojo J.L. (1996): Trimestralización de magnitudes económicas regionales. Marzo 1996. Proyecto subvencionado por la Conserjería de Economía y Hacienda de la Junta de Castilla y León.

Lisman, J.H.C. y Sandee (1964): Derivation of quartely figures from annual data. *Applied Statistics*, 13(2), 78-90.

Morales, E. y Espasa, A. (1993): Análisis coyuntural de la actividad industrial en España, en Espasa, A. y Cancelo, J.R. (eds.): *Métodos cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica*, Alianza Economía, Madrid.

Morales, E., Parra, F, García M.J, Hernangomez M, y Beltrán M. (1994): Estimación del crecimiento del V.A.B. no agrario de Castilla y León a partir de un indicador sintético y su utilización con fines de análisis coyuntural. IV Congreso de Economía Regional de Castilla y León. Comunicaciones 3. Noviembre 1994.

Zani, S. (1970): Sui criteri di calcolo dei valori trimestrali di tendenza degli agregati di contabilità nazionale. *Studi et Ricerche*, Facoltà di Economia e Commercio, Università degli Studi di Parma, VII, 285-239.

Schreyer, P (2004): “*Chain Index Number Formulae in the Nacional Accounts*”, 8th OECD–NBS Workshop on Nacional Accounts 6-10 December 2004. OECD Headquarters, Paris.