

Banco Central de Costa Rica
División Económica
Nota de Investigación N° 01-01

COMBINACIÓN DE LAS PROYECCIONES DE INFLACIÓN*

Alexander W. Hoffmaister
Gabriela Saborío Muñoz
Ivannia Solano Chacón
Álvaro Solera Ramírez

Mayo, 2001

* Los autores agradecen los comentarios recibidos de William Calvo, Everardo Vargas, y Claudio Ureña.

1. INTRODUCCIÓN

Esta nota tiene el objetivo de combinar en una sola proyección las distintas proyecciones de inflación de modelos individuales recientes. En el tanto que las distintas proyecciones individuales reflejan información distinta e independiente, la proyección que combina esta información tiene el potencial de tener un error de proyección inferior al error de las proyecciones individuales. Lo que es más, en ningún caso los errores de proyección de la proyección combinada óptimamente exceden los errores de las proyecciones individuales del modelo individual más preciso. Dicho de otra manera, la combinación tiene el potencial de reducir los errores de proyección del mejor modelo individual, y en el peor de los casos no será mayor que este error.

Esta proyección combinada será la base para la construcción de las proyecciones que serán discutidas en el Informe de Inflación. En particular, las proyecciones combinadas que se obtienen en esta nota serán conjugadas con el juicio económico de la División Económica para derivar "los diagramas abanicos." Estos diagramas destilan el conocimiento del banco acerca de la evolución de la inflación para los próximos dos años, y por ello representan un insumo importante para la toma de decisiones en materia de política monetaria y fiscal.

Para combinar las distintas proyecciones se consideran varios métodos alternativos con el fin de determinar las ponderaciones que se necesitan para hacer la combinación. Para escoger entre los métodos alternativos, se calculan los errores de proyección resultantes y se evalúa su bondad de proyección. Para el método escogido se calculan los "intervalos de confianza" correspondientes.

Los resultados principales de esta nota son:

- Las proyecciones combinadas de la inflación son 9.9, 9.8, y 9.9 por ciento, respectivamente para diciembre 2001, diciembre 2002, y en 24 meses. Los intervalos de confianza de 50 (90) para estas proyecciones son 9.9 ± 0.6 (± 1.5), 9.8 ± 0.8 (± 1.8) y 9.9 ± 0.8 (± 1.9) por ciento respectivamente para diciembre 2001, diciembre 2002, y en 24 meses. Estas proyecciones son con base a datos a finales de marzo, y serán actualizadas conforme se cuente con datos adicionales.
- Aunque las proyecciones de la inflación (diciembre 2001, diciembre 2002, y en 24 meses) se han revisado hacia abajo en los primeros meses del año en curso, recientemente han sido revisadas hacia arriba. En gran medida esto refleja los aumentos de algunos precios regulados, particularmente los precios de la energía eléctrica.
- Las proyecciones son condicionales a la tasa de interés de Estados Unidos (letra del tesoro a 90 días) de 2.8 y 4.5 por ciento en promedio respectivamente en 2001 y 2002, y a una devaluación de siete por ciento en ambos años. Estas variables reflejan la política monetaria doméstica en el contexto de un régimen cambiario de mini-devaluaciones con una cuenta de capital abierta. Las proyecciones de la inflación, también son

condicionales a un precio promedio del barril de petróleo (Brent) de \$25.5 y \$22.5 respectivamente en 2001 y 2002.

- Las proyecciones suponen implícitamente que la política fiscal es la política que se ha manifestado históricamente en los datos. Es decir, suponen que la política fiscal se repite y por ello es sostenible en el transcurso de los dos años siguientes. Los modelos con los que se cuentan actualmente en el banco central no permiten modelar explícitamente la política fiscal, sin embargo modelos preliminares en este sentido se discuten en Hoffmaister y Sáenz, 2001. En ausencia de estos modelos, se puede ajustar las bandas de probabilidad en el contexto de un diagrama abanico en el Informe de Inflación para que estas capturen el hecho de que existe una mayor probabilidad de que la inflación se encuentre por arriba de la media si se espera que la política fiscal no es sostenible. Alternativamente, en este mismo contexto se puede mover toda la distribución hacia arriba para capturar las presiones que puede ejercer la política fiscal en la inflación.
- Las ponderaciones para obtener la proyección combinada son 0.00, 0.24, 0.35, y 0.41 respectivamente para los modelos ARMA, VAR, Petróleo, e Ingenuo. Estas ponderaciones se obtienen del método de regresión restringiendo las ponderaciones a sumar uno y a ser no negativas.
- La ponderación de aproximadamente 0.40 para el modelo Ingenuo refleja la evolución de la inflación en la década de 1990. Específicamente, esta ponderación tiende a compensar la tendencia de los modelos a proyectar una inflación consistente con el promedio de la inflación durante esta década, que excede la inflación en la segunda mitad de la década (vea Hoffmaister et al., 2000a).
- La ponderación cero para las proyecciones del modelo ARMA está asociada al hecho que estas proyecciones están altamente correlacionadas con las proyecciones de los otros modelos. Esto hace que estas proyecciones no contengan información adicional a las proyecciones de los otros modelos, y lleva a que la ponderación respectiva tienda a ser "negativa" o muy pequeña cuando se restringe las ponderaciones a ser no negativas.

El resto de la nota consiste de dos secciones. La segunda sección describe la metodología de la combinación de proyecciones y la elaboración de los intervalos de confianza. La tercera sección presenta los resultados de los métodos de combinación para la inflación, medida por la variación interanual del índice de precios al consumidor. Además esta nota contiene un apéndice que combina las distintas proyecciones del crecimiento económico, aunque los resultados no son satisfactorios con los modelos disponibles.

2. METODOLOGÍA DE COMBINACIÓN

Una proyección combinada es un promedio ponderado de distintas proyecciones. Estas proyecciones proceden de distintos modelos o fuentes y en el tanto reflejen información distinta (independiente) pueden llevar a una proyección con un error de proyección menor

que el error de las proyecciones independientes. En particular, la proyección combinada se puede expresar de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\mathbf{p}^C &= \mathbf{f}_1 \times \mathbf{p}_1 + \mathbf{f}_2 \times \mathbf{p}_2 + \dots + \mathbf{f}_k \times \mathbf{p}_k \\ &= \Phi' \cdot \Pi\end{aligned}$$

donde π^C , π_i , y ϕ_i son respectivamente la proyección combinada, la proyección del i -ésimo modelo, las ponderaciones que suman uno; Φ , y Π son vectores columna que contienen respectivamente las ponderaciones, y las proyecciones de los k modelos.

Considere el error de proyección de la combinación (diferencia entre la proyección y el dato observado), $\mathbf{e}^C = \mathbf{p}^{OBS} - \mathbf{p}^C$. De manera que el error de proyección combinado se puede expresar como:

$$\begin{aligned}\mathbf{e}^C &= \mathbf{f}_1 \times \mathbf{e}_1 + \mathbf{f}_2 \times \mathbf{e}_2 + \dots + \mathbf{f}_k \times \mathbf{e}_k \\ &= \Phi' \cdot \mathbf{E}\end{aligned}$$

donde \mathbf{e}_i son los errores de proyección del i -ésimo modelo que se agrupan en el vector \mathbf{E} ; la expresión utilizó el hecho de que $\mathbf{p}^{OBS} = \mathbf{f}_1 \times \mathbf{p}^{OBS} + \mathbf{f}_2 \times \mathbf{p}^{OBS} + \dots + \mathbf{f}_k \times \mathbf{p}^{OBS}$. Es decir, el error del modelo combinado es un promedio ponderado de los errores de los modelos individuales.

La variancia de los errores de la proyección combinada se puede expresar de la siguiente manera:

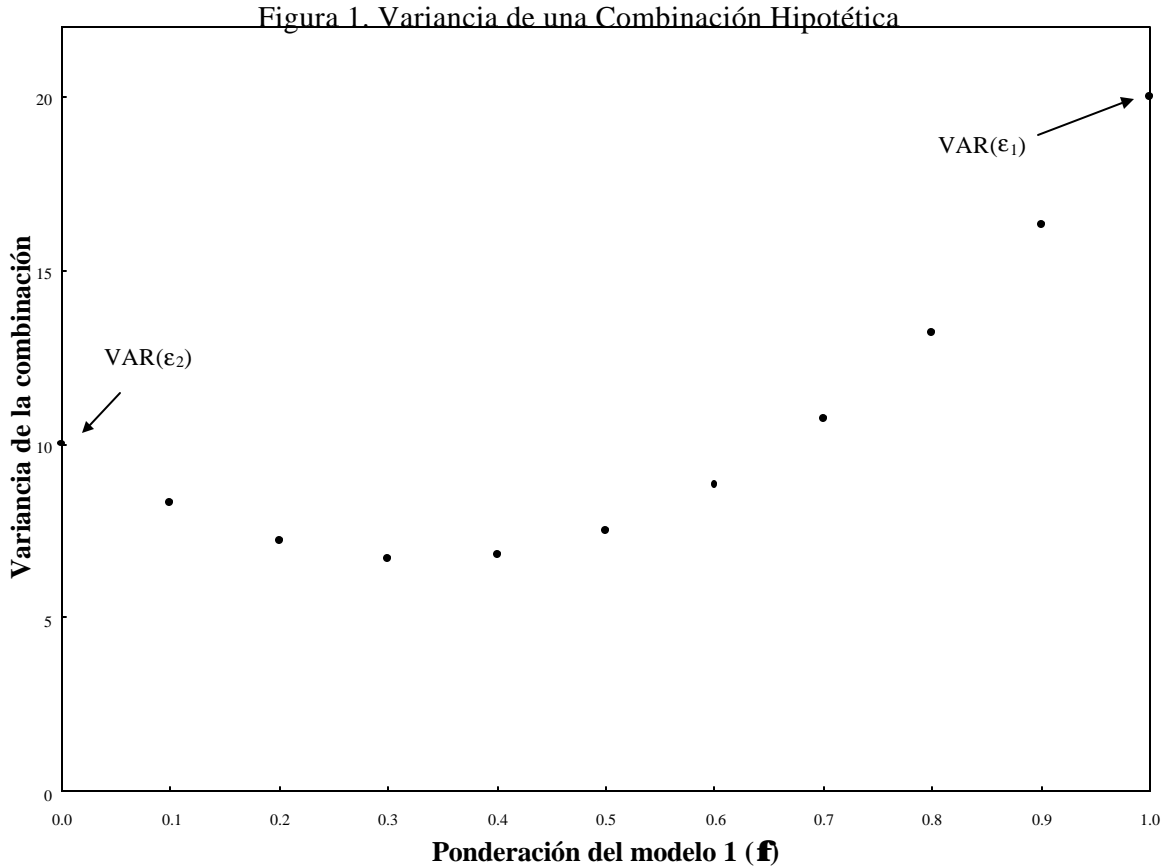
$$\begin{aligned}VAR(\mathbf{e}^C) &= E[(\mathbf{e}^C - E[\mathbf{e}^C])^2] \\ &= E[(\mathbf{e}^C)^2] \\ &= \Phi' \cdot \Sigma \cdot \Phi\end{aligned}$$

donde se ha tomado $E[\mathbf{e}^C]=0$, es decir las proyecciones de los modelos individuales son insesgadas, y Σ es la matriz de variancia y covariancia de los errores de proyección de los modelos. Para el caso donde existen dos modelos, $k=2$, la variancia del error de proyección de la proyección combinada es:

$$VAR(\mathbf{e}^C) = \mathbf{f}^2 \times VAR(\mathbf{e}_1) + (1 - \mathbf{f})^2 \times VAR(\mathbf{e}_2) + 2 \times \mathbf{f} \times (1 - \mathbf{f}) \times COV(\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2)$$

donde el subíndice indica el modelo. De esta expresión es claro que en el tanto las proyecciones no estén correlacionadas, $COV(\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2)=0$, entonces es posible escoger una ponderación para, ϕ , de manera que la variancia del modelo combinado sea menor o igual a la variancia más pequeña de los modelos individuales. La Figura 1 ilustra el caso cuando

$COV(\varepsilon_1, \varepsilon_2)=0$, donde se hace claro que se puede escoger una ponderación ϕ tal que $VAR(\varepsilon^C) < \min(VAR(\varepsilon_1), VAR(\varepsilon_2))$.¹



Ponderaciones. Aunque existe una extensa discusión en la literatura acerca del mejor método para determinar ϕ_i --como lo documenta la bibliografía anotada elaborada por Clemen, 1989 y Granger, 1989--esta nota considera las tres formas principales para escoger ϕ_i . Específicamente, se consideran ponderaciones obtenidas por una minimización de los errores de proyección, por una regresión, y aquellas que son iguales para cada modelo (Palm y Zellner, 1992). Estos métodos se describen enseguida.²

¹ Para el caso cuando $COV(\varepsilon_1, \varepsilon_2) \neq 0$, se puede demostrar que $VAR(\varepsilon^C) \leq \min(VAR(\varepsilon_1), VAR(\varepsilon_2))$. Véa Granger y Newbold, 1986, pp. 266-7 para detalles.

² En principio las ponderaciones pueden variar con el horizonte de proyección. En este caso, la inflación combinada y el error de proyección combinada se pueden expresar

respectivamente como $\mathbf{p}_{t+h}^C = \sum_{i=1}^k \mathbf{f}_{i,h} \times \mathbf{p}_{i,t+h}$, y $\mathbf{e}_h^C = \sum_{i=1}^k \mathbf{f}_{i,h} \times \mathbf{e}_{i,h}$. A partir de estas

expresiones se pueden determinar $\phi_{i,h}$ con los métodos descritos en el texto, y calcular \mathbf{p}_{t+h}^C .

Sin embargo, los resultados obtenidos con ponderaciones variables sugieren que no existe mayor beneficio comparado a las ponderaciones fijas que se presentan en esta nota. Cuando sea apropiado, estos resultados se comentan en notas al pie subsiguientes.

Determinar las ponderaciones minimizando los errores de proyección (Bates y Granger, 1969) consiste en:

$$\min_{\Phi} (\Phi' \cdot \Sigma \cdot \Phi), \quad \text{sujeto a } \Phi' \cdot e = 1$$

donde $e=[1, 1, \dots, 1]'$ por lo que la restricción impone que la suma de las ponderaciones sumen uno. De esta minimización se obtiene que las ponderaciones óptimas están dadas por la siguiente expresión:

$$\Phi^* = (e' \cdot \Sigma^{-1} \cdot e)^{-1} \cdot \Sigma^{-1} \cdot e$$

Note que este método puede llevar a que la ponderación óptima de un modelo sea menor a cero. Una ponderación negativa no es intuitiva, pero no es inusual en trabajo empírico.³

En el caso cuando $k=2$ las ponderaciones óptimas son:

$$\Phi^* = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_1^* \\ \mathbf{f}_2^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{(\mathbf{g}_{22} - \mathbf{g}_{12})}{(\mathbf{g}_{11} + \mathbf{g}_{22} - 2\mathbf{g}_{12})} \\ \frac{(\mathbf{g}_{11} - \mathbf{g}_{12})}{(\mathbf{g}_{11} + \mathbf{g}_{22} - 2\mathbf{g}_{12})} \end{bmatrix}$$

donde \mathbf{g}_{ij} corresponde respectivamente a las covariancia/variancia de los errores de proyección de los modelos individuales. Esta expresión corresponde intuitivamente a la idea de que la ponderación de cada modelo depende de su capacidad relativa de proyección. En particular, la ponderación del modelo depende inversamente de la variancia de los errores de proyección del otro modelo, de manera que la ponderación es mayor para los modelos con proyecciones más precisas. Note que si $2\mathbf{g}_{12} > \mathbf{g}_{11} + \mathbf{g}_{22}$ entonces $\phi_1^* < 0$, de manera que una ponderación negativa es posible cuando la covariancia entre los errores de proyección es suficientemente grande.

³ Para una discusión de las ventajas de incluir un modelo con una ponderación negativa, vea Granger y Newbold, 1986, pp. 267-77.

Determinar las ponderaciones por una regresión (Granger y Ramanathan, 1984) consiste en aplicar mínimos cuadrados ordinarios (MCO, restringidos) para estimar la ecuación:

$$\mathbf{p}_t^{OBS} = \sum_{i=1}^k \mathbf{f}_i \times \mathbf{p}_{i,t} + \mathbf{m}, \quad \text{sujeto } \sum_{i=1}^k \mathbf{f}_i = 1$$

que en esencia minimiza la suma de los errores al cuadrado de la proyección combinada, sujeta a que las ponderaciones sumen uno. Note que de este método se obtienen ponderaciones que están asociadas a ϕ^* ya que MCO (restringidos) consiste en:

$$\begin{aligned} \min_{\Phi}(\mathbf{m} \mathbf{m}) &= (\mathbf{p}_t^{OBS} - \sum_{i=1}^k \mathbf{f}_i \times \mathbf{p}_{i,t})^2, \quad \text{sujeto } \sum_{i=1}^k \mathbf{f}_i = 1 \\ &= (\mathbf{e}^C)^2 \\ &= \Phi' \cdot H \cdot H' \cdot \Phi \\ &= \Phi' \cdot \Sigma \cdot \Phi \end{aligned}$$

que lleva a ponderaciones idénticas a las ponderaciones óptimas. Sin embargo, este método de cálculo de las ponderaciones tiene la ventaja de que es más sencillo imponer restricciones adicionales, específicamente las restricciones $\phi_i \geq 0$, que Bates y Granger.

Las ponderaciones iguales llevan a un promedio no ponderado de las proyecciones de los distintos modelos:

$$\mathbf{p}^C = 1/k \times \mathbf{p}_1 + 1/k \times \mathbf{p}_2 + \dots + 1/k \times \mathbf{p}_k$$

que se justifica en el contexto de análisis Bayesiano cuando no hay suficiente información para inferir Σ , cuando los errores en la estimación de Σ son grandes, o cuando las ponderaciones varían en el tiempo lo que dificulta la estimación de Σ (Palm y Zellner, 1992). Además se ha encontrado que en algunas oportunidades las proyecciones combinadas utilizando un promedio no ponderado han tenido errores de proyección menor que las ponderaciones diferenciadas (Ashton, y Ashton, 1985).

Intervalos de Confianza. Se construyen los "intervalos de confianza" para la proyección combinada mediante técnicas de bootstrapping. Específicamente, se calcula la probabilidad:

$$\Pr(\text{high} \geq \mathbf{p}^C \geq \text{low}) = \mathbf{a}$$

donde $\Pr(\cdot)$ denota la probabilidad de que se cumpla la condición contenida entre los paréntesis. Es decir, cuales son los límites superior (*high*) e inferior (*low*) entre los cuales π^C está con una probabilidad α . Estos valores se obtienen infiriendo la distribución de las

innovaciones con métodos “bootstrap” (Jeong y Maddala, 1993, y Li y Maddala, 1996) basados en 1,000 réplicas (con reemplazo) de las innovaciones históricas.⁴

Específicamente, las distribuciones se infieren de la siguiente manera: (1) se proyecta la inflación para el período 2001:01-2002:12; (2) se crean 1,000 pseudo historias a partir de estas proyecciones para este período utilizando los errores de proyección observados durante el período 1995:01-2000:12; (3) se ordenan las pseudo historias para cada mes durante el período de proyección; y (4) se calculan los percentiles para las probabilidades requeridas.

Específicamente, si $\pi_{t'+h}^C$ es la proyección combinada de la inflación entonces las pseudo historias se pueden expresar de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_{t'+h,i}^{(PH)} &= \mathbf{p}_{t'+h}^C + \mathbf{m}_{t'+h,i}^{(PH)}, & t' &= 2000 : 12, \\ & & h &= 1, 2, 3, \dots, 24, \\ & & i &= 1, 2, 3, \dots, 1,000, \end{aligned}$$

donde $\mu^{(PH)}$ es un error de proyección que se describe enseguida, los subíndices t' , h , e i se refieren respectivamente a la última observación, al horizonte de las proyecciones, y al número de la pseudo historia particular; el superíndice (PH) denota pseudo-historia.

El error de la pseudo historia, $\mu^{(PH)}$, se obtiene a partir de los errores de proyección observados de la siguiente manera. Para cada pseudo historia, i , se seleccionan con reemplazo 24 errores de la muestra de los 60 errores observados durante el período 1996:01-2000:12. De esta manera, para cada i cada uno de los errores observados tiene la misma probabilidad de ser seleccionada, $1/60$, para cada horizonte, h . Este proceso se repite 1,000 veces y para cada h se ordenan estos resultados. Las bandas de confianza del α (90) por ciento para cada h se obtienen de los percentiles $1-\alpha/2$ (cinco) y $\alpha+\alpha/2$ (95).

3. PROYECCIÓN COMBINADA

Ponderaciones. En total se consideraron cinco ponderaciones distintas para las cuales se calcularon la raíz del error cuadrático medio correspondiente, basada en los errores de proyección de 1997:01-1999:12 (Cuadro 1). Las primeras dos ponderaciones corresponden a dos variantes de las ponderaciones óptimas. La primera variante calcula las ponderaciones basadas en la matriz Σ completa; la segunda asume que las proyecciones son ortogonales, es decir asume que Σ es una matriz diagonal. Las ponderaciones tres y cuatro corresponden a dos variantes de las ponderaciones obtenidas por regresión. La primera de estas obtiene las ponderaciones por MCO restringidos de manera que las ponderaciones

⁴ La alternativa para construir los intervalos de confianza es asumir una distribución para los errores de los modelos de proyección. Esto se complica con modelos no estándar de proyección, tal como proyecciones ingenuas o el modelo de petróleo ya que capta el impacto de la evolución de los precios del petróleo mundial utilizando una formulación no-lineal.

sumen uno; la segunda impone la restricción adicional de que las ponderaciones sean mayores o iguales a cero. La ponderación cinco corresponde a ponderaciones iguales.

Las ponderaciones contienen información interesante acerca de los modelos individuales. Las ponderaciones óptimas sugieren que los errores de proyección del modelo ARMA están muy correlacionadas con los errores de los otros modelos por lo que la ponderación óptima es negativa. En efecto, cuando se elimina los términos de covariancia de los errores de proyección, la ponderación del modelo ARMA deja de ser negativa. Las ponderaciones obtenidas por regresión confirman los resultados obtenidos con las ponderaciones óptimas cuando se toman en cuenta los términos de covariancia.⁵

Para evaluar cual método de combinación tiene más éxito en aumentar la precisión de las proyecciones de inflación se calculó la raíz del error cuadrático medio (RECM) de las distintas proyecciones combinadas.⁶ El método que tiene más éxito en aumentar la precisión es el primero, es decir las ponderaciones óptimas que incluyen toda la información contenida en la matriz Σ , que a su vez es idéntica al resultado obtenido con la primera variante del método de regresión. De las otras ponderaciones, la variante 2 del método de regresión es ligeramente mejor que los demás ya que aumenta RECM en menos de 0.10 puntos porcentuales.

La desventaja, sin embargo, del método óptimo es que la ponderación de las proyecciones del modelo ARMA es negativa. Y con las ponderaciones obtenidas, significa que la proyección combinada se obtiene ¡multiplicando la proyección del modelo ARMA por -0.23! y sumando 0.23, 0.35, y 0.65 veces las proyecciones respectivas del modelo VAR, Petróleo, e Ingenuo. Imponer la restricción de que las ponderaciones sean no negativas, utilizando el método de regresión (variante 2 del método de regresión), aumenta RECM en poco más de 0.10 puntos porcentuales sobre el mínimo, que es un poco menos que el aumento que se observa con los otros métodos. Aunque estas ponderaciones no son las que maximizan la precisión de las proyecciones combinadas, tiene la ventaja de que las ponderaciones son positivas y esta ventaja se obtiene a un costo aceptable en cuanto la reducción de la precisión.

Proyecciones combinadas. La proyección combinada se obtiene al promediar las proyecciones de los modelos utilizando las ponderaciones de la variante 2 del método de regresión. La Figura 2 ilustra las proyecciones de los modelos individuales y combinadas junto con los respectivos intervalos de confianza al 50 y 90 por ciento utilizando información a diciembre 2000. El Cuadro 2 contiene las proyecciones para diciembre de

⁵ De igual manera, utilizando ponderaciones variables con el horizonte de proyección, las ponderaciones asignadas al modelo ARMA son todas negativas y dejan de serlo cuando se eliminan los términos de covariancia de los errores de proyección. También las ponderaciones variables obtenidas por regresión confirman los resultados obtenidos con las ponderaciones óptimas.

⁶ En general, las ponderaciones variables con el horizonte tienden a desmejorar RECM en todos los casos. En particular, RECM son 0.016, 0.016, 0.016, y 0.017 respectivamente para los métodos de optimización y regresión con las dos variantes.

2001 y 2002 utilizando información a diciembre 2000, enero, febrero y marzo 2001. Las proyecciones reflejan el supuesto de que la tasa de devaluación se mantiene en siete por ciento. En las proyecciones hasta febrero, los precios del petróleo promedian \$27.85 durante 2001 y 2002, conforme con las proyecciones de World Economic Outlook (Fondo Monetario Internacional, 2000). En las proyecciones de marzo, los precios del petróleo promedian \$25.5 y \$22.5 respectivamente durante 2001 y 2002, de acuerdo con las proyecciones de último World Economic Outlook (Fondo Monetario Internacional, 2001).

Las proyecciones combinadas sugieren que las perspectivas de inflación se están mejorando. En general, las proyecciones para diciembre 2001 y 2002 junto con la proyección a 24 meses, han sufrido revisiones de alrededor de 0.5 puntos porcentuales conforme la inflación de los últimos meses ha bajado. En particular, utilizando información a marzo 2001, sugieren que la inflación será alrededor de 9.9, 9.8, y 9.9 por ciento respectivamente para diciembre 2001, diciembre 2002, y en 24 meses. En otras palabras las revisiones de las proyecciones sugieren una trayectoria para la inflación relativamente constante.

Es interesante notar que la distribución alrededor de estas proyecciones sugiere que la distribución de la inflación es aproximadamente simétrica alrededor de la media. Específicamente, el intervalo de confianza del 50 por ciento es de más/menos 0.50, 0.80, y 0.80 puntos porcentuales respectivamente para diciembre 2001 y 2002, y 24 meses.

Cuadro 1. Ponderaciones estimadas y RECM para los tres métodos de combinación

Modelo	Optimización		Regresión		Iguales
	variante 1	variante 2	variante 1	variante 2	
ARMA	-0.23	0.13	-0.23	0.00	0.25
VAR	0.23	0.35	0.23	0.24	0.25
Petróleo	0.35	0.19	0.35	0.35	0.25
Ingenuo	0.65	0.33	0.65	0.41	0.25
RECM	0.0128	0.0143	0.0128	0.0136	0.0156

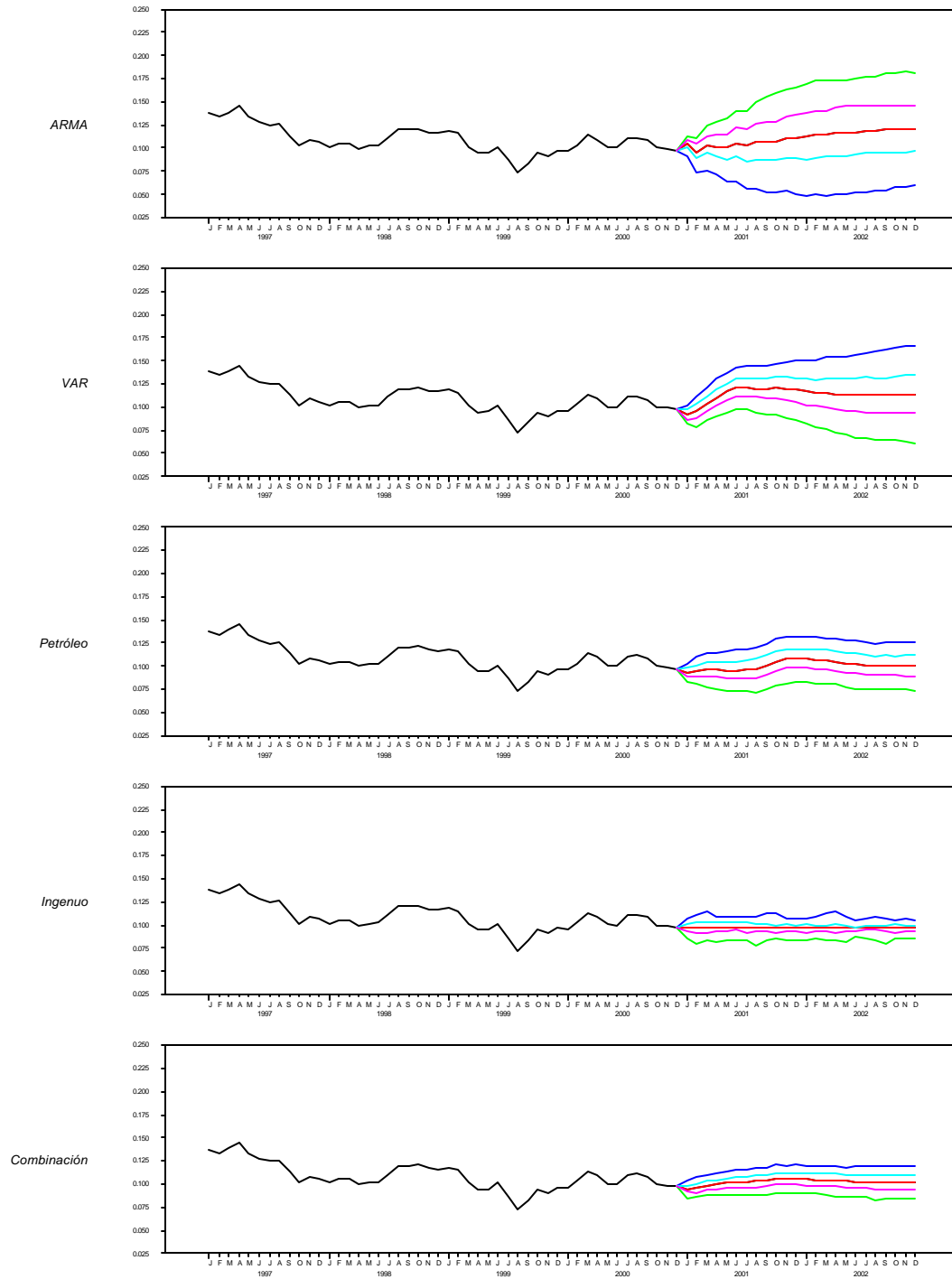
Nota. El modelo ARMA corresponde a un modelo ARMA(6,3), con una modificación para reducir la tendencia del modelo a sobreestimar la inflación. La modificación introduce una variable dummy que es uno a partir 1996:01 (Hoffmaister et al., 2000a). El modelo VAR corresponde a una modificación de los modelos en Flores et al., 2000. La modificación consiste en sustituir los precios internacionales por la tasa de interés internacional (Estados Unidos), e incluye además los precios domésticos, el tipo de cambio, la tasa de interés doméstica, la actividad económica, y crédito total al sector privado. El modelo de Petróleo consiste en un modelo VAR que hace explícita la regla que gobierna los precios domésticos de los combustibles. Esta regla consiste en un ajuste automático cuando existe un cambio en los precios internaciones (en moneda local) que excede cinco por ciento desde la última revisión (Hoffmaister et al, 2000b). El modelo ingenuo proyecta la inflación asumiendo que no varía con respecto al último dato observado. La raíz del error cuadrático medio (RECM) se calcula para las proyecciones entre 1997:01 y 1999:12.

Cuadro 2. Proyecciones combinadas para diciembre 2001 v 2002 v sus actualizaciones

Información al mes	Límite inferior (por ciento)		Media	Límite superior (por ciento)	
	90	50		50	90
<u>Inflación diciembre 2001</u>					
Diciembre 2000	9.0	10.0	10.6	11.2	12.1
Enero 2001	8.3	9.4	10.0	10.6	11.4
Febrero 2001	8.3	9.2	9.7	10.3	11.2
Marzo 2001	8.5	9.4	9.9	10.5	11.3
<u>Inflación diciembre 2002</u>					
Diciembre 2000	8.4	9.5	10.2	11.0	12.0
Enero 2001	8.4	9.5	10.2	10.9	12.0
Febrero 2001	8.0	9.1	9.8	10.6	11.4
Marzo 2001	8.0	9.1	9.8	10.6	11.7
<u>Inflación en 24 meses</u>					
Diciembre 2000	8.4	9.5	10.2	11.0	12.0
Enero 2001	8.3	9.4	10.2	11.0	12.0
Febrero 2001	8.0	9.1	9.8	10.6	11.6
Marzo 2001	8.0	9.1	9.9	10.8	11.8

Nota. Las proyecciones combinadas se obtienen de promediar las proyecciones de los modelos ARMA, VAR, Petróleo, e Ingenuo ponderados con la segunda variante del método de regresión (véa la nota al Cuadro 1). La inflación en 24 meses es la inflación que corresponde a la proyección combinada 24 meses después del último dato observado. Observe que esta corresponde a la inflación proyectada para diciembre 2002 cuando el último dato observado es Diciembre 2000.

Figura 2. Proyecciones de inflación con información al mes de diciembre 2000
(Intervalos de confianza del 50% y 90%)



REFERENCIAS

- Ashton, A. H., y R. H. Ashton, "Aggregating Subjective Forecasts: Some Empirical Evidence," *Management Science*, Vol. 31, 1985, pp. 1499-1508.
- Bates, J. M. y Clive, W. J., "The Combination of Forecasts," *Operations Research Quarterly*, Vol. 20, 1969, pp. 319-25.
- Clemen, Robert T., "Combining Forecasts, A Review and Annotated Bibliography," *International Journal of Forecasting*, Vol. 5, 1989, pp. 559-83.
- Flores, Melania, Alexander W. Hoffmaister, Jorge Madrigal, y Lorely Villalobos, Transmisión Monetaria en Costa Rica, Nota de Investigación No. 3-00, Banco Central de Costa Rica, agosto 2000.
- Granger, Clive W. J., y Ramanathan, R., "Improved Methods for Forecasting," *Journal of Forecasting*, Vol. 3, 1984, pp. 197-204
- Granger, Clive W. J., y Paul Newbold, *Forecasting Economic Time Series*, second edition, Academic Press, London England, 1986.
- Granger, Clive W. J., "Invited Review: Combining Forecasts--Twenty Years Later," *Journal of Forecasting*, Vol. 8, 1989, pp. 167-73.
- Hoffmaister, Alexander W., Ivannia Solano, Álvaro Solera, y Katia Vindas, Modelos Univariados de la Inflación, Nota de Investigación No. 5-00, Banco Central de Costa Rica, agosto 2000a.
- Hoffmaister, Alexander W., Ivannia Solano, Álvaro Solera, y Katia Vindas, Impacto de los Precios del Petróleo en Costa Rica, Nota de Investigación No. 4-00, Banco Central de Costa Rica, setiembre 2000b.
- Hoffmaister, Alexander W., y Manrique Saenz Castegnaro, "Programación en Contexto Económico: Traducción, modelos económicos, y reducción en la inflación," Nota de Investigación No. 02-01, Banco Central de Costa Rica, borrador abril 2001.
- Fondo Monetario Internacional, "World Economic Outlook," Octubre 2000, y Mayo 2001.
- Jeong y Maddala (1993), "A Perspective on Application of Bootstrap Methods in Econometrics", in Maddala, Rao, and Vinod (eds), *Handbook of Statistics*, Vol. 11, North Holland, pp. 573-610.
- Li y Maddala (1996) "Bootstrapping Time Series Models", *Econometric Reviews*, 15, pp. 115-95 (including commentary).
- Palm, Franz C., y Arnold Zellner, To Combine or Not to Combine? Issues of Combining Forecasts, *Journal of Forecasting*, Vol. 11, 1992, pp. 687-701.

APÉNDICE 1: DETALLES DE LAS PROYECCIONES DE INFLACIÓN

Cuadro A1. Proyecciones combinadas de la inflación y sus actualizaciones

Información al mes de	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2001												
Diciembre 2000	9.4	9.6	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.6	10.6
Enero 2001		9.4	9.6	9.7	9.8	10.0	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Febrero 2001			9.2	9.4	9.6	9.7	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.7
Marzo 2001				10.1	10.3	10.5	10.4	10.2	10.2	10.2	10.1	9.9
2002												
Diciembre 2000	10.5	10.5	10.4	10.4	10.3	10.3	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
Enero 2001	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2
Febrero 2001	9.7	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.7	9.8	9.8	9.8
Marzo 2001	9.9	9.8	9.7	9.6	9.5	9.5	9.5	9.6	9.7	9.7	9.8	9.8
2003												
Diciembre 2000												
Enero 2001	10.2											
Febrero 2001	9.8	9.8										
Marzo 2001	9.9	9.9	9.9									

Cuadro A2. Proyecciones de inflación del modelo ARMA y sus actualizaciones

Información al mes de	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<u>2001</u>												
Diciembre 2000	10.5	9.6	10.2	10.2	10.0	10.6	10.3	10.6	10.7	10.7	11.1	11.1
Enero 2001		8.0	8.7	8.6	8.1	8.7	8.3	8.6	8.9	8.8	9.2	9.3
Febrero 2001			10.2	10.1	9.7	10.6	10.2	10.6	10.9	10.7	11.3	11.2
Marzo 2001				10.6	11.0	11.4	11.6	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1
<u>2002</u>												
Diciembre 2000	11.2	11.4	11.4	11.6	11.6	11.7	11.8	11.8	12.0	12.0	12.0	12.1
Enero 2001	9.6	9.9	10.0	10.4	10.5	10.8	11.0	11.1	11.3	11.5	11.6	11.8
Febrero 2001	11.4	11.6	11.6	11.9	11.8	11.9	12.1	12.0	12.2	12.2	12.1	12.2
Marzo 2001	12.1	12.1	12.0	12.0	11.9	11.8	11.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.6
<u>2003</u>												
Diciembre 2000												
Enero 2001	11.9											
Febrero 2001	12.2	12.2										
Marzo 2001	11.6	11.6	11.6									

Cuadro A3. Proyecciones de inflación del modelo VAR y sus actualizaciones

Información al mes de	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octobre	Noviembre	Diciembre
2001												
Diciembre 2000	9.1	9.6	10.4	11.0	11.6	12.1	12.1	12.0	12.0	12.0	12.0	11.8
Enero 2001		9.4	10.0	10.5	11.2	11.7	11.6	11.0	10.6	10.3	9.9	9.4
Febrero 2001			9.3	9.8	10.5	10.9	10.7	10.3	9.9	9.6	9.1	8.7
Marzo 2001				10.9	11.5	12.1	12.0	11.5	11.0	10.5	9.8	9.1
2002												
Diciembre 2000	11.6	11.5	11.4	11.4	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.4	11.4
Enero 2001	9.0	8.6	8.3	8.2	8.2	8.2	8.3	8.5	8.7	8.8	8.9	9.1
Febrero 2001	8.3	7.9	7.7	7.6	7.5	7.6	7.8	7.9	8.1	8.3	8.4	8.6
Marzo 2001	8.5	8.0	7.5	7.2	7.1	7.1	7.2	7.4	7.7	7.9	8.2	8.4
2003												
Diciembre 2000												
Enero 2001	9.2											
Febrero 2001	8.8	8.9										
Marzo 2001	8.6	8.8	8.9									

Cuadro A4. Proyecciones de inflación del modelo Petróleo y sus actualizaciones

Información al mes de	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2001												
Diciembre 2000	9.3	9.5	9.6	9.6	9.5	9.5	9.6	9.7	10.0	10.5	10.8	10.8
Enero 2001		9.4	9.5	9.6	9.5	9.6	9.8	10.0	10.3	10.6	11.0	11.1
Febrero 2001			9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	10.0	10.5	10.8	11.0	11.2
Marzo 2001				9.6	9.7	9.8	9.8	9.6	10.0	10.2	10.3	10.4
2002												
Diciembre 2000	10.8	10.7	10.6	10.5	10.3	10.3	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1
Enero 2001	11.4	11.7	11.9	12.0	12.1	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.1	12.0
Febrero 2001	11.4	11.6	11.7	11.7	11.7	11.6	11.5	11.5	11.6	11.7	11.5	11.5
Marzo 2001	10.6	10.8	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8
2003												
Diciembre 2000												
Enero 2001	11.8											
Febrero 2001	11.4	11.4										
Marzo 2001	10.8	10.8	10.7									

APÉNDICE 2 : PROYECCIONES DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

Las proyecciones de crecimiento económico disponibles se combinaron de una manera análoga a la combinación de las proyecciones de inflación. Las ponderaciones obtenidas para la combinación sugieren que se debe de asignar una ponderación de uno para el modelo de Petróleo, y una ponderación cero en los otros modelos (Cuadro A5). Es decir, la proyección "combinada" es la proyección del modelo de Petróleo, aunque existe el potencial de reducir la variancia de los errores de proyección las ponderaciones resultantes indican que este potencial no se logra.

Este apéndice contiene las ponderaciones y las proyecciones obtenidas con base a la información a final de febrero. Conforme se continúe refinando los modelos de proyección será útil considerar de nuevo la combinación de las proyecciones de crecimiento económico.

Cuadro A5. Ponderaciones estimadas v RECM para los tres métodos de combinación

Modelo	Optimización		Regresión		Iguales
	variante 1	variante 2	variante 1	variante 2	
ARMA	0.02	0.02	0.02	0.00	0.25
VAR	-0.09	0.01	-0.09	0.00	0.25
Petróleo	1.06	0.96	1.06	1.00	0.25
Ingenuo	0.01	0.02	0.01	0.00	0.25
RECM	0.0005	0.0033	0.0005	0.0028	0.0172

Nota. El modelo ARMA corresponde a un modelo ARMA(1,0). Los otros modelos son los mismos utilizados en el Cuadro 1. Para detalles de estos modelos, vea la nota de ese cuadro.

Cuadro A6. Proyecciones combinadas para diciembre 2001 y 2002 y sus actualizaciones					
Información al mes	Límite inferior (por ciento)		Media	Límite superior (por ciento)	
	90	50		50	90
Crecimiento diciembre 2001					
Diciembre 2000	-1.2	0.7	2.1	3.3	5.3
Enero 2001	-1.2	0.7	2.1	3.4	5.8
Febrero 2001	-1.0	1.0	2.2	3.3	5.5
Crecimiento diciembre 2002					
Diciembre 2000	-1.8	0.0	1.4	2.7	4.8
Enero 2001	-1.4	0.4	1.8	3.1	5.3
Febrero 2001	-1.8	0.2	1.5	2.7	5.1
Crecimiento en 24 meses					
Diciembre 2000	-1.8	0.0	1.4	2.7	4.8
Enero 2001	-1.7	0.1	1.5	2.7	4.9
Febrero 2001	-1.6	0.4	1.7	2.9	5.1

Nota. Las proyecciones combinadas se obtienen de promediar las proyecciones de los modelos ARMA, VAR, Petróleo, e Ingenuo ponderados con la segunda variante del método de regresión (véa la nota al Cuadro 1). El crecimiento en 24 meses es el crecimiento que corresponde a la proyección combinada 24 meses después del último dato observado. Observe que esta corresponde al crecimiento proyectado para diciembre 2002 cuando el último dato observado es Diciembre 2000.

Cuadro A7. Proyecciones combinadas de crecimiento económico y sus actualizaciones

Información al mes de	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2001												
Diciembre 2000	-1.5	-2.3	-2.3	0.4	-1.9	-2.2	-0.6	0.9	1.3	0.2	1.1	2.1
Enero 2001		-1.8	-1.8	0.0	-0.1	-1.0	-0.4	1.4	2.2	2.2	2.2	2.1
Febrero 2001			1.2	0.1	-1.8	1.1	-0.1	0.0	1.1	0.8	1.4	2.2
2002												
Diciembre 2000	2.3	2.4	1.7	2.1	3.1	3.0	2.1	2.0	2.4	3.0	2.4	1.4
Enero 2001	2.4	2.6	1.9	1.1	1.7	1.8	1.1	0.7	1.4	0.7	0.4	1.8
Febrero 2001	2.1	1.5	1.5	2.5	2.1	1.7	1.8	1.9	1.9	1.6	1.5	1.5
2003												
Diciembre 2000												
Enero 2001	1.5											
Febrero 2001	1.7	1.7										

Cuadro A8. Proyecciones del modelo ARMA y sus actualizaciones

Información al mes de	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2001												
Diciembre 2000	-0.7	0.8	1.8	2.5	2.9	3.0	3.2	3.4	3.3	3.3	3.4	3.5
Enero 2001		-0.2	1.0	1.9	2.5	3.0	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4
Febrero 2001			0.6	1.5	2.2	2.6	3.0	3.3	3.4	3.4	3.5	3.4
2002												
Diciembre 2000	3.6	3.7	3.7	3.6	3.6	3.7	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6
Enero 2001	3.4	3.5	3.4	3.4	3.6	3.6	3.7	3.8	3.6	3.5	3.5	3.5
Febrero 2001	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.7	3.6	3.5	3.5	3.4
2003												
Diciembre 2000												
Enero 2001	3.5											
Febrero 2001	3.5	3.5										

Cuadro A9. Proyecciones del modelo VAR y sus actualizaciones

Información al mes de	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2001												
Diciembre 2000	-1.0	1.1	-1.6	-0.6	0.0	0.0	1.3	1.4	1.0	1.3	1.4	1.5
Enero 2001		0.1	-0.3	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.1
Febrero 2001			-1.8	-1.3	-0.8	-0.2	0.6	1.1	1.4	1.8	2.2	2.3
2002												
Diciembre 2000	1.3	1.1	1.0	0.9	0.7	0.7	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4
Enero 2001	0.3	0.8	1.3	1.8	2.4	2.9	3.4	3.9	4.4	4.8	5.2	5.5
Febrero 2001	2.4	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	2.7	2.8	2.7
2003												
Diciembre 2000												
Enero 2001	5.7											
Febrero 2001	2.8	2.8										

Cuadro A10. Proyecciones del modelo Petróleo y sus actualizaciones

Información al mes de	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<u>2001</u>												
Diciembre 2000	-1.5	-2.3	-2.3	0.4	-1.9	-2.2	-0.6	0.9	1.3	0.2	1.1	2.1
Enero 2001		-1.5	-2.3	-2.3	0.4	-1.9	-2.2	-0.6	0.9	1.3	0.2	1.1
Febrero 2001			-1.5	-2.3	-2.3	0.4	-1.9	-2.2	-0.6	0.9	1.3	0.2
<u>2002</u>												
Diciembre 2000	2.3	2.4	1.7	2.1	3.1	3.0	2.1	2.0	2.4	3.0	2.4	1.4
Enero 2001	2.1	2.3	2.4	1.7	2.1	3.1	3.0	2.1	2.0	2.4	3.0	2.4
Febrero 2001	1.1	2.1	2.3	2.4	1.7	2.1	3.1	3.0	2.1	2.0	2.4	3.0
<u>2003</u>												
Diciembre 2000												
Enero 2001	1.4											
Febrero 2001	2.4	1.4										