

**Banco Central de Costa Rica  
División Económica  
Departamento de Investigación Económica  
DIE-37-2007-IT  
Informe Técnico**

***VALIDACIÓN DEL MODELO VAR LINEAL  
DE MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE LA POLÍTICA MONETARIA***

*Carlos Mora G.  
Carlos Torres G.*

**Julio 2007**

## TABLA DE CONTENIDO

Antecedentes .....	1
Modelo VAR Original.....	1
Modelo VAR Alternativo .....	2
Ajuste y Capacidad de Pronóstico de Ambos Modelos .....	3
Consideraciones Finales.....	4
Referencias Bibliográficas.....	5
Anexos .....	6
Anexo 1 Pruebas de Raíz Unitaria para las Variables del Modelo.....	7
Anexo 2 Prueba de Exclusión de Rezagos .....	8
Anexo 3 Prueba de Estabilidad del Modelo.....	9
Anexo 4 Prueba de Normalidad Multivariada de los Residuos .....	9
Anexo 5 Prueba de Correlación Serial de los Errores.....	10
Anexo 6 Prueba de Exclusión de Rezagos .....	11
Anexo 7 Prueba de Estabilidad del Modelo.....	11
Anexo 8 Prueba de Normalidad Multivariada de los Residuos .....	12
Anexo 9 Prueba de Correlación Serial de los Errores.....	13

## VALIDACIÓN DEL MODELO VAR LINEAL DE MECANISMOS DE TRANSMISION DE LA POLÍTICA MONETARIA

### **Antecedentes**

La proyección de inflación pasiva que efectúa el Departamento de Estadísticas Macroeconómicas del Banco Central de Costa Rica se realiza tomando en cuenta una combinación de pronósticos correspondientes a los siguientes cinco modelos: VAR lineal de mecanismos de transmisión de la política monetaria; VAR no lineal de precios del petróleo; modelo ARMA(6,3); Modelo de Títulos de Propiedad del Gobierno Central y modelo “ingenuo” (Hoffmaister, Saborío, Solano y Solera, 2001).

Acorde con la labor del Departamento de Investigación Económica de verificar periódicamente la idoneidad de los modelos econométricos o estadísticos utilizados en la División Económica, el objetivo de este Informe Técnico es validar el modelo VAR lineal mencionado, el cual fue originalmente propuesto en el documento de Flores, Hoffmaister, Madrigal y Villalobos (2000) y modificado en Hoffmaister et. al. (2001).

El resto del documento se organiza de la siguiente forma: la segunda parte presenta sucintamente el modelo utilizado actualmente (original), comentándose sus principales propiedades econométricas. La tercera propone un modelo VAR alternativo y menciona su diagnóstico econométrico. La cuarta parte evalúa el ajuste y la capacidad de pronóstico de ambos modelos y la quinta contiene las principales conclusiones.

### **Modelo VAR Original**

El modelo VAR lineal de mecanismos de transmisión de la política monetaria actualmente utilizado en la combinación de modelos de pronóstico de inflación puede representarse de la siguiente forma (reducida)<sup>1</sup>:

$$i = d_{11}(L) * i_{t-1} + d_{12}(L) * \Delta x_{t-1} + u_i$$

$$\Delta x = d_{21}(L) * i_{t-1} + d_{22}(L) * \Delta x_{t-1} + u_x$$

Donde:

*i* Tasa de interés de los Bonos de Estabilización Monetaria (BEM) a seis meses plazo (*bem\_6*).

$\Delta x$  Vector de *k*-1 variables endógenas domésticas compuesto por las tasas de crecimiento interanuales (en logaritmos) del índice mensual de actividad económica (*dlimae*); del índice de precios al consumidor doméstico (*dlipc*); del

<sup>1</sup> Se utiliza la misma notación que en Flores et. al (2000).

tipo de cambio nominal promedio de compra y venta de divisas (*dltc*) y del crédito al sector privado (*dlcpr*).

$d_{sj}(L)$  Polinomios de rezago de orden  $p$ .

$\mu_s$  Innovaciones en cada ecuación, tal que  $E[\mu]=0$  y  $E[\mu\mu]=\Omega$ .

Se incluyen como variables exógenas la tasa de interés de los bonos del Tesoro Americano a 90 días plazo (*tbill*) y una variable instrumental que toma el valor de 1 a partir de 1996, para capturar la desaceleración del ritmo de crecimiento de los precios desde esa fecha (*dummy*).

Se utiliza una muestra de datos mensuales del periodo 1989m1 2007m6. A lo largo de esta muestra las variables son estacionarias (Anexo 1).

Se especifican 6 rezagos en el VAR, sin embargo, los últimos tres no son conjuntamente significativos (Anexo 2).

El modelo es estable (Anexo 3). No obstante, sus errores conjuntos no se distribuyen como una densidad de probabilidad normal multivariada (Anexo 4)<sup>2</sup> y están autocorrelacionados (Anexo 5).

### **Modelo VAR Alternativo**

El modelo VAR alternativo que se propone en este proceso de validación considera la variable endógena tasa de interés de captación (bruta) del BCCR a 30 días (*tbc1*), como la tasa de interés de política monetaria, en vez de la tasa de interés de los BEM a 6 meses. Además, incorpora como variable exógena la tasa de crecimiento interanual del índice de precios al productor de EEUU (*dlippusa*), mientras mantiene la tasa de interés de los Bonos del Tesoro Americano a 90 días plazo (*tbill*) y la *dummy* mencionada al inicio.

Este nuevo modelo utiliza el mismo periodo muestral. Se especifican 5 rezagos, excluyendo el rezago de orden 4, pues no resultó significativo en forma conjunta, de forma que se supera la prueba de exclusión de rezagos (Anexo 6).

El VAR es estable (Anexo 7) y aunque sus errores conjuntos tampoco se distribuyen como una normal multivariada (Anexo 8), no están autocorrelacionados (Anexo 9).

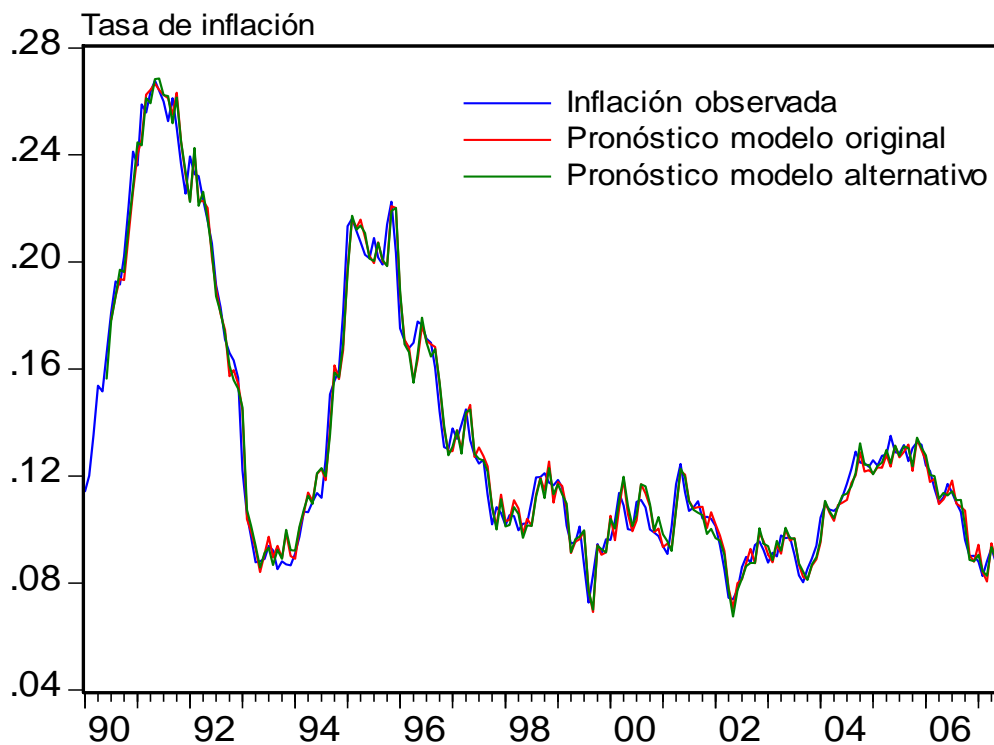
---

<sup>2</sup> Esta no es una limitación importante para la idoneidad del modelo.

## ***Ajuste y Capacidad de Pronóstico de Ambos Modelos***

Tanto el pronóstico de la inflación efectuado con el VAR original como el generado con el modelo alternativo se ajustan bastante bien a la inflación observada a lo largo de todo el periodo, como se muestra en el Gráfico 1.

**Gráfico 1. Tasas de inflación observada y pronóstico según modelo.**  
*Periodo 1990m1-2007m6.*



Complementariamente, se evalúa la capacidad de pronóstico de los modelos según la Raíz del Error Cuadrático Medio (*RMSE*).

**Cuadro 1. Modelos VAR para el pronóstico de la inflación:  
Capacidad de pronóstico según modelo**

Modelo	VAR original	VAR alternativo
Periodo efectivo	1990.07 2007.06	1990.06 2007.06
No. Observaciones	204	205
VARIABLES ENDÓGENAS	dlimae dlipc dltc dlcpri bem_6	dlipc dlimae dltc dlcpri tbc1
VARIABLES EXÓGENAS	c tbill dummy	c dlippusa tbill dummy
Rezagos del modelo	1-6	1-3, 5
Significancia conjunta de los rezagos	4, 5 y 6 no	Todos significativos
Autocorrelación	Orden 1 a 5	no
Estabilidad del modelo	Estable	Estable
RMSE 1990.12 2007.06	0.0065	0.0065
RMSE 2006.01 2007.06	0.0041	0.0030
RMSE 2007.01 2007.06	0.0042	0.0027

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el cuadro adjunto, el modelo alternativo iguala la capacidad de pronóstico del modelo original cuando se toma en cuenta toda la muestra efectiva (1990.12 2007.06). No obstante, el modelo alternativo supera la capacidad de pronóstico del original en los periodos más recientes; en particular, muestra una menor RMSE, tanto desde el 2006 como a partir del 2007.

### **Consideraciones Finales**

El modelo VAR alternativo posee rezagos conjuntos significativos en términos estadísticos, es estable y no presenta autocorrelación. Además, posee mayor capacidad de pronóstico que el modelo original al final de la muestra. De esta forma, es un modelo apropiado para la proyección de corto plazo de la inflación.

## **Referencias Bibliográficas**

Hoffmaister, Saborío, Solano y Solera (2001) “*Combinación de las proyecciones de inflación*”. Nota de Investigación No. 01-01, División Económica, Banco Central de Costa Rica, mayo

Flores, Hoffmaister, Madrigal y Villalobos (2000) “*Transmisión monetaria en Costa Rica*”, Nota de Investigación No. 3-00. División Económica, Banco Central de Costa Rica, Setiembre.

## **Anexos**

## Anexo 1

### Pruebas de Raíz Unitaria para las Variables del Modelo

*Cuadro 1 A. Pruebas de raíz unitaria para variables en niveles*

Variable	DF-GLS		Ng-Perrón (MZt)	
	ccct	ccst	ccct	ccst
bem_6	-3.782966	-1.313428***	-2.76303*	-0.25131***
tbc1	-3.513210	-0.838027***	-3.33167*	-0.52449***
dlimae	-3.190012	-2.933071	-2.88207*	-2.87556
dlipc	-3.847767	-3.663112	-4.03098	-0.76906***
dltc	-2.320740***	-2.234222*	-1.24264***	0.53516***
dlcpri	-3.118916*	-2.017130*	-6.07690	-6.04077
tbill	-1.924345***	-0.893037***	-2.00965***	-0.99502
dlippusa	-1.805324***	-1.614963**	-2.30260***	-2.13396*

\* (\*\*) (\*\*\*) No se rechaza la hipótesis nula de de raíz unitaria al 1% (5%) (10%). En otro caso, se rechaza dicha hipótesis.

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2 Prueba de Exclusión de Rezagos

VAR Lag Exclusion Wald Tests

Date: 09/21/07 Time: 15:27

Sample: 1990M01 2007M06

Included observations: 204

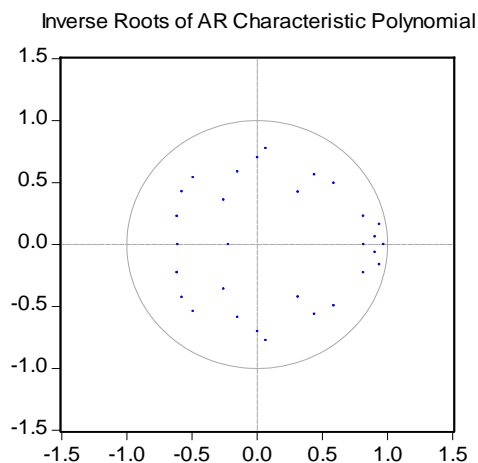
Chi-squared test statistics for lag exclusion:

Numbers in [ ] are p-values

	DLIMAE	DLIPC	DLTC	DLCPRI	BEM_6	Joint
Lag 1	19.05738 [ 0.001875]	296.3264 [ 0.000000]	254.1761 [ 0.000000]	182.3870 [ 0.000000]	222.4398 [ 0.000000]	985.3936 [ 0.000000]
Lag 2	2.133499 [ 0.830382]	25.45656 [ 0.000114]	4.807849 [ 0.439778]	10.11359 [ 0.072080]	29.20859 [ 2.11e-05]	69.33972 [ 4.82e-06]
Lag 3	11.82317 [ 0.037293]	11.86426 [ 0.036696]	7.368231 [ 0.194663]	8.044868 [ 0.153780]	10.80683 [ 0.055347]	47.53791 [ 0.004234]
Lag 4	0.381550 [ 0.995823]	2.682226 [ 0.748836]	5.934467 [ 0.312648]	1.963428 [ 0.854182]	8.735534 [ 0.120089]	18.73245 [ 0.809765]
Lag 5	9.265114 [ 0.098946]	5.285581 [ 0.382031]	5.190187 [ 0.393113]	1.848999 [ 0.869619]	7.953149 [ 0.158837]	29.80973 [ 0.231493]
Lag 6	6.665818 [ 0.246703]	4.112193 [ 0.533379]	1.741056 [ 0.883687]	1.316308 [ 0.933245]	3.990490 [ 0.550786]	18.68497 [ 0.811970]
df	5	5	5	5	5	25

### Anexo 3

#### Prueba de Estabilidad del Modelo



### Anexo 4

#### Prueba de Normalidad Multivariada de los Residuos

VAR Residual Normality Tests

Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)

H0: residuals are multivariate normal

Date: 07/24/07 Time: 10:24

Sample: 1990M01 2007M06

Included observations: 204

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	0.282966	2.722370	1	0.0990
2	0.043111	0.063191	1	0.8015
3	-0.220736	1.656632	1	0.1981
4	-1.756401	104.8881	1	0.0000
5	0.268679	2.454410	1	0.1172
Joint		111.7847	5	0.0000

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.727653	0.630472	1	0.4272
2	2.372950	3.342131	1	0.0675
3	21.13850	2796.544	1	0.0000
4	15.30716	1287.463	1	0.0000
5	4.136911	10.98682	1	0.0009

Joint	4098.966	5	0.0000
Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	3.352842	2	0.1870
2	3.405322	2	0.1822
3	2798.200	2	0.0000
4	1392.351	2	0.0000
5	13.44123	2	0.0012
Joint	4210.751	10	0.0000

### Anexo 5

#### Prueba de Correlación Serial de los Errores

VAR Residual Serial Correlation LM  
Tests

H0: no serial correlation at lag order h

Date: 07/24/07 Time: 10:23

Sample: 1990M01 2007M06

Included observations: 204

Lags	LM-Stat	Prob
1	38.59288	0.0404
2	45.15121	0.0080
3	46.59487	0.0055
4	36.70958	0.0615
5	54.01629	0.0007
6	33.11945	0.1281

Probs from chi-square with 25 df.

## Anexo 6 Prueba de Exclusión de Rezagos

VAR Lag Exclusion Wald Tests

Date: 07/26/07 Time: 14:59

Sample: 1988M01 2007M06

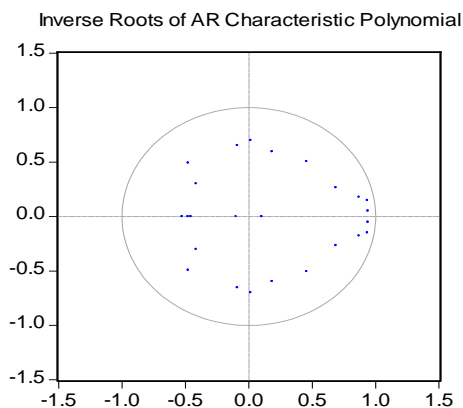
Included observations: 205

Chi-squared test statistics for lag exclusion:

Numbers in [ ] are p-values

	DLIPC	DLIMAE	DLTC	DLCPRI	TBC1	Joint
Lag 1	328.2188 [ 0.000000]	22.95981 [ 0.000344]	281.4196 [ 0.000000]	189.6371 [ 0.000000]	185.5236 [ 0.000000]	1010.136 [ 0.000000]
Lag 2	26.45577 [ 7.28e-05]	1.101939 [ 0.953932]	2.585582 [ 0.763555]	2.200534 [ 0.820759]	4.161906 [ 0.526349]	36.48676 [ 0.064532]
Lag 3	15.34212 [ 0.008996]	12.37169 [ 0.030035]	14.14561 [ 0.014710]	4.693771 [ 0.454383]	7.313651 [ 0.198339]	53.73198 [ 0.000720]
Lag 5	21.35483 [ 0.000694]	12.55348 [ 0.027942]	2.777238 [ 0.734282]	19.64699 [ 0.001455]	11.88112 [ 0.036454]	66.19894 [ 1.39e-05]
df	5	5	5	5	5	25

## Anexo 7 Prueba de Estabilidad del Modelo



## Anexo 8

### Prueba de Normalidad Multivariada de los Residuos

VAR Residual Normality Tests  
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)  
 H0: residuals are multivariate normal  
 Date: 07/26/07 Time: 14:59  
 Sample: 1988M01 2007M06  
 Included observations: 205

---



---

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	0.039594	0.053563	1	0.8170
2	0.251224	2.156373	1	0.1420
3	0.067039	0.153553	1	0.6952
4	-2.579890	227.4076	1	0.0000
5	-0.142020	0.689133	1	0.4065
Joint		230.4602	5	0.0000

---



---

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.753043	0.520937	1	0.4704
2	3.038108	0.012405	1	0.9113
3	27.49525	5125.147	1	0.0000
4	22.82929	3358.589	1	0.0000
5	6.112287	82.73741	1	0.0000
Joint		8567.007	5	0.0000

---



---

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	0.574500	2	0.7503
2	2.168778	2	0.3381
3	5125.301	2	0.0000
4	3585.997	2	0.0000
5	83.42655	2	0.0000
Joint	8797.468	10	0.0000

---



---

## Anexo 9

### Prueba de Correlación Serial de los Errores

VAR Residual Serial Correlation LM

Tests

H0: no serial correlation at lag order h

Date: 07/26/07 Time: 15:00

Sample: 1988M01 2007M06

Included observations: 205

---

---

Lags	LM-Stat	Prob
1	21.02581	0.6912
2	20.63445	0.7128
3	18.41788	0.8241
4	26.83245	0.3643
5	31.15764	0.1839

---

---

Probs from chi-square with 25 df.