



## Extracción de señales en series de alta frecuencia: caso del IMAE

### I Introducción

Este documento hace referencia a la problemática que enfrentan los Bancos Centrales de Centroamérica cuando deben analizar la evolución de la actividad económica tomando como base indicadores de distinta periodicidad, caso del PIB e IMAE. Este último muy utilizado como indicador de la evolución de la economía en el corto plazo y como indicador de adelanto del PIB anual.

El trabajo, que es una revisión del documento que la Secretaría Ejecutiva presentó en la reunión de la Comisión Especial de Cuentas Nacionales celebrada en San Salvador, El Salvador del 30 de junio al 1 de julio 2003, contiene una propuesta para armonizar la extracción de señales del IMAE en los países del área del Consejo Monetario Centroamericano.

El documento se organiza de la siguiente forma. La sección 2 presenta la problemática general de interpretación de resultados de fenómenos económicos medidos con diferentes frecuencias. La sección 3 hace referencia a los métodos de extracción de señales de una serie de tiempo. En la sección 4 se propone una metodología específica para abordar el problema de armonizar las señales de crecimiento del IMAE con las del PIB anual en un contexto de programación monetaria y seguimiento de metas. En la sección 5 se aplica la propuesta utilizando la información de cada país. La última sección contiene las conclusiones y recomendaciones.

### 2- Problemática general

En los últimos años, los países de la región han realizado esfuerzos para mejorar la estadística básica con el propósito de tener mayor cobertura, periodicidad y oportunidad. En el sector real el aumento en la frecuencia de algunas series económicas (IMAE y PIB trimestral) habría generado controversia en la interpretación de los resultados de crecimiento, señal que en series de distinta periodicidad pero referidas a un mismo fenómeno debiera guardar congruencia en el tiempo. Las discrepancias en las señales de crecimiento podrían crear alguna confusión en el usuario o afectar la credibilidad del organismo que produce las estadísticas.

Básicamente tales discrepancias se originan en dos fuentes: i) desigual cobertura y ii) diferente frecuencia en los indicadores.

- i) Como se sabe, en el cálculo de los indicadores sub-anales se utiliza una base de datos de menor cobertura que en la contabilidad anual e incluso algunas actividades en el IMAE quedan sin medir por falta de datos, en particular en el área de servicios. En otros casos la información es parcial o de carácter muy preliminar.
- ii) Conforme aumenta la frecuencia de un indicador aumenta su variabilidad, de ahí que las tasas de crecimiento serán también más volátiles en el IMAE, y en PIB trimestral, que en el PIB anual.

En relación con el literal i) se menciona que los países han ido reduciendo gradualmente las discrepancias que se tenían en las primeras estimaciones del IMAE respecto del PIB anual. Ello, en virtud de utilizar, hasta donde es posible, metodologías y cifras compatibles en los dos indicadores, así como nueva información de encuestas y registros. Los esfuerzos en mejorar las bases de datos han dado muy buenos frutos e incluso han implicado un mejoramiento en la misma base de datos de la contabilidad anual.

El cuadro 1 muestra la situación comparativa entre las variaciones relativas (%) anuales del PIB a precios constantes y las variaciones relativas del IMAE anualizado.

**Cuadro 1**  
**DIFERENCIA ABSOLUTA MEDIA EN TASAS**  
**DE CRECIMIENTO DEL PIB ANUAL Y DEL IMAE ANUALIZADO**

Período 1995-2002

	<b>CR</b>	<b>ES</b>	<b>GU</b>	<b>HO</b>	<b>NI</b>
1995	0.3	2.0	0.3	0.9	0.9
1996	1.3	1.3	1.4	0.1	1.4
1997	0.8	0.6	0.4	4.7	2.8
1998	0.1	0.9	1.3	3.0	2.6
1999	2.5	1.3	0.9	2.4	3.3
2000	0.3	2.9	0.6	2.1	0.4
2001	0.3	0.3	0.8	6.1	0.9
2002	2.9	1.4	1.4	1.9	0.3
DIFER ABS MEDIA	1.0	1.3	0.9	2.6	1.6
DESV ESTÁNDAR	1.1	0.8	0.4	2.0	1.2

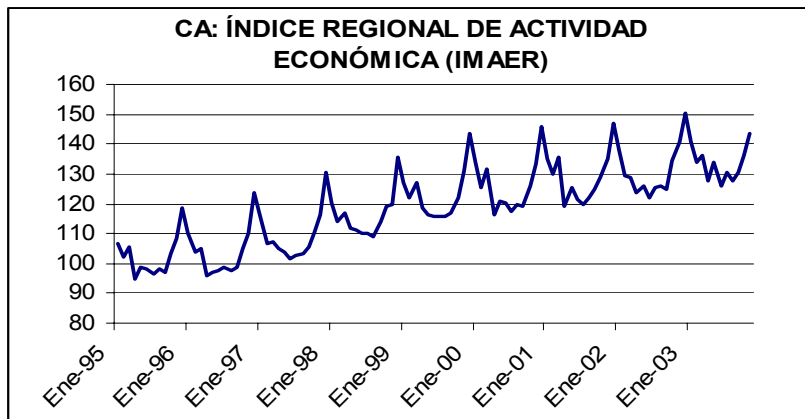
Fuente: Elaboración con base en cifras de los Bancos Centrales

En el caso de Honduras se nota una diferencia mayor que el promedio de la región, situación que se solventará con los trabajos que se están llevando a cabo en el marco de la instrumentación de la nueva serie de cuentas nacionales SCN93 y cambio de año base.

El señalamiento del literal ii) implica que con el aumento de la frecuencia de la serie de tiempo se introduce información que no es visible en la cifra anual, por ejemplo los componentes estacionales y algunos comportamientos erráticos producto de factores económicos y extra-económicos. De ahí que cabe esperar un mayor rango de variación en las tasas de crecimiento del indicador sub-anual que el rango de las tasas del PIB anual. Incluso se puede presentar un problema de falta de sintonía en el señalamiento de las fases del ciclo de crecimiento económico entre uno y otro indicador.

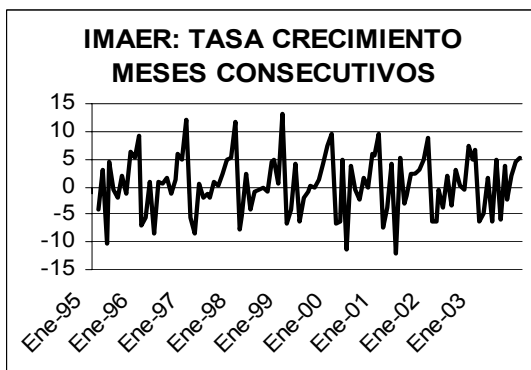
En efecto, de acuerdo con la estructura productiva y grado de apertura de las economías de la región, es normal que el IMAE muestre variaciones bastante pronunciadas dentro del año (Gráfico 1), pues la actividad económica en estos países está dominada por el componente estacional y, en instancias, afectada por perturbaciones externas. El intento de realizar análisis a partir de una información tan compleja puede ser infructuoso, sobre todo en estimaciones del crecimiento económico que producen resultados tan volátiles como los mostrados en los Gráficos 2 y 3.

**Gráfico 1**

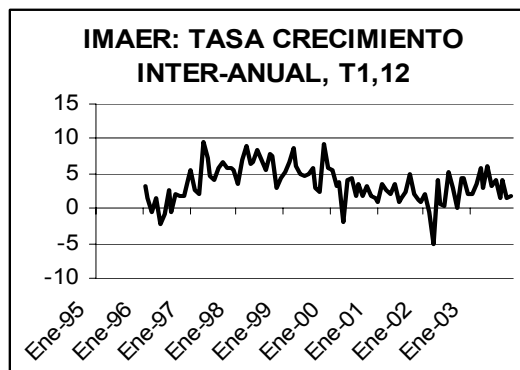


Fuente: IMAER ponderado con base en datos de los IMAE de: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua

**Gráfico 2**



**Gráfico 3**



De inmediato surge la necesidad de filtrar o suavizar de alguna manera la información original del IMAE sin alterar el perfil básico de la serie y tomando en cuenta su relación con el PIB anual, referencia obligada en el seguimiento y evaluación de metas del sector real.

Esta sección puede resumirse diciendo que al problema del manejo de tasas de crecimiento de indicadores de actividad económica de diferente periodicidad se le puede encontrar solución aplicando métodos de extracción de señales que permitan conciliar el perfil de comportamiento de la evidencia de corto con la de largo plazo.

### 3- Métodos de extracción de señales de componentes no observables

En la literatura sobre estimación de componentes no observables de una serie de tiempo<sup>1</sup>, se nota una inclinación por el uso de métodos basados en modelos estocásticos y el reemplazo progresivo de técnicas que asumen un comportamiento determinista y perfectamente previsible de las variables económicas. Las técnicas deterministas utilizan filtros *ad hoc* fijos e independientes de la estructura estadística de la serie de interés. Se podría decir que son equivalentes a lo que en la jerga comercial de países de habla inglesa se conoce como “*one size fits all*”. No obstante se han utilizado por mucho tiempo, en especial el X11 que desarrolló el Buró de Censos de los Estados Unidos, así como su extensión X11-ARIMA de la Oficina de Estadística de Canadá.

Por su parte, los métodos basados en modelos estocásticos se apoyan en la evidencia empírica de que una gran mayoría de variables económicas tiene un comportamiento estocástico, resultado de la combinación de un componente con un patrón más o menos predecible y otro que contiene las perturbaciones aleatorias de corto plazo, también denominadas innovaciones. Como tal, el pronóstico en este tipo de series no se puede prever con exactitud, existiendo un margen de incertidumbre directamente asociado con la naturaleza de cada variable.

En este estudio el ajuste de modelos de series de tiempo a las series del IMAE se lleva a cabo con filtros lineales basados en modelos estocásticos, como los utilizados por el programa TRAMO/SEATS, del tipo ARIMA/Wiener-Kolmogorov (WK). El filtro WK minimiza el error cuadrático medio de estimación de la serie original y de cada uno de sus componentes, manteniendo importantes propiedades analíticas como ser: simétrico, centrado y convergente. Estas propiedades garantizan que una serie económica estocástica siempre puede ser aproximada por una solución finita dando un carácter más estable a los parámetros estimados del modelo estocástico.<sup>2</sup>

En vista de que TRAMO/SEATS, al igual que X11-ARIMA, estima el componente tendencia-ciclo en forma conjunta, a los fines del análisis del crecimiento y del logro de la congruencia entre el IMAE y el PIB se considera conveniente a su vez descomponer esa señal en tendencia y en ciclo. El procedimiento no es trivial y en muchos casos su descomposición es arbitraria dependiendo, hasta cierto punto, del propósito del análisis. En consecuencia, la duración de los ciclos prácticamente queda determinada en el momento en que se escoge un filtro particular.

Uno de los filtros más utilizados para estimar la tendencia es el filtro de Hodrick-Prescott (HP) (1986), un filtro determinista de paso bajo que recoge solo los movimientos de frecuencias con ondas muy largas. El procedimiento estándar para estimar los ciclos (absolutos) económicos es aplicar el filtro HP a la serie desestacionalizada con X11. Con una visión diferente Maravall y otros autores (1999, 2001 y 2002) proponen aproximar la

---

<sup>1/</sup> A los propósitos de este estudio, los componentes no observables directamente se refieren tanto al estacional, tendencia y ciclo (absoluto) como al ciclo de crecimiento y el pronóstico. A estos componentes se les conoce también como componentes subyacentes del fenómeno de interés.

<sup>2/</sup> Detalles sobre estas propiedades se encuentran en Gómez 1998.

tendencia con estimadores mínimo-cuadráticos obtenidos de un filtro estocástico WK que descompone la serie original en tendencia estocástica más un residuo ortogonal ruido blanco.<sup>3</sup> Advierten que tanto este filtro como el filtro HP deben aplicarse a la serie ajustada por estacionalidad y componente errático, conocida como serie de tendencia-ciclo (TC), porque las variaciones estacionales e irregulares distorsionan la señal del ciclo.

#### **4- Propuesta metodológica para armonizar las señales de crecimiento tomando en cuenta su uso en política económica**

La propuesta se sustenta en la premisa de que la señal de crecimiento de los indicadores de actividad económica de corto plazo del sector real es relevante para la política monetaria y financiera y para el seguimiento de las metas establecidas en los programas para el año en curso o previsiones de más largo plazo, según lo requiera la política de estabilización. De esta manera se procura lograr la mayor armonía en la región centroamericana en la señal de crecimiento de la actividad económica según sus indicadores IMAE y PIB.

En la armonización intervienen tres aspectos principales: 1) metodología de estimación y fórmula del IMAE, 2) ajuste de modelos estocásticos y uso de un programa común, 3) estimación del componente subyacente y cálculo de tasas de crecimiento económico. A continuación se hace referencia a cada uno de ellos.

##### 4.1 Metodología de estimación y fórmula del IMAE

La armonía en este aspecto ya se ha logrado desde el momento en que los países de la región adoptaron una metodología común para construir el IMAE.<sup>4</sup> La fórmula utilizada es de tipo Laspeyres base fija y los indicadores de quantum o volumen de las principales actividades se ponderan con el valor agregado de un año base coincidente con el de la contabilidad anual. Solo resta que los países decidan si continúan con el índice de base fija o adoptan las sugerencias del SCN93 de utilizar índices encadenados de base móvil. La solución depende en cada caso del método que se utiliza en la contabilidad anual, como una forma de mantener la congruencia en todos los indicadores.

##### 4.2 Ajuste de modelos estocásticos y uso de un programa común

En virtud de lo expuesto en el punto 3, se recomienda el uso de métodos estocásticos para ajustar modelos y extraer señales de las series del IMAE. Ello en vista de que la evidencia confirma que una gran mayoría de variables económicas responden a las fuerzas del mercado siendo por tanto su futuro incierto.

En cuanto al programa, en correspondencia con el documento que se discute en el punto "5.e" del proyecto de agenda de la 94 Reunión del CPM, se propone usar TRAMO/SEATS de Windows (TSW) con los siguientes propósitos: i) ajustar modelos ARIMA a la serie del

---

<sup>3/</sup> Harvey (1993) demuestran que los estimadores también pueden obtenerse con un filtro Kalman.

<sup>4/</sup> El Banco Central de República Dominicana usará la misma metodología y los trabajos de construcción del indicador marchan en coordinación con la revisión que se está haciendo de la instrumentalización del SCN93 y cambio de año base en ese país. Se espera finalizar el IMAE en el segundo semestre de 2004.

IMAE; ii) extraer señales de componentes no observables y iii) realizar pronósticos de la serie original y de cada uno de sus componentes. Se menciona que TRAMO/SEATS puede bajarse del sitio Web del Banco de España sin costo alguno.

#### 4.3 Estimación del componente subyacente y cálculo de tasas y ciclos de crecimiento

Se propone realizar el análisis de crecimiento de la actividad económica privilegiando el componente tendencia de largo plazo del IMAE al considerar que constituye una buena aproximación del comportamiento de la demanda efectiva real. Asimismo, se sugiere utilizar la tasa de crecimiento T1,12 calculada sobre la serie de tendencia de largo plazo. De nuevo, el objetivo que se busca es armonizar el rango de crecimiento del IMAE con el del PIB anual. Esto no excluye la posibilidad de que para uso interno los Bancos Centrales tengan otras mediciones de componentes y otras estimaciones de tasas según diversos fines analíticos.

La tendencia de largo plazo se deriva del componente TC.<sup>5</sup> A partir de este, como se dijo, se estima la función de tendencia, ya sea con un filtro estocástico o con un filtro determinista. Bajo ciertas circunstancias y con algunas modificaciones que se verán seguidamente, un filtro HP funciona de manera muy similar a un filtro estocástico ARIMA WK. En vista de que para efectos prácticos resulta más fácil utilizar el filtro HP (implementado en EViews), se ha optado por esa alternativa.

Las modificaciones del filtro HP consisten en:

- 1) Utilizar la serie TC y no la serie desestacionalizada, pues para los fines que se buscan esta puede contener mucho ruido;
- 2) Antes de aplicar el filtro HP extender la serie TC, y
- 3) Para obtener la serie de tendencia de largo plazo, aplicar el filtro HP a la serie TC extendida con un valor del parámetro  $\lambda$  determinado por experimentación numérica.

La extensión de la serie TC se hace con pronósticos. El objetivo es suministrar al filtro HP una serie más extensa que permita lograr una mejor estimación (mayor convergencia) de la tendencia de largo plazo, una reducción en la magnitud de las revisiones que se producen con la llegada de nuevos datos de la serie y, presumiblemente, un mejor señalamiento de los puntos de giro del ciclo económico.<sup>6</sup> En el pronóstico se pueden utilizar tanto modelos ARIMA como técnicas econométricas, en especial VAR y modelos de corrección de error, estos últimos en general funcionando mejor en pronósticos de más de un año.

Tal y como se plantea, el valor de  $\lambda$  será aquél que minimice la diferencia entre el rango de variación de las tasas de crecimiento del PIB y el rango de variación de las tasas de

---

<sup>5</sup>/ Al componente TC se le conoce como tendencia de corto plazo, muy útil en la comparación de, por ejemplo, crecimientos de períodos consecutivos.

<sup>6</sup>/ La estimación de los parámetros del modelo ajustado va cambiando con cada dato que se incorpora a la serie. Por ejemplo, la estimación de la tendencia converge hacia un valor final (histórico) fijo conforme la serie se extiende más y más. De esta manera los valores centrales de la serie de tendencia oscilan cada vez menos alrededor de un valor fijo, siendo un poco más sensibles los valores de los extremos de la misma.

crecimiento del IMAE. En cada país ese valor estará en función de la volatilidad intrínseca del IMAE y del PIB, de la diferencia absoluta media anualizada que existe entre ellos, mostrada en el Cuadro 1, y de la extensión de la serie. Entre más alto es el valor de  $\lambda$  menor es la contribución de las frecuencias altas y más suave (determinista) será la tendencia estimada. Naturalmente, tendencias más suaves implican ciclos con períodos más largos. Maravall y del Río (2001) mencionan que hay un consenso implícito para emplear el valor  $\lambda=1600$  en frecuencias trimestrales, pero que el consenso desaparece para otras frecuencias. Señalan que en datos anuales se han utilizado valores de  $\lambda$  entre 10 y 400, mientras que en datos mensuales esos valores varían más. Por ejemplo el valor de *default* de EViews es 14400.

Una vez obtenida la señal de tendencia de largo plazo se calculan las tasas de variación porcentual mes contra mismo mes del año anterior (T1,12) para obtener una señal similar a un cíclico de crecimiento, más habitual para el seguimiento de las metas del año.<sup>7</sup>

Un asunto que no se discute en este documento es la utilización de tasas centradas de crecimiento, pues en Centroamérica y en muchas regiones del mundo la práctica ha sido utilizar tasas interanuales punta a punta asignando el resultado al último período en consideración, i.e., tasas sin centrar.

## 5- Aplicación práctica de la propuesta

A efectos de lograr resultados lo más comparable posibles en la aplicación de la propuesta metodológica de la sección anterior, se sigue un procedimiento similar para todos los países:

En primer lugar se ajustan modelos ARIMA con la opción automática de TSW, fijando el parámetro RSA en 4. Con esta instrucción el programa realiza los siguientes pasos:

- a) prueba para especificar niveles o logaritmos de la serie original;
- b) pruebas para detectar presencia de los efectos de semana santa y días de comercio;
- c) identificación de *outliers*;
- d) especificación del modelo por el método de máxima verosimilitud, y
- e) pronósticos para un horizonte de dos años para la serie global y sus componentes con las respectivas estimaciones de los errores cuadráticos medios.

De las tablas de salida de información de TSW se obtiene la señal de TC. El valor de  $\lambda$  para aplicar el filtro HP se obtiene con EViews por experimentación numérica, de tal modo de lograr la mayor coherencia posible entre el rango de variación de las tasas de crecimiento del IMAE y del PIB real anual. Se trabajó con el período enero 1994-noviembre 2003 al disponerse de esa información del IMAE para todos los países. Tal período alcanza para observar una o dos fases completas de los ciclos de crecimiento.

A continuación se muestra un análisis gráfico de las series originales, TC y tendencia de largo plazo, los modelos ARIMA con sus parámetros, los valores de  $\lambda$  del filtro HP y los

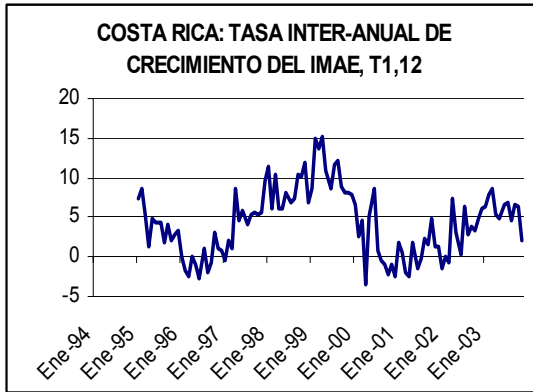
---

<sup>7/</sup> Para una estimación del ciclo absoluto se puede restar la serie de tendencia de largo plazo de la de corto plazo (TC).

rangos de variación del IMAE que hacen congruente las estimaciones del crecimiento anualizado de la actividad económica de periodicidad mensual con la señal de crecimiento anual. La información de base y los modelos ajustados se encuentra disponible en la Secretaría Ejecutiva para consulta de los Bancos Centrales.

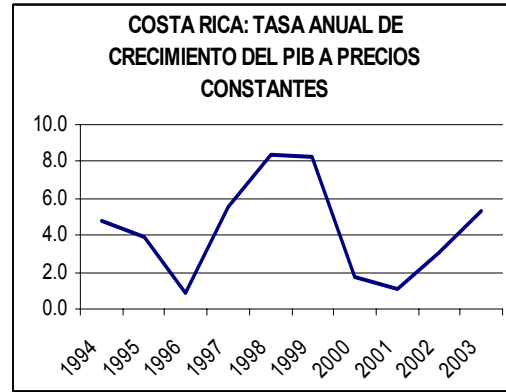
## Costa Rica

**Gráfico 4**



Rango de variación: -3.5 – 15.3

**Gráfico 5**



0.9 – 8.4

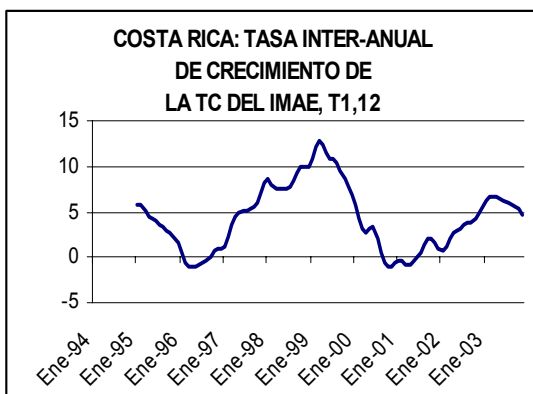
Modelo ARIMA:

Log IMAE (0,1,1)(0,1,1);  $\theta_1=-0.43$  y  $\theta_2=-0.87$ ; Error estándar de estimación  $\gamma_a=1.7\%$ ; pascua y días comercio presentes.

No outliers.

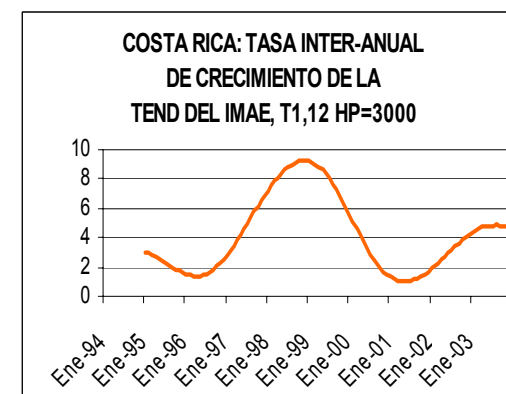
Parámetro del filtro HP:  $\lambda= 3000$

**Gráfico 6**



Rango de variación: -0.9 – 12.4

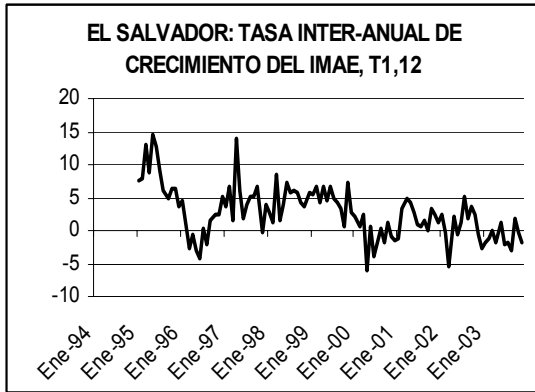
**Gráfico 7**



1.0 – 9.3

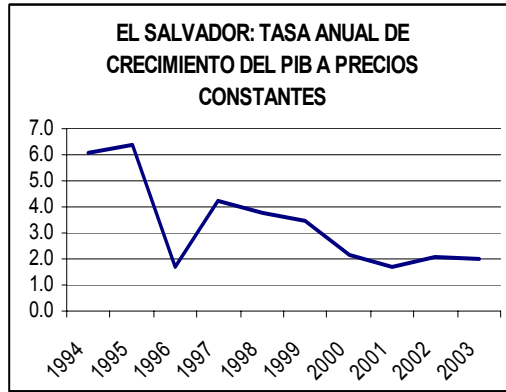
## El Salvador

**Gráfico 8**



Rango de variación: -6.2 – 14.4

**Gráfico 9**



1.7 – 6.4

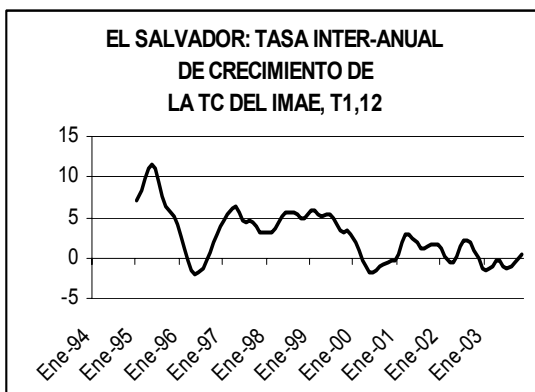
Modelo ARIMA:

Nivel IMAE (0,1,1)(0,1,1);  $\theta_1=-0.42$  y  $\theta_2=-0.68$ ;  $\gamma_a=3.0\%$ ; pascua y días comercio presentes.

No outliers.

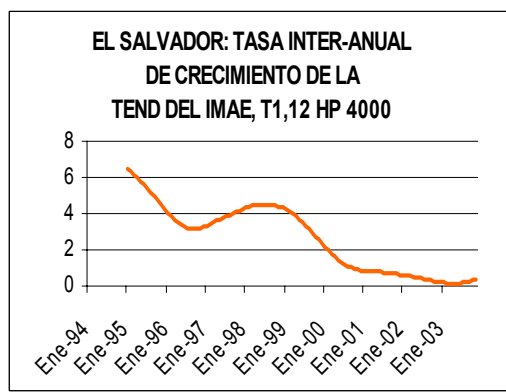
Parámetro del filtro HP:  $\lambda=4000$

**Gráfico 10**



Rango de variación: -1.8 – 11.5

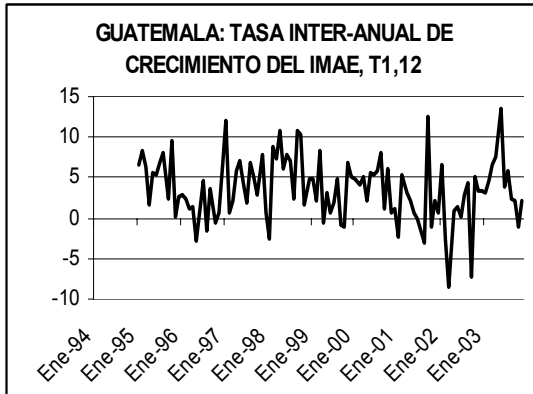
**Gráfico 11**



0.2 – 6.4

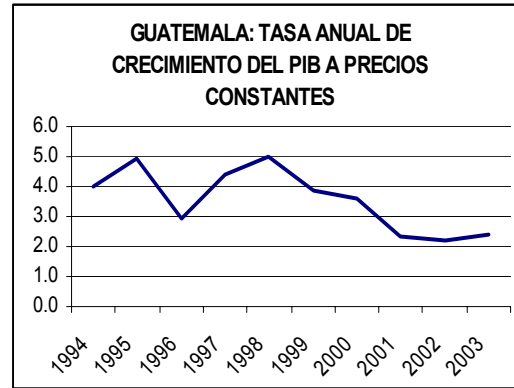
## Guatemala

**Gráfico 12**



Rango de variación: -8.5 – 13.5

**Gráfico 13**



2.2 – 5.0

Modelo ARIMA:

Log IMAE (0,1,1)(0,1,1);  $\theta_1=-0.74$  y  $\theta_2=-0.90$ ;  $\gamma_a=2.3\%$ ; No pascua ni días de comercio.

*Outliers*: 1 1997, 9 2001, 5 2003.

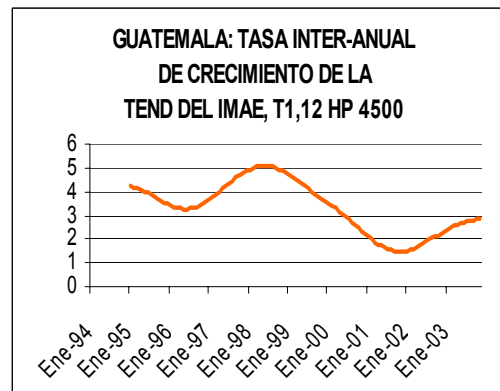
Parámetro del filtro HP  $\lambda= 4500$

**Gráfico 14**



Rango de variación: 0 – 6.7

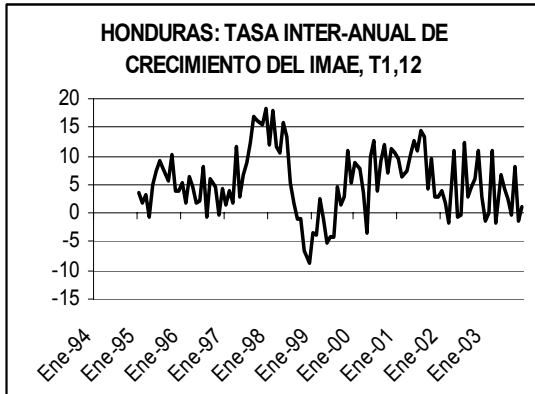
**Gráfico 15**



1.5 – 5.1

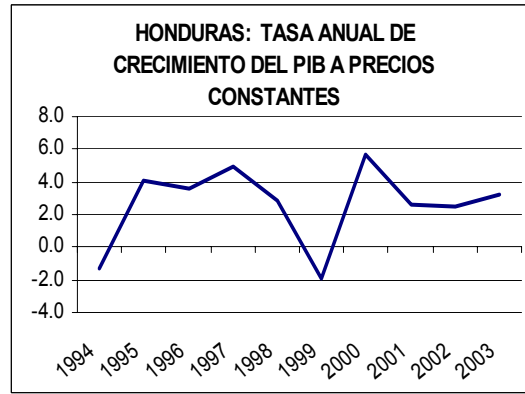
## Honduras

Gráfico 16



Rango de variación: -8.7 – 18.4

Gráfico 17



-1.9 – 5.7

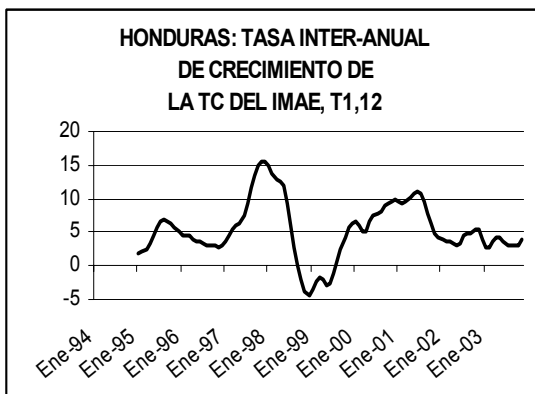
Modelo ARIMA:

Log IMAE (0,1,1)(0,1,1);  $\theta_1=-0.46$  y  $\theta_2=-0.61$ ;  $\gamma_a=3.5\%$ ; pascua y días de comercio presentes.

No outliers.

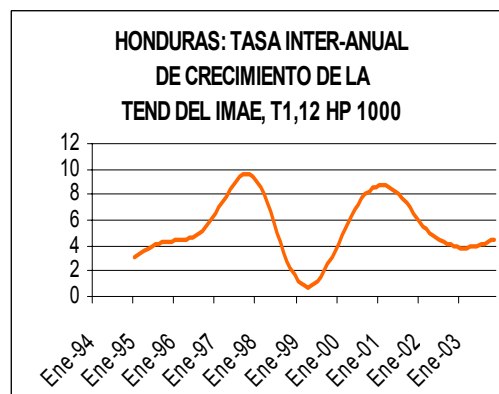
Parámetro del filtro HP  $\lambda=1000$

Gráfico 18



Rango de variación: -3.5 – 15.5

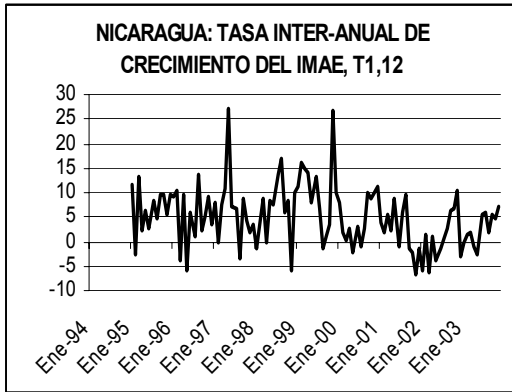
Gráfico 19



0.7 – 9.6

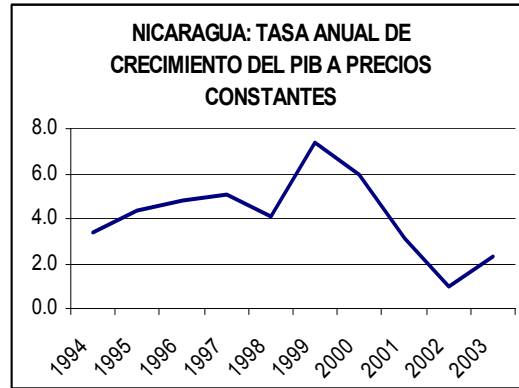
## Nicaragua

Gráfico 20



Rango de variación: -6.9 – 27.1

Gráfico 21



1.0 – 7.4

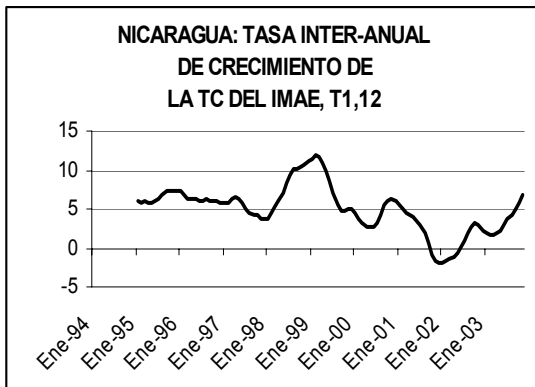
Modelo ARIMA:

Log IMAE (0,1,1)(0,1,1);  $\theta_1=-0.66$  y  $\theta_2=-0.67$ ;  $\gamma_a=4.1\%$ ; no pascua ni días de comercio.

Outliers: 5 1996, 11 1998.

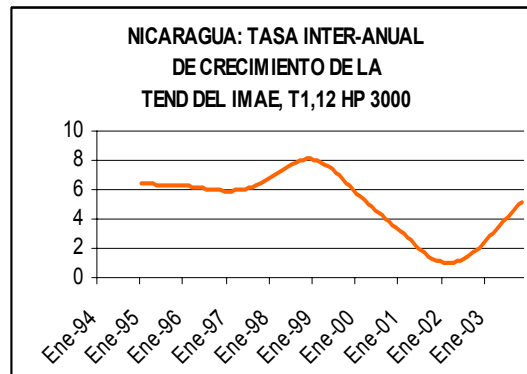
Parámetro del filtro HP  $\lambda=3000$

Gráfico 22



Rango de variación: -1.5 – 11.8

Gráfico 23



1.0 – 8.1

## 6- Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

6.1 Existen diferencias en el señalamiento de tasas de crecimiento anualizadas según el IMAE y el PIB anual. Ello se debe a diferencias en las estadísticas básicas o en metodológicas de construcción del IMAE y del PIB, o bien, a diferencias en la extracción de señales.

6.2 En aras de lograr la congruencia entre los dos indicadores de actividad y considerando la conveniencia de que la autoridad monetaria tenga una sola señal de crecimiento de corto plazo, debieran conciliarse tales diferencias en la medida de lo posible. Desde el punto de vista del usuario, esto aumenta la confianza en las estimaciones del PIB y del IMAE.

6.3 La conciliación es posible con un mejoramiento de la base estadística y cobertura del IMAE y un adecuado procedimiento de extracción de señales y cálculo de tasas de crecimiento.

### Recomendaciones

6.4 Es necesario continuar con el mejoramiento de la estadística básica de los indicadores de corto plazo, en donde los mayores esfuerzos están en el área de encuestas.

6.5 Utilizar modelos estocásticos y programas basados en modelos y filtros estocásticos en el ajuste de modelos y extracción de señales del IMAE. TRAMO/SEATS para Windows constituye una buena opción.

6.6 Calcular tasas de crecimiento inter-anales a partir de la serie de tendencia de largo plazo del IMAE, pues es la que mejor aproxima el comportamiento de la demanda efectiva real y guarda mayor armonía con el rango de variación del crecimiento del PIB anual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kaiser R. and Maravall A. (1999) "Estimation of the business cycle: a modified Hodrick-prescott Filter". *Spanish Economic Review*. 1, 175-206.

Kaiser R. and Maravall A. (2002) "A Complete Model-Based Interpretation of the Hodrick-Prescott Filter: Spuriousness Reconsidered". Universidad Carlos III de Madrid.

Maravall A. and del Río A. (2001) "Time Aggregation and the Hodrick-Prescott Filter". Banco de España, Documento de Trabajo # 0108.

Harvey A. and Jaeger A. (1993) "Detrending, stylized Facts and the Business Cycle", *Journal of Applied Econometrics* 8, 231-247.

Prescott E. (1986) "Theory ahead of Business Cycle Measurement". *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 25: 11-66.