

ESTIMACIÓN DEL COMPONENTE CÍCLICO DE LAS SERIES ECONÓMICAS CON FILTROS PASABANDA: UNA APLICACIÓN A LOS INDICADORES DE CLIMA E ÍNDICES DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

VÍCTOR GÓMEZ

PILAR BENGOCHEA

Ministerio de Economía y Hacienda

En este trabajo se aplica la metodología propuesta por Gómez (1999b) para la estimación del componente cíclico de una serie temporal. El procedimiento consiste en dos etapas. En la primera, se estima un componente de ciclo-tendencia mediante la aplicación de un método basado en modelos para descomponer la serie en sus componentes no observables. En la segunda, se aplica un filtro pasabanda a este componente de ciclo-tendencia estimado, utilizando la información dada por el modelo del componente teórico de ciclo-tendencia para mejorar el rendimiento del filtro en los extremos de la serie. Esta metodología, junto con otros métodos utilizados habitualmente en la práctica, se aplica a los indicadores de clima y a los índices de producción industrial, comparándose los resultados obtenidos. Se concluye que el procedimiento en dos etapas propuesto por Gómez (1999b) presenta importantes ventajas frente a los otros métodos considerados.

Palabras clave: Filtro de Hodrick y Prescott, filtro de Baxter y King, filtros pasabanda; tasa interanual suavizada; estimación de componentes no observables.

(JEL C32)

1. Introducción

Para estimar el ciclo económico, a menudo se utilizan procedimientos ad hoc (Canova, 1998). Algunos ejemplos son: i) aplicación de la primera diferencia; ii) utilización de filtros simétricos de medias móviles; iii) uso de tasas interanuales suavizadas; iv) aplicación del filtro de Hodrick y Prescott (1980); v) eliminación de tendencias específicas como funciones lineales o cuadráticas del tiempo.

En nuestra opinión, gran parte de la confusión actual debida a la disparidad de medios utilizados para estimar el ciclo económico se eliminaría si se prestara mas atención a una cuestión que, como señalan Baxter y King (1995), Burns y Mitchell (1946) consideraban central. Se trata de la definición de ciclo económico. Mientras que desde el punto de vista de la teoría económica la distinción entre tendencia y ciclo es un tema controvertido (ver Dolado et al., 1993), cuando las series económicas se contemplan desde el punto de vista de la hipótesis de los componentes no observables y en el dominio de la frecuencia, la definición de los componentes mediante su asociación a unas determinadas bandas de frecuencias no presenta mayor complejidad. Por ejemplo, una tendencia se define como aquellos componentes de la serie en cuestión con frecuencias en una banda de la forma $[0, \omega]$. Para estimar la tendencia, basta con aplicar a la serie un filtro de paso bajo diseñado especialmente para esa banda. Naturalmente, para poder utilizar este procedimiento eicientemente hay que asegurarse previamente de que el filtro se adapte al espectro de la serie en esa banda de frecuencias. Este importante aspecto lo tiene en cuenta la metodología en dos etapas propuesta por Gómez (1999b).

La anterior metodología es utilizada en el trabajo para estimar el componente cíclico de una serie temporal, definido como componente no observable con oscilaciones en una banda de frecuencias de la forma $[\omega_1, \omega_2]$, en donde $0 \leq \omega_1, \omega_2 \leq 2\pi/s$, y s es el número de estaciones. Adoptamos la banda frecuencial propuesta por Burns y Mitchell para la economía americana, que es la de oscilaciones de períodos comprendidos entre año y medio (18 meses) y ocho años (96 meses), aunque nuestra postura sobre la elección de la banda frecuencial no es dogmática. Simplemente, esta banda parece funcionar bien con las series utilizadas en el trabajo.

La metodología en dos etapas propuesta por Gómez (1999b) se aplica al indicador de clima industrial (ICI) y al índice de producción industrial (IPI) para estimar sus componentes cíclicos y estudiar sus comovimientos. Los resultados obtenidos se comparan con los producidos por otros tres métodos que se utilizan habitualmente en la práctica. Estos métodos son el filtro pasabanda propuesto por Baxter y King (1995), en adelante FBK, la tasa interanual suavizada propuesta por el INE (1996), en adelante TISINE, y el filtro de Hodrick y Prescott (1980), en adelante FHP. Para este último filtro, se propone en este trabajo un valor de λ apropiado para series mensuales basándonos en

el hecho de que el FHP es un filtro de Butterworth (Gómez, 1999b).

La comparación se realiza estudiando las regularidades cíclicas que presentan los distintos ciclos estimados con el filtro pasabanda, en adelante FPB, del procedimiento de Gómez (1999b) y los otros tres métodos alternativos, de acuerdo con un breve conjunto de estadísticos.

La estructura del trabajo es la siguiente. En el epígrafe segundo se describen brevemente la metodología propuesta por Gómez (1999b) y los tres filtros alternativos. En el epígrafe tercero se comparan los ciclos obtenidos con el FPB y los tres métodos alternativos cuando se aplican a dos series reales, el ICI y el IPI. También se aporta evidencia empírica sobre cómo aumenta la utilidad del ICI para el análisis de la coyuntura y la previsión de la actividad en el sector industrial cuando se emplea el FPB. Finalmente, el epígrafe cuarto recoge las principales conclusiones y resume las ventajas de la metodología propuesta por Gómez (1999b).

2. Descripción de la metodología propuesta por Gómez (1999b) y de los tres filtros alternativos

2.1 El filtro de Hodrick y Prescott

El FHP se obtiene normalmente como la solución de un problema de optimización en el que se intenta conciliar el ajuste a los datos con la fidelidad a un criterio de suavizado. Más concretamente, sea $z=(z_1, \dots, z_N)'$ la serie observada, que se supone sigue el modelo de señal más ruido $z_t = s_t + n_t$. Sean $s=(s_1, \dots, s_N)'$, $u_t=\nabla^2 s_t$, $t = 3, \dots, N$, $u=(u_3, \dots, u_N)'$, $\nabla = 1 - B$ y B el operador de retardos, $Bs_t=s_{t-1}$. Entonces, para estimar s , se minimiza

$$\sum_{t=1}^N (z_t - s_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N u_t^2, \quad [1]$$

o, de forma más compacta, $(z-s)'(z-s) + \lambda u'u$. No es difícil demostrar que la solución viene dada por $\hat{s}=(I + \lambda D'D)^{-1}z$, donde D es la matriz de diferencia por $u=Ds$. Los pesos que aplica el FHP para estimar s_t vienen determinados por la t ésima de la matriz $(I + \lambda D'D)^{-1}$. Es importante señalar que el FHP admite una interpretación basada en modelos, lo que permite utilizar técnicas eicientes de filtrado para estimar s_t en $z_t=s_t + n_t$ (Gómez, 1999a).

A menudo, resulta misteriosa la forma de elegir λ en (1). Sin embargo, existe una fórmula que liga λ con la frecuencia para la cual el filtro tiene ganancia 1/2 por ser el FHP un filtro de Butterworth del seno (Gómez, 1999b). Dicha fórmula es $\lambda=[2\text{sen}(x_c/2)]^{-4}$. Para series trimestrales y $\lambda=1600$, la fórmula anterior nos da $x_c=.1583$, que corresponde a un período de 9.9 años. Por tanto, el FHP con el valor $\lambda=1600$ es un filtro de paso bajo que se aproxima bastante al filtro ideal que deja pasar las oscilaciones de períodos mayores de 12 años. Para ese mismo valor $\lambda=1600$, el filtro que estima el ciclo (1 menos el FHP) se aproxima bastante al filtro ideal que deja pasar las oscilaciones de períodos menores que 8 años.

Como las series que vamos a utilizar en este trabajo son mensuales, utilizamos el programa Trace¹ para obtener el FHP correspondiente a una frecuencia x_c (para la cual la ganancia del filtro es 1/2) igual a $2\pi/118.8$, que corresponde a un período de 9.9 años. Para este x_c la fórmula anterior nos da un $\lambda = 127864.652$, para el cual 1 menos el

¹Trace es un programa desarrollado por Víctor Gómez para la estimación de tendencias y ciclos. El programa se puede solicitar directamente al autor a la dirección de e mail: vgomez-enriquez@igae.meh.es

FHP (el filtro que estima el ciclo) es un filtro que se aproxima bastante al filtro ideal que deja pasar las oscilaciones de período menor que 8 años, según se puede apreciar en el gráfico 1.

2.2 El filtro de Baxter y King

El FBK es un filtro pasabanda de medias móviles simétrico que depende de tres parámetros. Los dos primeros son los períodos que definen la banda frecuencial, por ejemplo (18, 96) si la serie es mensual y la banda es la de períodos comprendidos entre año y medio y ocho años, y el tercero es la longitud de la cola del filtro. Como el filtro es simétrico, la longitud de la cola hacia atrás, K por ejemplo, es igual a la longitud de la cola hacia adelante, por lo que el filtro tendrá un total de $2K + 1$ pesos. Para una descripción detallada del FBK, ver Baxter y King (1995).

Dada nuestra definición de ciclo y que en este trabajo se utilizan series mensuales, el FBK que utilizaremos será el que corresponde a la banda de períodos (18, 96). En cuanto a la longitud de la cola K , después de algunas pruebas, hemos optado por elegir el tamaño $K=36$, que corresponde a una pérdida de tres años, tanto al final como al principio de la serie. Este valor de K se corresponde con el utilizado por Baxter y King (1995) para series trimestrales, $K=12$ (tres años de pérdida en los extremos). La función de ganancia del filtro elegido puede verse en el Gráfico 1.

2.3 La tasa interanual suavizada del INE

La TISINE se describe con detalle en INE (1996) y está basada en la idea sugerida por Melis (1991). Se trata del producto de dos filtros. El primero de ellos es la tasa interanual o, si utilizamos su equivalente lineal, la diferencia de orden 12. Este filtro actúa como filtro desestacionalizador, ampliando las oscilaciones de la banda cíclica. El segundo filtro es un filtro de paso bajo de la familia Butterworth del seno, de orden 5 y potencia $1/2$ en la frecuencia $2\pi/20$. Este filtro es un filtro autorregresivo tal que si z_t es la entrada, la salida y_t se obtiene recursivamente mediante la ecuación $y_t + b_1 y_{t-1} + \dots + b_5 y_{t-5} = a_0 z_t$. Los valores de los coeficientes a_0, b_1, \dots, b_5 vienen dados en INE (1996). El producto de los dos filtros es un filtro asimétrico, que por lo tanto genera un desfase de la salida respecto de la entrada. Este desfase se cuantifica en 8 observaciones para la banda cíclica. Sin embargo,

hay que hacer notar que, por no ser el filtro una media móvil finita, la función de fase no es lineal (Oppenheim y Schaffer, 1989). Esto se traduce en que la función de desfase no es constante en la banda de paso. Las funciones de ganancia y desfase de la TISINE pueden verse en el Gráfico 2.

El filtro de paso bajo de la TISINE, cuando se aplica a la serie original, da una estimación de la tendencia o componente secular de la serie. Por tanto, la TISINE se puede interpretar también como el crecimiento interanual de la tendencia. Esta medida de la velocidad o ritmo de variación, según la expresión de Melis (1991), es fundamental en el análisis de la coyuntura.

2.4 La metodología propuesta por Gómez (1999b)

El método propuesto por Gómez (1999b) consiste en dos etapas. En la primera, se estima un componente de ciclo tendencia con los programas Tramo y Seats², que utilizan una metodología basada en modelos

²Tramo y Seats son dos programas desarrollados por Víctor Gómez y Agustín Maravall para el tratamiento de series temporales. Se pueden descargar de la dirección de Internet: <http://www.bde.es>

para descomponer la serie en sus componentes no observables. En la segunda, se aplica un filtro pasabanda (FPB) a la serie de ciclo-tendencia estimada en la primera etapa utilizando la información dada por el modelo del componente teórico proporcionado por Seats para mejorar el rendimiento del filtro en los extremos de la serie. Esta segunda etapa se puede realizar con la ayuda del programa Trace.

Este método presenta las siguientes ventajas frente a otros métodos usuales propuestos en la literatura para estimar el componente cíclico: i) la identificación de un modelo para la serie en la primera etapa impide que se generen ciclos espurios, como los que se producen al utilizar, por ejemplo, el FHP de una forma mecánica (Harvey y Jäger, 1993); ii) las estimaciones del ciclo obtenidas en los extremos de la serie son mejores que las que se obtienen con otros métodos porque se utilizan predicciones óptimas, en el sentido de los mínimos cuadrados; iii) el FPB que se utiliza puede ser diseñado prácticamente a medida para adaptarse a cualquier banda de frecuencias y su utilización es muy sencilla; iv) la posibilidad de hacer inferencia y obtener intervalos de confianza, predicciones, etc. Una descripción detallada de este método puede verse en Gómez (1999b).

El FPB utilizado en este trabajo está basado en un filtro de Butterworth de la versión tangente. Utilizando el programa Trace y procediendo como en Gómez (1999b), el filtro que se obtiene para la banda (18, 96) es $H_{pb}(B, F) = H(B)H(F)$, donde $H(B) = k(1 - B^2)^4 / \theta(B)$, $k = 1.732 \times 10^{-4}$, $\theta(B) = 1 + \sum_{i=1}^8 \theta_i B^i$, $\theta_1 = -7.2958$, $\theta_2 = 23.3579$, $\theta_3 = -42.8658$, $\theta_4 = 49.3228$, $\theta_5 = -36.4392$, $\theta_6 = 16.8806$, $\theta_7 = -4.4833$ y $\theta_8 = 0.5227$. En el gráfico 1 se puede ver la función de ganancia del FPB.

3. Una aplicación a las series del ICI y del IPI

El Indicador de Clima Industrial es un indicador sintético que se construye como promedio simple de tres variables que mensualmente investiga la Encuesta de Coyuntura Industrial. Estas variables son la cartera de pedidos, los stocks de productos terminados y la tendencia de la producción en los próximos tres meses. La mayor o menor utilidad del ICI viene determinada por su mayor o menor capacidad para anticipar las fluctuaciones cíclicas del ciclo industrial. El Índice de Producción Industrial es una serie mensual que elabora el INE, siendo la base actual el año 1990. El período muestral para ambas series que utilizamos en este trabajo es el que va de enero de 1965 a diciembre de 1997.

3.1 Comparación entre los distintos filtros

Después de aplicar los programas Tramo y Seats en su opción automática a las series de ICI e IPI, se obtiene un modelo de líneas aéreas para el IPI y el modelo $(3, 1, 1)(0, 0, 1)_{12}$ para el ICI. El ajuste en el caso del IPI es aceptable. Sin embargo, debido a que el estadístico de Ljung-Box en el caso del ICI tiene un valor elevado y la estacionalidad es muy débil, se parte del modelo anterior para obtener para esta serie, nuevamente usando la opción automática, el modelo sin estacionalidad $(1, 1, 3)(0, 0, 0)_{12}$. El ajuste de este último modelo es aceptable. Tramo y Seats proporcionan también automáticamente los ciclo-tendencias de ambas series después de haber corregido automáticamente de observaciones atípicas, efecto de día laborable y efecto Pascua. Estos dos últimos efectos sólo son significativos en el caso del IPI.

Utilizando el programa Trace, se aplica el FPB de la forma descrita en Gómez (1999b) a los ciclo-tendencias obtenidos con Tramo/Seats. Para poder hacer una comparación más homogénea, el FHP y el FBK también se aplican a los ciclo-tendencias anteriores, aunque estos filtros suelen aplicarse normalmente a series desestacionalizadas. En el caso del FBK se pierden tres años en cada extremo de la serie. Sin embargo, la TISINE se aplica a las series originales, ya que uno de los factores del filtro es un filtro de paso bajo cuya salida es una estimación del ciclo-tendencia. Además, esta es la forma en que el INE propone que se use este filtro, con el argumento de su sencillez frente a los filtros basados en modelos. La aplicación de la TISINE supone perder 20 observaciones al principio (8 si no se calculan tasas porque sólo se suaviza la serie) y 8 al final de la serie. Para obtener las series filtradas con la TISINE, se ha utilizado el programa <F> del INE (INE, 1996).

Los ciclos estimados con los cuatro procedimientos pueden verse en el Gráfico 3. Los ciclos obtenidos con el FPB y el FBK son similares, si bien en el caso del FBK se pierden 3 años de observaciones al principio y al final de la serie. Esto hace que el FBK dependa de modelos para obtener predicciones si se quiere utilizar en el análisis coyuntural. El FPB siempre utiliza la información dada por el modelo de la serie para obtener estimaciones óptimas, en el sentido de los mínimos cuadrados, en los extremos de la serie. En cuanto al FHP, se observa una mayor volatilidad en los ciclos estimados debido a que el filtro deja pasar componentes de altas frecuencias. Nótese que si el FHP se hubiera aplicado a la serie desestacionalizada, el ciclo obtenido hubiera sido

todavía más volátil. Los ciclos estimados con la TISINE presentan oscilaciones con amplitudes bastante mayores que las de los otros tres ítems, especialmente en el caso del IPI. Esto es debido a que el ítem tiene ganancia mayor que 1 en la banda de paso. Por esta razón, algunos ciclos identificados por la TISINE como ciclos menores son en realidad ciclos espurios. También se aprecia que el desfase no es constante y que hay una pérdida de observaciones al principio y al final de la serie. Esto último hace que la TISINE sea dependiente de modelos para obtener predicciones si se quieren obtener estimaciones actuales del ciclo.

En el caso del ICI, el procedimiento del INE sólo suaviza la serie, sin calcular tasas, por ser la serie del ICI una serie opinática que por construcción no debería presentar estacionalidad. Esto explica en parte la mayor similitud entre los ciclos estimados por la TISINE y el resto de los ítems para este indicador.

La cronología de los ciclos estimados con los cuatro ítems puede verse en el Cuadro 1. Para obtenerlo, hemos utilizado el programa Pat (Phase Average Trend) del NBER (versión OCDE, 1995), que incorpora la rutina de Bry-Boschan (Boschan y Bry, 1971). Para el FPB

y, en menor medida para el FHP, se observa claramente cómo el ICI adelanta entre 1 y 2 meses los puntos de giro del IPI a lo largo de toda la muestra. El FBK muestra un adelanto de aproximadamente 1 mes del ICI respecto del IPI, aunque el análisis no es tan completo debido a la pérdida de observaciones. La TISINE, por el contrario, muestra un retraso de aproximadamente 2 meses del ICI respecto del IPI.

Con objeto de estudiar los comovimientos, hemos calculado las correlaciones cruzadas de los ciclos estimados del ICI con los del IPI para distintos retardos y adelantos. Después de examinar los resultados y de estudiar atentamente los gráficos, apreciamos que en el período muestral que va de enero de 1976 a diciembre de 1984 el ICI parece que deja de comportarse como un indicador cíclico, quizás debido a circunstancias ajenas a la economía que se vivieron en aquellos años en España. Como este hecho podría distorsionar bastante los resultados, decidimos descomponer el período muestral en tres subperíodos, que son: i) enero-68 a diciembre-76; ii) enero-76 a diciembre-84 y iii) enero-85 a diciembre 94. Se han suprimido los tres primeros y los tres últimos años debido a las restricciones del FBK y de la TISINE.

Para los ciclos estimados con los cuatro filtros, y para los tres subperíodos muestrales considerados, se han calculado los siguientes estadísticos: a) la desviación típica de cada ciclo y b) las correlaciones cruzadas del ciclo del ICI con el del IPI, tanto contemporánea como para los retardos y adelantos de 1 a 3. Los resultados obtenidos se presentan en los cuadros 2-4. En ellos destaca el hecho de que en el segundo período muestral el FPB, y en menor medida el FBK y el FHP, estiman ciclos del ICI prácticamente incorrelados para todos los desfases con el IPI en el segundo subperíodo muestral. Sin embargo, la TISINE muestra que el ICI está fuertemente correlacionado con el IPI y que adelanta 2 meses al IPI en ese subperíodo.

La volatilidad para los ciclos estimados con el FPB, FBK y FHP para los dos indicadores es muy similar. Sin embargo, la volatilidad de los ciclos proporcionados por la TISINE es bastante mayor debido a que este filtro amplifica las oscilaciones cuyas frecuencias están en la banda cíclica. Para el primer y tercer subperíodos muestrales, el FPB, FBK y

FHP muestran un adelanto de entre 1 y 2 meses del ICI respecto del IPI. Por el contrario, la TISINE señala en esos mismos subperíodos un atraso de 1 mes, lo que resulta sorprendente porque el ICI debería en principio anticipar la evolución del nivel de la producción real.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha aplicado el procedimiento en dos etapas propuesto por Gómez (1999b) para estimar el componente cíclico de las series mensuales del indicador de clima industrial y del índice de producción industrial. Los resultados se han comparado con los obtenidos con los filtros de Hodrick y Prescott, Baxter y King y tasa interanual suavizada del INE.

Se concluye que los ciclos estimados con el FPB son los más suaves y los que presentan un perfil mejor para estudiar los picos y los valles. Los ciclos estimados con el FBK son similares a los del FPB, aunque el FBK pierde tres años de estimaciones en cada extremo de la serie. En cuanto a los del FHP, tienen más volatilidad que los del FPB y FBK y las estimaciones en los extremos de la serie son peores que las del FPB por no tener en cuenta las características de la serie. Los resultados peores se obtienen con la TISINE. En este caso se producen ciclos espurios, el desfase (es un filtro asimétrico) no es constante, y se reponderan (amplifican) las oscilaciones de la banda cíclica. Al analizar los comovimientos, la TISINE señala que el ICI está retrasado un mes respecto al IPI, cuando con los filtros alternativos se obtiene que en realidad el ICI adelanta uno o dos meses al IPI.

Los resultados de la aplicación empírica muestran que las conclusiones respecto al carácter adelantado, coincidente o retrasado del ICI respecto a la producción industrial pueden ser muy sensibles al método empleado para estimar los ciclos. Esto sugiere que la elección del método de filtrado es muy relevante a la hora de construir un sistema de indicadores cíclicos. Otra conclusión del trabajo es que las tasas no deben utilizarse como filtros para estimar ciclos.

Referencias

- Baxter, M. y R.G. King (1995): Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series, NBER Working Paper 5022.
- Boschan, C. y G. Bry, (1971): Cyclical analysis of time series: selected procedures and computer programs, NBER Technical paper 20.

- Burns, A.M. y W.C. Mitchell (1946), *Measuring Business Cycles* New York, N.Y.: National Bureau of Economic Research, 1946.
- Canova, F., (1998): Detrending and business cycle facts , *Journal of Monetary Economics* 41, pp. 475-512.
- Dolado, J.J., M. Sebastián y J. Vallés, (1993): Cyclical patterns of the Spanish economy , *Investigaciones Económicas* 17, pp. 445-73.
- Gómez, V. (1999a): Three equivalent methods for filtering nonstationary time series , *Journal of Business and Economic Statistics* 17, pp. 109-116.
- Gómez, V., (1999b): Butterworth filters: a new perspective , enviado a publicar.
- Harvey, A.C. y A. Jäger (1993): Detrending, stylized facts and the business cycle , *Journal of Applied Econometrics* 8, pp. 231-247.
- Hodrick, R.J. y E.C. Prescott (1980): Postwar U. S. business cycles: an empirical investigation , Discussion Paper 451, Carnegie-Mellon University.
- Instituto Nacional de Estadística, (1996): <F> y <G>: dos programas para el análisis cíclico. Aplicación a los agregados monetarios , *Boletín Trimestral de Coyuntura del INE* 62, pp. 63-104.
- Melis, F., (1991): La estimación del ritmo de variación en series económicas , *Estadística Española* 33, pp. 7-56.
- Oppenheim, A.V. y Schaffer, R.W. (1989), *Discrete-Time Signal Processing*, Prentice Hall, New Jersey.

Abstract

The methodology proposed by Gómez (1999b) is applied in the paper to estimate the cyclical component in time series. The procedure consists of two steps. First, a trend cycle component is estimated by applying a model based method to decompose the series into its unobserved components. Then, a band pass filter is applied to the previously estimated trend-cycle component using the information given by the model followed by the theoretical trend-cycle component to improve the performance of the filter at both ends of the series. This methodology, together with some other popular methods, are applied to the industrial confidence indicator and to the industrial production index and the results are compared. It is concluded that the two-step methodology proposed by Gómez (1999b) presents some important advantages with respect to the alternative methods.

Keywords: Hodrick and Prescott Filter; Baxter and King Filter; Band pass Filters; Smoothed year to year rate of growth; Unobserved components estimation.

Recepción del original, mayo de 1998

Versión final, octubre de 1999

CUADRO 1
Cronología de los ciclos estimados con los 4 filtros

	ICI				IPI			
	FPB	FBK	FHP	TISINE	FPB	FBK	FHP	TISINE
Min.	67.12		68.1	67.12	68.4		68.4	
Max.	69.9	69.9	69.11	69.10	69.9	69.8	69.9	69.6
Min.	71.3	71.3	71.2	71.3	71.5	71.11	71.3	70.11
Max.	73.9	73.10	73.10	73.8	73.10	73.11	73.8	72.9
Min.	75.4	75.3	75.2	75.6	75.9	75.8	75.7	75.6
Max.	76.10	76.11	77.2	76.9				76.11
Min.	77.12	78.1	78.2	78.2				78.3
Max.	79.3	79.2	79.4	79.3	79.4	79.4	79.5	78.11
Min.	80.8	80.12	80.6	80.8				
Max.	82.2	82.3	82.3	82.4				
Min.		83.4	83.5	83.4	82.5	82.4	82.2	82.5
Max.		84.2	83.10	84.6	83.10	83.10	84.1	83.8
Min.	85.5	85.4	85.5	85.4	85.2	85.2	85.5	85.2
Max.		85.12			85.12	86.1	85.11	86.4
Min.		86.8			86.7	86.9	86.8	86.12
Max.								87.12
Min.								88.10
Max.	89.2	88.1	88.10	89.4	89.8	89.8	89.8	89.7
Min.	90.12	90.12	91.1					91.1
Max.	92.1	92.1	92.3					92.2
Min.	93.4	93.3	93.1	93.3	93.3	93.3	93.2	93.3
Max.	94.11	94.11	94.12	95.1	95.2	94.12	95.1	94.9
Min.	96.4		96.2	96.3	96.9		96.8	96.5
Max.	97.9		97.9		97.12		97.12	96.12

CUADRO 2
Estadísticos para el subperíodo enero-68 a diciembre-75

	Volatilidad		Correlaciones cruzadas del ICI con el IPI						
	ICI	IPI	y_{t-3}	y_{t-2}	y_{t-1}	y_t	y_{t+1}	y_{t+2}	y_{t+3}
FPB	11.45	2.78	0.90	0.92	0.93	0.92	0.86	0.80	0.71
FBK	11.54	2.67	0.91	0.93	0.92	0.90	0.84	0.77	0.68
FHP	11.30	2.58	0.90	0.92	0.91	0.89	0.84	0.76	0.68
TISINE	13.45	6.38	0.63	0.71	0.78	0.83	0.85	0.84	0.83

CUADRO 3
Estadísticos para el subperíodo enero-76 a diciembre-84

	Volatilidad		Correlaciones cruzadas del ICI con el IPI						
	ICI	IPI	y_{t-3}	y_{t-2}	y_{t-1}	y_t	y_{t+1}	y_{t+2}	y_{t+3}
FPB	4.20	2.10	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02	-0.03	-0.04	-0.04
FBK	3.99	1.91	-0.18	-0.21	-0.24	-0.26	-0.30	-0.33	-0.34
FHP	4.39	2.00	-0.18	-0.20	-0.22	-0.24	-0.29	-0.32	-0.33
TISINE	6.40	2.55	0.80	0.81	0.80	0.77	0.73	0.67	0.61

CUADRO 4
Estadísticos para el subperíodo enero-85 a diciembre-94

	Volatilidad		Correlaciones cruzadas del ICI con el IPI						
	ICI	IPI	y_{t-3}	y_{t-2}	y_{t-1}	y_t	y_{t+1}	y_{t+2}	y_{t+3}
FPB	7.66	2.06	0.82	0.84	0.85	0.85	0.81	0.76	0.70
FBK	6.53	1.95	0.70	0.71	0.71	0.70	0.65	0.58	0.50
FHP	11.30	2.58	0.90	0.92	0.91	0.89	0.84	0.76	0.68
TISINE	13.45	6.38	0.63	0.71	0.78	0.83	0.85	0.84	0.83

GRÁFICO 1
Funciones de ganancia al cuadrado de FPB, del FBK y de 1-FHP

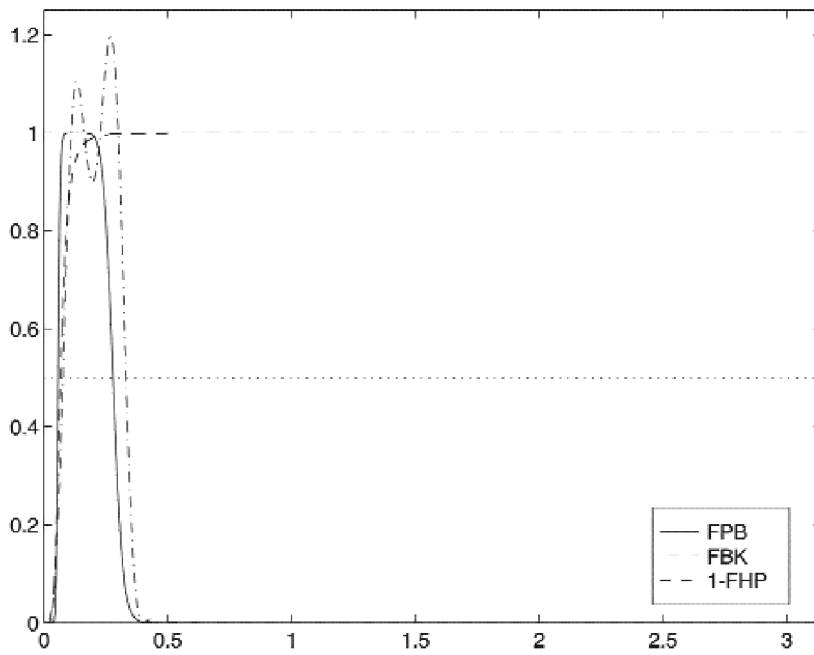


GRÁFICO 2
Funciones de ganancia al cuadrado (a)) y desfase (b)) de la TISINE

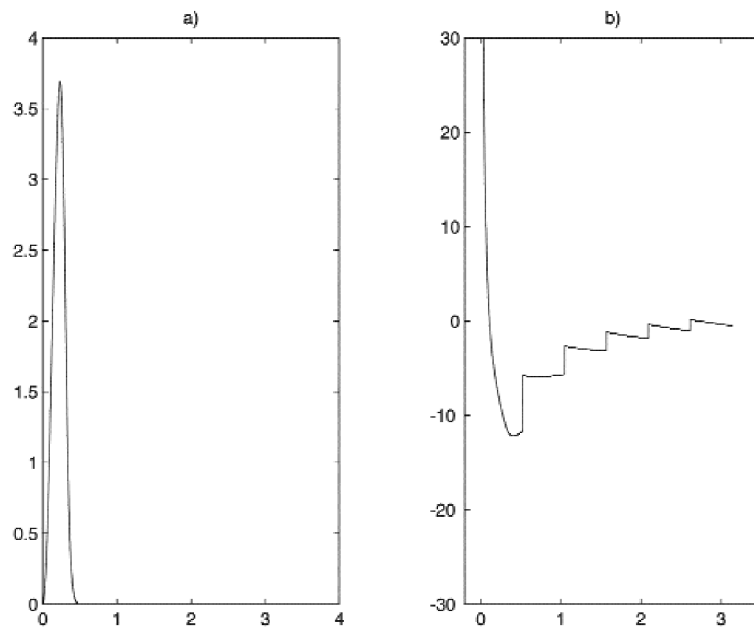


GRÁFICO 3

a) y b) Ciclos estimados para el ICI. c) y d) ciclos estimados para el IPI

