

BANCO CENTRAL DE COSTA RICA
DIVISIÓN ECONÓMICA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS
DIE-EC-06-97/R
JUNIO, 1997

**“USO DE LOS COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD SEMANAL PARA
ESTIMAR EL SALDO DE LA EMISIÓN MONETARIA:
PROPUESTA METODOLÓGICA”**

Evelyn Muñoz Salas

RESUMEN

Este documento expone una técnica para desestacionalizar series de tiempo de periodicidad semanal, con el objetivo de obtener factores estacionales que faciliten la estimación del comportamiento intramensual de los agregados monetarios, campo en el cual ha demostrado ser bastante efectiva.

En esta oportunidad la aplicación se realiza con la emisión monetaria semanal. Los resultados obtenidos hasta el momento han sido utilizados por la Sección de Programación Financiera para aproximar el comportamiento semanal de este agregado.

*DOCUMENTO DE TRABAJO DEL BANCO CENTRAL DE COSTA RICA, ELABORADO EN LA DIVISIÓN
ECONÓMICA, DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS*

*LOS CRITERIOS, ANÁLISIS Y CONCLUSIONES REPRESENTAN LA OPINIÓN DE SUS AUTORES, CON
LOS QUE NO NECESARIAMENTE PODRÍA COINCIDIR EL BANCO CENTRAL DE COSTA RICA*

I. INTRODUCCION

Las variables monetarias son objeto de seguimiento no solo anual y mensual, sino semanal, incluso hasta diario, en razón de su relación con variables como precios, producción, empleo, entre otras.

Esta relación entre variables se hace explícita en la formulación del programa monetario para el Sistema Bancario Nacional que elabora anualmente el Banco Central de Costa Rica, el cual es empleado como instrumento en la formulación de la política monetaria. En la coyuntura actual, se busca una programación monetaria cada vez de más corto plazo, semanal y de ser posible diaria.

Dado que a través de este programa es posible identificar los instrumentos de política con los cuales se deben alcanzar los objetivos, se hace necesario un seguimiento de corto plazo que permita conocer si en determinado momento se están presentado desvíos respecto a la meta, con el fin de tomar las medidas correctivas pertinentes.

Las metas establecidas para el comportamiento de los diferentes agregados son utilizados por el Banco Central como guía para definir su participación en el mercado monetario, de ahí la importancia del seguimiento cercano de éstas.

Un factor determinante en este aspecto es el mecanismo de subasta conjunta de títulos entre el Ministerio de Hacienda y el Banco Central de Costa Rica, establecido a inicios de 1996. La convocatoria a subasta se realiza actualmente una vez a la semana, a esta convocatoria el Banco Central debe llevar definido el monto que debe captar de acuerdo al programa monetario.

Hasta el momento el Departamento Monetario del Banco Central cuenta con estimaciones mensuales apropiadas de las variables de interés compatibles con las metas de crecimiento anual de los agregados; no obstante, a partir de éstas deben buscarse métodos que permitan una adecuada aproximación del comportamiento futuro de las series semana a semana.

El presente trabajo pretende explorar algunas alternativas que apoyen a los encargados de formular la programación monetaria en aspectos concretos como son obtener estimaciones semanales del agregado Emisión Monetaria a partir de la información anual y mensual de los mismos. Este procedimiento podrá ser extendido a otros agregados como los Depósitos Bancarios.

Para ello se recurre a algunas metodologías propuestas a mediados de la década de los ochenta, realizando algunas adaptaciones que se consideraron necesarias, y otras técnicas diseñadas durante los años 90. Debe aclararse que como complemento a lo aquí presentado, el DIE se encuentra estudiando nuevas opciones para realizar esta tarea, las cuales serán dadas a conocer en su momento.

Debe mencionarse que en Costa Rica la experiencia en aspectos de estacionalidad semanal es escasa, únicamente se tiene referencia de un ejercicio realizado por el Consejo Monetario Centroamericano aplicado al Medio Circulante.¹

Este documento está estructurado de la siguiente forma: en la sección II se presentan algunas generalidades metodológicas de las técnicas que se emplean para la desestacionalización de series de tiempo; en la sección III se detalla el procedimiento seguido en este trabajo y los principales resultados; finalmente, la sección IV expone algunas observaciones generales.

II. DESESTACIONALIZACION DE SERIES DE PERIODICIDAD SEMANAL

¹ Véase, Hernández, Sandra. (1993).

Para interpretar los movimientos de una serie de tiempo de periodicidad subanual y facilitar su pronóstico, es necesario remover los movimientos estacionales y los irregulares, con el fin de observar mejor el efecto que tienen los componentes de tendencia y ciclo pero especialmente este último. La obtención de estimaciones del patrón estacional se facilita en razón de su carácter repetitivo. Este procedimiento se facilita con las técnicas de descomposición de series de tiempo en las cuales se recurre a la desestacionalización. Es importante considerar que los patrones estacionales pueden cambiar en el tiempo ya sea en forma abrupta o progresiva.

Debe mencionarse que la mayoría de las técnicas actualmente disponibles para la desestacionalización de series de tiempo son apropiadas para datos de periodicidad mensual o trimestral, y no tanto semanal ni diaria.²

Las técnicas empleadas para realizar ajustes estacionales han sido hasta ahora de diversa índole, desde modelos univariados o multivariados hasta modelos econométricos o estadística descriptiva. No obstante, entre ellos, los más exitosos pueden clasificarse en: modelos de regresión, y modelos de series de tiempo.

Los modelos de regresión son más adecuados cuando la estacionalidad es del tipo determinístico, de forma que el modelo que se estime puede pronosticar prácticamente sin error. Lo anterior debido a que se diseñan para estimar un comportamiento estacional promedio dando a cada observación igual peso.

Es factible aplicar el método de regresión a series de cualquier periodicidad. En series mensuales y trimestrales las variables que recogen la estacionalidad toman valores 0 y 1; en series semanales se utilizan funciones sinusoidales (agregados de senos y cosenos) de distintas frecuencias.³

Por otro lado, los modelos de series de tiempo son más apropiados en el caso de que la serie presente una estacionalidad estocástica, dado que el modelo se adaptará a los cambios que muestre el patrón de la serie a lo largo del tiempo.

No obstante en la práctica es común pensar que las series muestren ambos tipos de estacionalidad. Bajo este supuesto es que durante la década de los ochenta, varios investigadores, encabezados por David A. Pierce,⁴ se dieron a la tarea de diseñar una metodología para desestacionalizar series de tiempo integrando la técnica de regresión con aspectos de los modelos de series de tiempo (método mixto)⁵. Este enfoque es conocido como "ajuste estacional basado en modelos" (model-based).

Esta técnica ha sido empleada en forma exitosa para desestacionalizar agregados monetarios con periodicidad semanal, en vista de que en la series semanales, este método remueve mucho del efecto estacional y reduce la dependencia de estacionalidad estocástica entre observaciones distantes.

A grandes rasgos consiste en ajustar inicialmente un modelo de regresión, para lo cual se requiere una especificación matemática general que sea capaz de describir la serie de datos y luego

² Recientemente el DIE recibió dos paquetes estadísticos procedentes del Banco de España, los cuales complementan estos resultados, sin embargo aún se está en una etapa de estudio y revisión del material.

³ Obcit. Hernández, Sandra (1993).

⁴ Véase, Pierce, David, Michael R. Grupe y William P. Cleveland. (1984).

⁵ El Banco de la Reserva Federal hace uso de este método con ayuda de un paquete que requiere de un compilador Fortran para su ejecución. Véase, Cleveland, WP (1986).

estimar los valores específicos de los parámetros. Como segundo paso se ajusta un modelo estocástico ARIMA a los residuos de la regresión en caso de que éste sea necesario. Finalmente, se procede a ajustar ambas partes del modelo en forma conjunta, lo cual permite redefinir algunos parámetros. De acuerdo a lo anterior se estima la parte estocástica y determinística del componente estacional que sumados brindarían la estacionalidad de la serie. De esta forma, los modelos se ajustan a las características particulares de cada variable.

Para algunas series de tiempo toda la estacionalidad se captura con el modelo de regresión y la parte estocástica no es necesaria.

Seguidamente se expone a grandes rasgos el procedimiento para la estimación de la estacionalidad determinística con el método de regresión, basado en Pierce et.al. (1984).

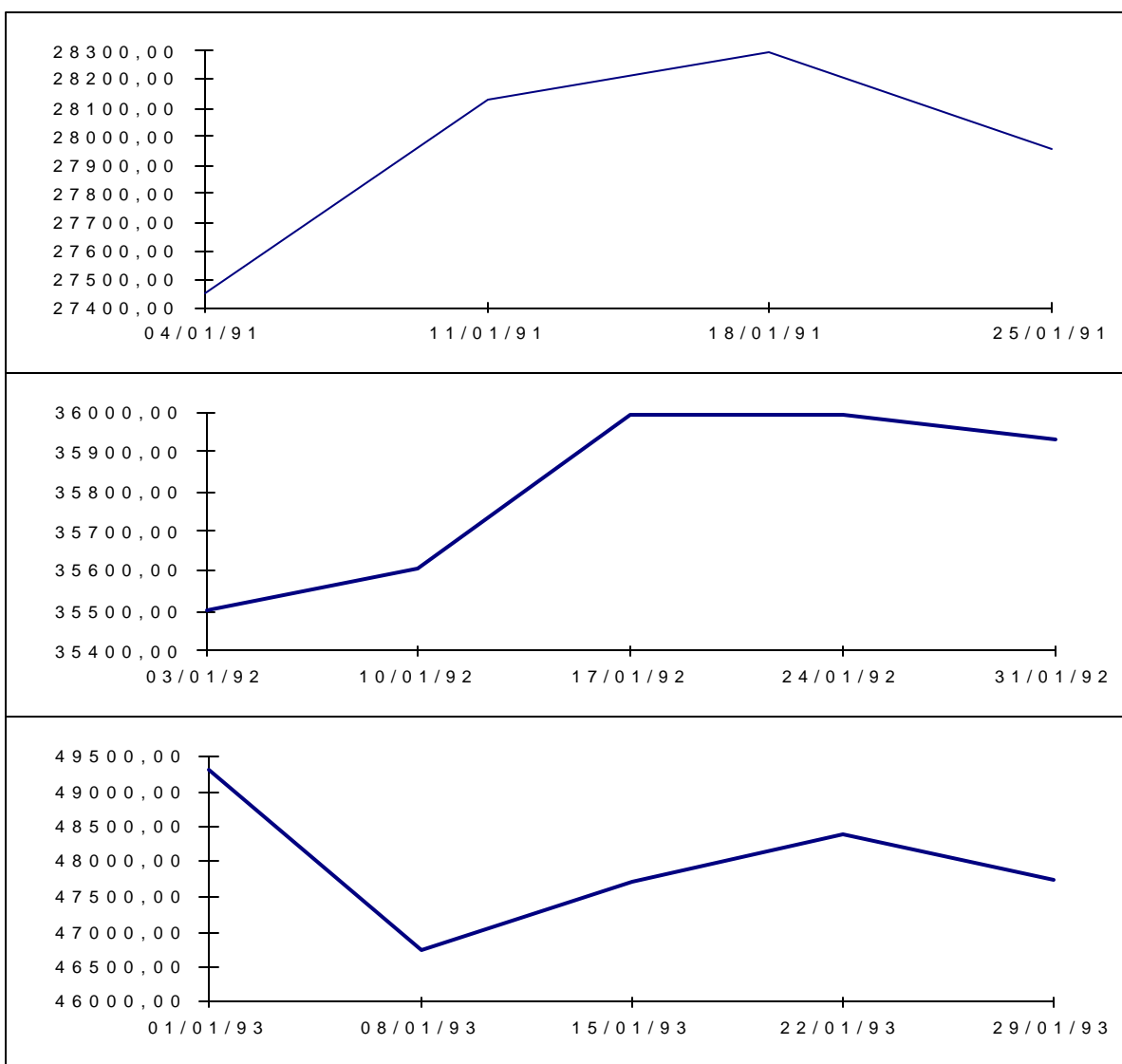
Para realizar un ajuste estacional en series de periodicidad semanal debe tenerse en consideración aspectos que se relacionan entre sí, tales como :

- En el año no hay un número fijo de semanas, ⁶ por lo que variables dummy semanales no pueden capturar ningún patrón determinístico fijo, en tanto para variables mensuales si lo pueden hacer
- Lo anterior implica que la ubicación de una semana dentro del año varía año con año.
- Por último, hay mayor movilidad de los días feriados entre semanas que entre meses.

A manera de ilustración, y siguiendo a los autores consultados, se pueden ilustrar algunos de estos aspectos representando en forma gráfica el comportamiento de las semanas según la fecha del primer viernes de cada mes para los enero de los años 1991, 1992 y 1993 . Véase el gráfico siguiente.

⁶Los años bisiestos contienen 52 semanas y dos días, y en los años regulares se tienen 52 semanas y un día.

EMISION MONETARIA DE LOS MESES DE ENERO AÑOS 1991,1992 Y 1993



Con el objetivo de solventar estos inconvenientes es que, se propone trabajar con funciones trigonométricas que relacionen los días del mes para capturar los efectos dentro del mes ($M(t)$), y los días del año ($A(t)$) para capturar los efectos entre meses.⁷

Así un patrón periódico anual puede expresarse como una combinación lineal de senos y cosenos de diferentes frecuencias que representan la estacionalidad de cada día del año. De igual forma puede procederse para expresar un patrón periódico mensual. La experiencia de los autores dice que por lo general solo son necesarias unas pocas frecuencias anuales y mensuales para representar los movimientos estacionales de los agregados monetarios semanales, lo anterior dado que estas series presentan patrones bastante regulares. Este hecho permite cumplir con el principio de parsimonia en los parámetros.

⁷ La versión definitiva de este documento profundizará en el uso de estas funciones trigonométricas.

Así, la representación matemática del modelo es de la forma :

$$w_t = \sum_{i=1}^k \left(a_i \operatorname{sen} \frac{2\pi i A_{(t)}}{N_a} + b_i \operatorname{cos} \frac{2\pi i A_{(t)}}{N_a} \right) + \sum_{i=1}^l \left(c_i \operatorname{sen} \frac{2\pi i M_{(t)}}{N_m} + d_i \operatorname{cos} \frac{2\pi i M_{(t)}}{N_m} \right)$$

donde,:

N_a : número de días en el año (365 o 366) en el cual termina la semana t .

N_m : número de días en el mes (28, 29, 30 o 31) en el cual termina la semana t .

$A_{(t)}$: día del año en que termina la semana t .

$M_{(t)}$: día del mes en que termina la semana t .

Estos modelos brindan la gran facilidad de que se puede incorporar a ellos variables que capturen el efecto de eventos estacionales que no son explicados por las frecuencias y que cambian de fecha año con año, tal es el caso de por ejemplo la Semana Santa. Otro tipo de modificaciones que pueden aplicarse a estos modelos son las variables de intervención asociadas a eventos que afecten la tendencia de las series o que provoquen una perturbación temporal en la misma. Estos efectos pueden expresarse como variables dummy. La estimación de los coeficientes de regresión no proporciona directamente los factores estacionales, sino que facilitan su obtención.

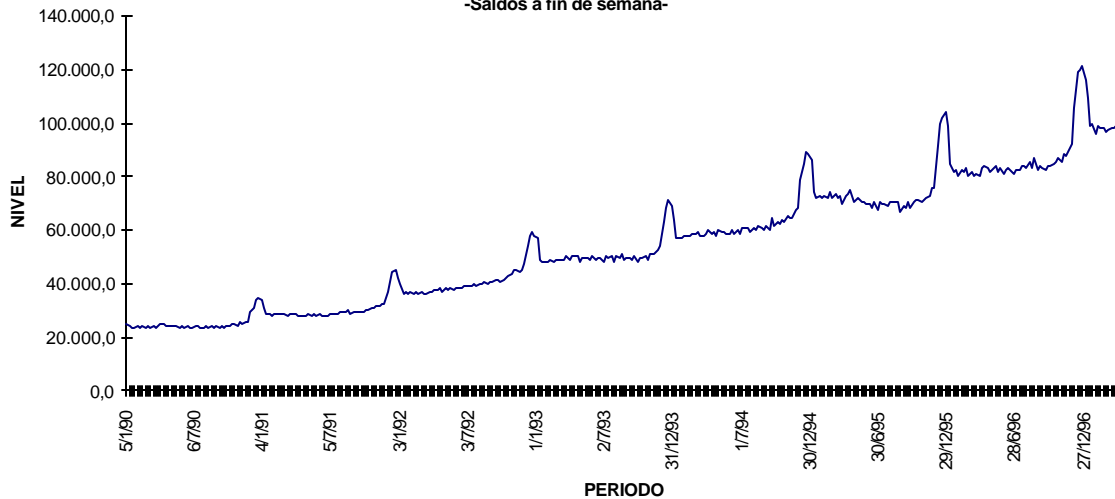
En este documento se hará uso de la técnica de regresión para ajustar por estacionalidad a la serie Emisión Monetaria, Saldos a viernes de cada semana.

III. ESTIMACION DEL COMPONENTE ESTACIONAL DE LA EMISION MONETARIA

En el gráfico No.1 se muestra el comportamiento de la emisión monetaria semanal en millones de colones corrientes medida como saldos a viernes. El período de análisis comprende enero de 1990 a febrero de 1997, lo que significa 378 semanas.⁸

⁸ La información básica para este estudio fue suministrada por la Sección de Programación Financiera.

GRAFICO No.1
COSTA RICA: EMISION MONETARIA
-Saldos a fin de semana-



Al igual que otros agregados monetarios, se evidencia tanto el efecto de la tendencia como de un patrón estacional marcado durante los meses de diciembre de cada año, el resto de las semanas del año se observa un patrón, más o menos similar.

Como se mencionó, en el proceso de descomposición de series de tiempo se recurre a algunas transformaciones con el fin de facilitar el trabajo de estimación. Por ejemplo se recomienda tomar transformaciones como logaritmos y primeras diferencias, la primera con el fin de disminuir la heterocedasticidad de la serie y la segunda para eliminar la tendencia; logrando con lo anterior que la serie sea estacionaria en la variancia y en la media.

Para el caso de la emisión monetaria parece oportuno utilizar una transformación logarítmica dado que la variabilidad de la serie cambia a lo largo del periodo. Con el objetivo de eliminar la tendencia de la serie se recurre primero a la estimación de este componente con el filtro de Hodrick y Prescott, y posteriormente éste se sustrae de la serie original.⁹ Este procedimiento evita tener que integrar nuevamente la serie luego de la estimación del modelo, como si se requiere en caso de trabajar con diferencias.

Tal como se indicó, es necesario incorporar inicialmente una variable que capture el efecto de la Semana Santa. A priori se decidió probar hasta 15 variables periódicas anuales y 5 mensuales,¹⁰ de esta forma la estimación del componente estacional se realiza ajustando un modelo de la siguiente forma¹¹:

$$L(emi) = C + \sum_{i=1}^{15} \left(a_i \sin \frac{2\pi i A_t}{Na} + b_i \cos \frac{2\pi i A_t}{Na} \right) + \sum_{i=1}^5 \left(g_i \sin \frac{2\pi i M_t}{Nm} + d_i \cos \frac{2\pi i M_t}{Nm} \right) + IPASCUA_t + e_t$$

⁹ Véase, Kikut y Muñoz (1992)

¹⁰ En el cuadro No. 1 del anexo 2 se presentan las funciones periódicas calculadas haciendo referencia al viernes de cada semana.

¹¹ El ajuste del modelo se realizó con el paquete computacional SPSS en razón del volumen de información que es necesaria.

La bondad del ajuste del modelo así definido fue bastante satisfactoria, un R^2 ajustado de 95.4% y un error estándar de 1.5%. Sin embargo el estadístico Durbin-Watson es de 1.05, lo cual indica la presencia de autocorrelación en los residuos.

La variable Pascua no fue estadísticamente significativa, esto puede atribuirse a que durante estos días, lo que se produce es más bien un cambio en la composición de la emisión monetaria, no en su volumen, a diferencia de lo que ocurre con otros agregados como el medio circulante.

Analizando los correlogramas simple y parcial de los errores del modelo, se confirma la presencia de un parámetro autorregresivo, el cual deberá incorporarse al ajuste final.

Como siguiente paso se reestimó el modelo considerando únicamente aquellas variables explicativas¹² cuyo coeficiente resultó ser estadísticamente diferentes de cero, y un parámetro autorregresivo en los errores. Los resultados se resumen en el cuadro No.1 siguiente.

¹² En el caso de que únicamente el seno o el coseno de una función periódica sea estadísticamente significativo, deben incluirse ambas en la regresión.

**CUADRO No.1
RESULTADOS DEL AJUSTE DE REGRESION**

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR	ESTADISTICO T
C10A	-,00356428	,00110412	-3,228169
C13A	,00233197	,00095429	2,443677
C14A	,00353397	,00091541	3,860528
C15A	,00261908	,00088263	2,967347
C1A	,05043531	,00177716	28,379800
C2A	,04479465	,00172847	25,915763
C2M	,01069027	,00073287	14,586939
C3A	,03205180	,00166220	19,282743
C3M	,00138383	,00084890	1,630156
C4A	,01886886	,00157731	11,962719
C5A	,01005509	,00149078	6,744850
C6A	,00118463	,00140082	,845667
C7A	-,00179600	,00131813	-1,362542
C8A	-,00284277	,00123891	-2,294577
C9A	-,00627781	,00116900	-5,370240
S10A	-,00195923	,00110594	-1,771548
S13A	-,00071098	,00095495	-,744515
S14A	-,00204680	,00091707	-2,231899
S15A	-,00188901	,00088306	-2,139172
S1A	,01549185	,00176629	8,770833
S2A	-,01509963	,00172398	-8,758584
S3A	-,02801066	,00165421	-16,932926
S2M	,00414722	,00073411	5,649303
S3M	-,00265204	,00084975	-3,120961
S4A	-,02290608	,00157531	-14,540686
S5A	-,02632964	,00148625	-17,715530
S6A	-,02432044	,00140083	-17,361479
S7A	-,01716674	,00131617	-13,042945
S8A	-,01116613	,00124005	-9,004575
S9A	-,00459353	,00116839	-3,931520
CONSTANT	-,00025214	,00126416	-,199455
AR(1)	,4213685	,04875468	

Múltiple R 0,9577217
R-Squared 0,9172308
Adjusted R-Squared 0,9097936
Standard Error 0,0141815

Lo anterior nos indicaría que la estacionalidad de la Emisión Monetaria se explica por variables que generan ciclos de frecuencia:

K = 1: anual	K = 9: 365/9
K = 2: semestral	K = 10: 365/10
K = 3: cuatrimestre	K = 13: 365/13
K = 4: trimestre	K = 14: 365/14
K = 5: dos meses y medio	K = 15: 365/15
K = 6: bimensual	n = 2: quincenal 30/2
K = 7: 365/7	n = 3: decimal 30/3
K = 8: 365/8	

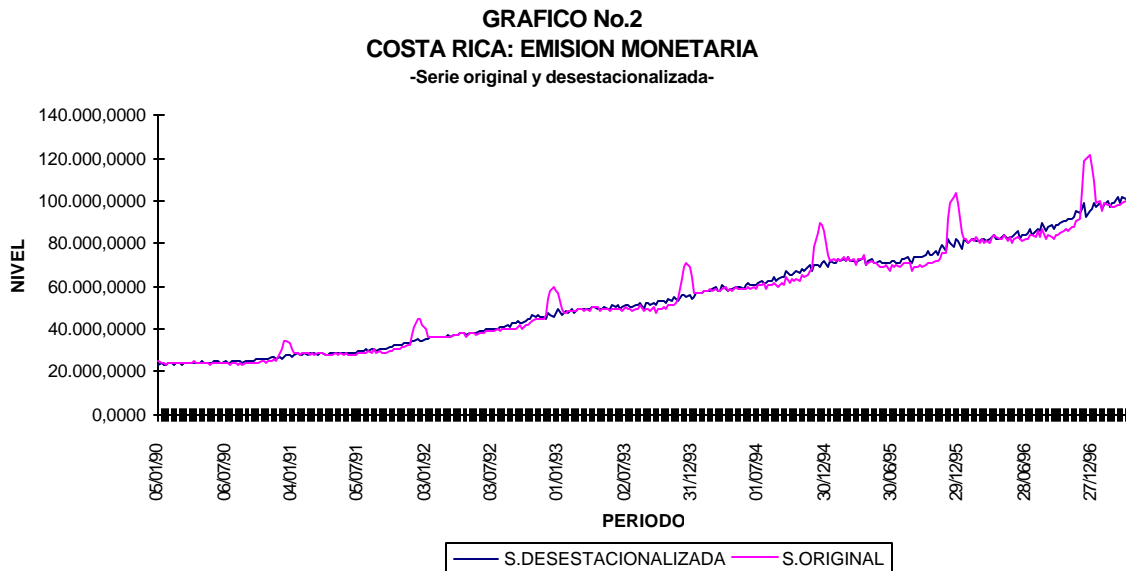
La bondad del ajuste obtenido es bastante buena, un 0,91, en tanto el error estándar es de solo 1,4%. Lo que brinda confianza para decir que los resultados anteriores permiten obtener una estimación apropiada del componente estacional de la serie y así una estimación de la emisión monetaria desestacionalizada, esto se logra resolviendo:

$$L(emt)_{aj} = L(emt) - \sum_{i=1}^n \left(a_i \sin \frac{2\pi i A_t}{Na} + b_i \cos \frac{2\pi i A_t}{Na} \right) - \sum_{i=1}^m \left(g_i \sin \frac{2\pi i M_t}{Nm} + d_i \cos \frac{2\pi i M_t}{Nm} \right) - w_i * Interv.$$

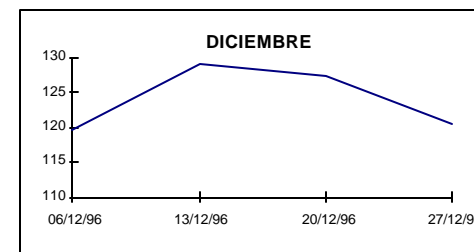
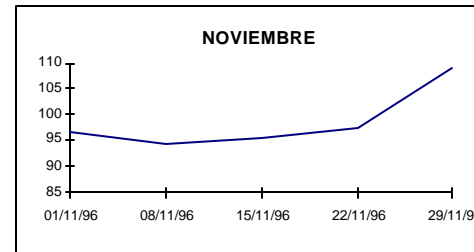
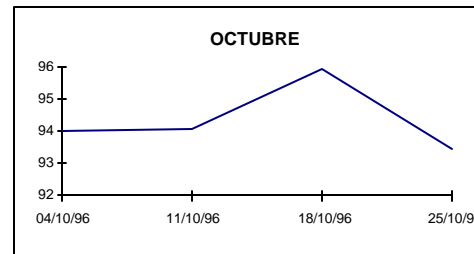
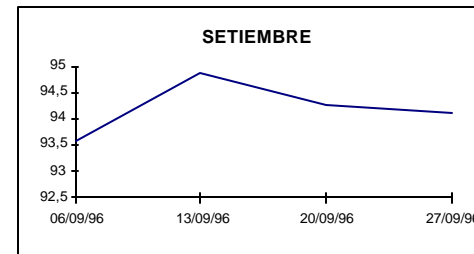
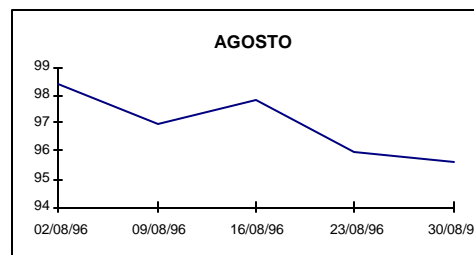
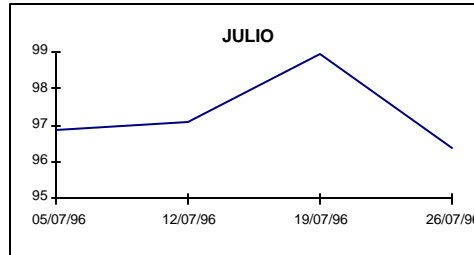
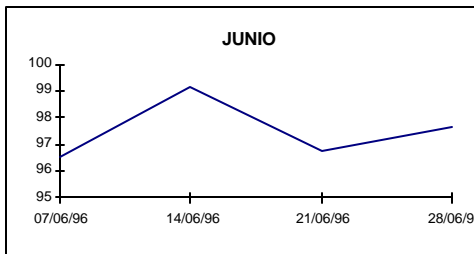
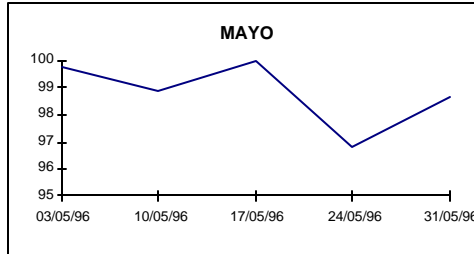
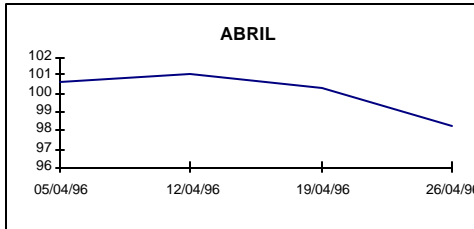
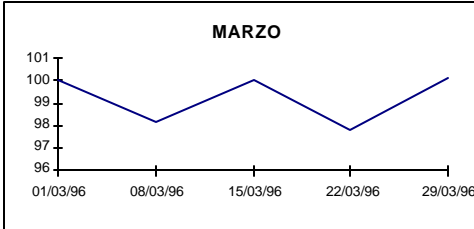
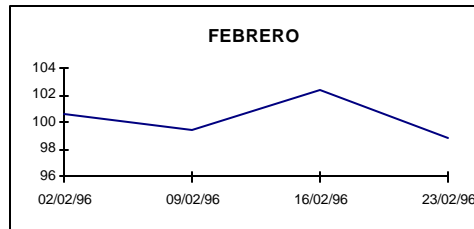
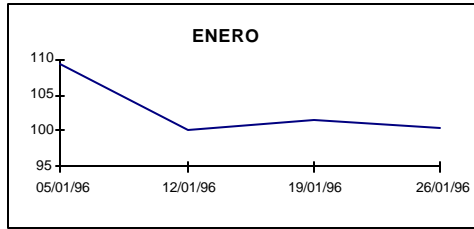
Es decir restando de la serie original el ajuste obtenido con el modelo, que corresponde a las variables periódicas y de intervención multiplicadas por su respectivo coeficiente. En este caso toda la estacionalidad de la serie está capturando en forma determinista.

EL Cuadro No.2 del Anexo muestra tanto la serie original y desestacionalizada de la emisión monetaria así obtenidos.

En el gráfico siguiente se muestra la serie original y desestacionalizada de la emisión monetaria semanal.



**COSTA RICA: EMISION MONETARIA
FACTORES ESTACIONALES SEMANALES
1996**



IV. COMENTARIOS GENERALES EN TORNO AL ESTUDIO

La estimación de los factores estacionales de series de periodicidad semanal es un tema que se está empezando a conocer en el Banco Central de Costa Rica, y del cual existen escasos antecedentes en el país. No obstante, se han realizado gestiones con otros Bancos Centrales a fin de intercambiar no solo bibliografía sino la experiencia en el campo específico.

Por el momento el intento que se realiza en este documento consiste un primer paso, en el cual se debe continuar avanzado, con el fin de obtener una herramienta que brinde apoyo a la programación financiera de muy corto plazo.

Cabe mencionar que el procedimiento seguido corresponde al propuesto por Pierce (1984), sin embargo se aplicaron algunas modificaciones con el fin de facilitar el manejo de la información dadas las herramientas computacionales con que cuenta el Banco Central.

La técnica aplicada a la Emisión Monetaria brindó en este caso un resultado satisfactorio pues el ajuste del modelo que estima el componente estacional de la serie brindó un R2 ajustado superior al 90%, y un bajo error residual.

Esto permite, por ejemplo, aplicar los coeficientes semanales de los meses del año 1996 al comportamiento de los saldos de los meses de 1997, con el fin de aproximar el comportamiento dentro del mes para la variable objetivo, o bien podría hacerse uso de promedios de los factores estacionales de los últimos años, sin embargo en un ejercicio realizado dentro de la muestra se presentaron mayores desvíos que al utilizar los datos del último año. Lo anterior parece indicar que el cálculo de los factores estacionales es sensible a las condiciones de la economía, por tanto es más recomendable utilizar los factores correspondientes al mes del año inmediato anterior, a menos que se considere que los últimos años hayan sido bastante estables puede justificarse el uso de promedios.

Los coeficientes de estacionalidad semanal estimados se presentan consistentes con los coeficientes estacionales de la emisión monetaria mensual, esto constituye una prueba indirecta sobre la bondad de la estimación.

Es importante mencionar que esta estimación de los coeficientes de estacionalidad está siendo utilizada actualmente por el Departamento Monetario del Banco Central de Costa Rica en la estimación de la emisión monetaria semanal, para efectos de la convocatoria semanal a subasta conjunta entre el Banco Central de Costa Rica y el Ministerio de Hacienda.

Los resultados hasta ahora obtenidos han presentado algunos desvíos que obedecen a factores perfectamente identificables y que no pueden ser previstos por el modelo, en estos casos el juicio de los expertos juega un papel primordial.

La metodología empleada en este documento brinda la gran ventaja de que puede adaptarse a series diarias como es de interés para la Sección de Programación Financiera.

Es recomendable que estos factores estacionales sean revisados al menos una vez al año, y evaluar su consistencia con los patrones mensuales.

V. BIBLIOGRAFIA

Cleveland, W.(1986) "Calendar Adjustments and Time Series" Special Studies Paper-Division of Research and Statistics, Federal Reserve Board. No.198, October

Copeland, Laurence y Wang, Peijie. (1993). "Estimating daily seasonal in financial time series". En: Economics letters. No 43. Pag. 1-4.

Hernández, Sandra. (1993). "Estacionalidad Semanal: una aplicación en el campo monetario" Reunión de técnicos de Bancos Centrales del Continente Americano. Montevideo Uruguay.

Kikut, Ana Cecilia y Muñoz, Evelyn. (1994) "El filtro de Hodrick y Prescott: una técnica para la extracción de la tendencia de una serie" Departamento de Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica. DIE-NT-03-94/R

Maravall, Agustín. (1996). "Unobserved Components in Economic Time Series" Banco de España. Documento de trabajo No.9609.

Pierce, David, Grupe, M y Cleveland, W. (1984) "Seasonal Adjustment of the Weekly Monetary Aggregates: A Model-Based Approach". En. Journal of Business and Economic Statistics. Vol 2 No.3 July.

munoze@bccr.fi.cr

F:\...IEC\EC97\EC0697\R.DOC

ANEXOS

ANEXO No. 1 CALENDARIZACION DE SERIES DE TIEMPO¹

Las siguientes notas fueron escritas por WP:Cleveland con el fin de aclarar el procedimiento que emplea un programa diseñado para ser ejecutado con ayuda de un compilador Fortran en el Federal Reserve Board , no obstante las bases resultan útiles para ilustrar el uso de funciones sinusoidales para la estimación de factores estacionales en series de periodicidad semanal.

El proceso de modelización se complica un poco cuando los efectos estacionales no son eventos perfectamente espaciados, como sucede en el caso de los datos de periodicidad semanal o de ciertos días festivos. Un procedimiento computacional que se base en el calendario resulta muy útil para estimar y remover estos patrones.

La forma más simple de estacionalidad determinística es un patrón que se repite año con año. Este patrón es modelado usando dummies estacionales. Esto se refiere a una regresión sobre variables indicadoras que representan períodos igualmente espaciados, como en meses o trimestres. La matriz que se emplea para el caso de series trimestrales es como la siguiente.

Y	Q	X1	X2	X3
1	1	1	0	0
1	2	0	1	0
1	3	0	0	1
1	4	-1	-1	-1
2	1	1	0	0
2	2	0	1	0
2	3	0	0	1
2	4	-1	-1	-1

Con esta parametrización, los tres coeficientes representan la desviación estacional de los primeros tres trimestres respecto del nivel de la serie. El programa que se mencionó al inicio genera automáticamente una matriz de acuerdo con las fechas de inicio y fin de la serie. Las estimaciones iniciales de este modelo son hechas generalmente en diferencias para eliminar el efecto de la tendencia. La regresión deberá realizarse con la matriz en diferencias más un término de intersección de la siguiente forma:

Y	Q	X1	X2	X3	μ
1	2	-1	1	0	1
1	3	0	-1	1	1
1	4	-1	-1	-2	1
2	1	2	1	1	1
2	2	-1	1	0	1
2	3	0	-1	1	1
2	4	-1	-1	-2	1

En el caso de series de periodicidad semanal, la estacionalidad no es precisamente periódica en términos de los intervalos de datos por lo que una matriz diseñada de la forma anterior para una periodicidad de 52 no es adecuada. La matriz primaria que se diseña para las series semanales se basa en funciones de senos y cosenos para representar la estacionalidad de cada día del año. Una semana que termina en un día particular del año se asocia con la posición correcta en la curva estacional. El hecho de que los lunes caigan en diferentes días año con año se toma en cuenta.

¹ Este anexo se basa en Cleveland, WP. "Calendar adjustment and time series". (1986).

Esto puede verse como estableciendo un patrón periódico a intervalos regulares no relacionados con el patrón periódico fundamental.

Un día dado de la semana puede caer en diferentes días del mes cada mes. Es posible generar funciones trigonométricas basadas en el día del mes para modelar los efectos intramensuales. Dado que un día dado del mes también corresponde a algún día del año, se puede emplear el diseño de los días dentro del año para modelar los efectos entre meses. Si el efecto es realmente el mismo para todos los meses, la parte del modelo intermensual tendrá pocos parámetros.

Esta técnica requiere de emplear pares de senos y cosenos para un frecuencia particular, empezando con la fundamental. La representación del modelo es la siguiente tal como se menciona en el texto del documento:

$$w_i = \sum_{i=1}^k \left(a_i \operatorname{sen} \frac{2\pi i A_{(t)}}{N_a} + b_i \operatorname{cos} \frac{2\pi i A_{(t)}}{N_a} \right) + \sum_{i=1}^l \left(c_i \operatorname{sen} \frac{2\pi i M_{(t)}}{N_m} + d_i \operatorname{cos} \frac{2\pi i M_{(t)}}{N_m} \right)$$

Las matrices diseñadas para este modelo que recogen los efectos del día del año y del día del mes, corresponden a las expansiones de Fourier de esos patrones.

Considerando los efectos “día del mes”, la frecuencia fundamental de un periodo de un año y sus armónicas se representan cada una por pares de senos y cosenos. Un par determina la fase y amplitud de una curva de seno para una frecuencia particular. La forma en la cual esto puede agruparse para formar un patrón estacional se puede ver para el caso de una serie particular. Seguidamente se muestran los coeficientes:

-0.118 -0.096 -0.066 0.237 0.176 0.102

El diseño matricial correspondiente para las primeras semanas de cierto año son como sigue:

	sen(f)	sen(2f)	sen(3f)	cos(f)	cos(2f)	cos(3f)
1	0.00086	0.00172	0.00258	0.1000	0.09999	0.09997
2	0.01287	0.02554	0.03777	0.09917	0.09668	0.09259
3	0.02470	0.04787	0.06808	0.09690	0.08780	0.07325
4	0.03617	0.06744	0.08958	0.09323	0.07383	0.04444
5	0.04712	0.08312	0.09951	0.08820	0.05560	0.00988
6	0.05738	0.09399	0.09657	0.08190	0.03416	-0.02595

Los tres componentes estimados anteriormente son:

$$f_1 = -0.118 \operatorname{sen}\left(\frac{2\mathbf{p}t}{365}\right) + 0.237 \operatorname{cos}\left(\frac{2\mathbf{p}t}{365}\right)$$

$$f_2 = -0.096 \operatorname{sen}\left(\frac{4\mathbf{p}t}{365}\right) + 0.176 \operatorname{cos}\left(\frac{4\mathbf{p}t}{365}\right)$$

$$f_3 = -0.066 \operatorname{sen}\left(\frac{6\mathbf{p}t}{365}\right) + 0.102 \operatorname{cos}\left(\frac{6\mathbf{p}t}{365}\right)$$

Estas funciones definidas pueden y deben ser complementadas con el análisis de intervención, buscando recoger efectos tales como la Pascua y aquellos valores atípicos que presente la serie particular.

CUADROS