

LA INVERSIÓN BRUTA INTERNA FIJA EN ARGENTINA

ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES (PERÍODO 1993-2006)

Lic. Bruno D. Abriata.*

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es encontrar un modelo apropiado para explicar el comportamiento de la Inversión Bruta Interna Fija (IBIF) de la economía argentina en su conjunto, durante el período 1993-2006, así también como para predecirlo.

Primero será definida la variable en estudio, su composición, sus determinantes y su importancia.

En el siguiente apartado se procederá a describir la serie temporal, determinando la presencia de tendencia, outliers y estacionalidad, y realizando las transformaciones necesarias para poder luego trabajarla.

Luego se procederá a ajustar distintos modelos para explicar y predecir la variable. Como luego se verá, las características del análisis llevarán a formular 3 tipos de modelos:

- Modelos SARIMA para la variable diferenciada de orden 1 y luego de orden 4.
- Modelos con variables dummies de estacionalidad determinística para la serie diferenciada de primer orden, con algún posible componente SARIMA.
- Modelos SARIMA para la serie diferenciada de primer orden, que contengan algún componente estacional.

De acuerdo a diversos criterios (parámetros significativos, residuos normales y no autocorrelacionados, criterios de Akaike y Schwarz) se procederá a seleccionar los mejores modelos de cada tipo

Luego, se los comparará en cuanto a su calidad para hacer pronósticos.

Finalmente, se seleccionará el mejor modelo y se pronosticará el comportamiento de la inversión hasta el 2007.

A lo largo de todo el estudio, cuando se busque rechazar, se rechazarán hipótesis con un 95% de confianza como mínimo (al momento de ajustar modelos, por ejemplo) y, cuando se busque no rechazar (caso de un test de Jarque Bera) se considerarán no rechazadas tomando un nivel de confianza no mayor al 90%.

* Este trabajo fue escrito en 2007 y ha sido publicado en www.CATALATICA.com.ar el 12 de marzo de 2010.

LA VARIABLE EN ESTUDIO

¿Qué es la inversión bruta interna fija? Es la variable de las Cuentas Nacionales que mide el valor de los bienes y servicios de producción nacional e importados destinados a la incorporación de activos fijos por parte de las empresas y de las familias. Es “interna” porque se refiere a la realizada en el dentro de los límites geográficos de nuestro país, independientemente de si es de origen nacional o extranjero. Es “bruta” porque en esta serie no se la presenta descontada del componente destinado a la reposición de activos (en cuyo caso sería inversión neta, es decir, formación neta de capital nuevo). Y es “fija”, porque se refiere a la compra de activos fijos, no a la acumulación de stocks de mercadería ni a la compra de activos financieros.

En este contexto, debe recordarse que la IBIF es dividida en tres grandes segmentos según el destino de la inversión. En primer lugar, se encuentra la inversión en construcción, donde se incluye el valor de las construcciones ejecutadas en los rubros viviendas y multiviviendas de uso familiar, preparación de terrenos, gastos en mejoras y reparaciones, locales comerciales, obras civiles de infraestructura, rutas concesionadas por peaje, infraestructura Fondo Nacional de la Vivienda (FONAVI), construcciones de empresas públicas privatizadas y construcciones ejecutadas por el gobierno nacional, provincial y municipal. El segundo grupo de inversiones fijas corresponde a la compra de maquinaria y equipo durable de producción, destinada a las empresas para su utilización en los procesos productivos. Sus principales características son que no se extinguen con su primer uso, y que tienen una vida útil superior al año. Por último, el tercer bloque es el de inversión en material de transporte, donde se incluye el valor de la producción nacional e importaciones de material de transporte incorporado por las empresas para su utilización en el transporte de pasajeros y de cargas.¹

¿Cuál es la importancia de la IBIF? A lo largo de la historia, especialmente en el siglo XX, las distintas corrientes de pensamiento han reconocido el papel de la inversión como elemento fundamental para la reproducción del sistema económico y para generar crecimiento de la producción y el empleo.

La inversión juega un doble papel en la economía: por un lado, incrementa la demanda agregada, dado que tanto la fabricación de equipos como la construcción demandan trabajo e insumos. Además, la importación de bienes de capital así como la producción de los mismos implicará que, una vez que estos estén listos para su uso, demandarán trabajo para ponerlos en funcionamiento y operarlos para que produzcan nuevos bienes y servicios.

Por otro lado, la inversión, al incrementar el stock de capital, aumenta la capacidad de producción de bienes y servicios de la economía, de manera de atender a demandas insatisfechas de éstos. Estos incrementos de la capacidad productiva permiten que los incrementos de demanda agregada no tengan un efecto inflacionario debido al exceso de demanda sobre oferta.

Vemos entonces en la inversión un doble efecto socialmente beneficioso: genera empleo y mantiene el poder adquisitivo de la moneda mediante la expansión de la oferta agregada.

Podemos mencionar también un tercer efecto socialmente beneficioso de la inversión: suele ser el agente portador de la innovación tecnológica, y por ende, un factor de desarrollo.

Por estas razones, entonces, se denota la importancia del estudio de esta variable, sobre todo en la Argentina, donde la opinión consensuada en los ámbitos de discusión es que actualmente se encuentra en un porcentaje muy bajo del producto como para poder sostener por más tiempo las actuales tasas de crecimiento.

Comportamiento esperado

-Tendencia: se espera que tenga una tendencia de largo plazo creciente, como la del producto, dado que la inversión está íntimamente ligada al crecimiento económico, tanto por incrementar la capacidad producción como por incrementar la demanda agregada. Normalmente, en el muy largo plazo, las economías suelen crecer a una tasa igual a la de su población o mayor (según otros factores, como ser el progreso tecnológico), lo cual también implica una tendencia creciente de la inversión.

-Volatilidad: la inversión suele ir, a grandes rasgos, en la misma dirección que el producto, pero sus cambios son mucho más bruscos. Esto quiere decir que sus variaciones interanuales con mucho más fuertes que las del PBI, o sea, es más volátil.

¹ CENTRO DE ESTUDIOS PARA LA PRODUCCIÓN, “Base de Inversiones Nota Metodológica”, en www.industria.gov.ar/cep/inversion/base/metodologia.pdf. Subsecretaría de Industria. Ministerio de Economía y Producción de la Nación.

-Estacionalidad: es de esperar un comportamiento estacional de acuerdo a: factores climáticos (las lluvias inciden negativamente en la construcción), ciclos de negocios (incrementos de las inversiones varios meses antes de los picos de consumo), etc.

-Comportamiento procíclico: es de esperar una correlación positiva respecto a la observación anterior, dado que un shock macroeconómico negativo puede reducir la inversión, con ello reducir el producto y la demanda agregada, empeorar las expectativas y con ello generar una nueva baja en la inversión al período siguiente. Este comportamiento puede continuar hasta la ocurrencia de un shock (externo, de expectativas, etc.) o hasta que comienza a recuperarse naturalmente la inversión debido a la baja en el precio de los activos productivos que ha generado la recesión.

-Vulnerabilidad ante shocks exógenos: directamente relacionado con la volatilidad, implica que la inversión, por su misma naturaleza de sacrificar una gran cantidad de recursos a la espera de obtener un rendimiento en un contexto de mayor o menor incertidumbre, reaccionará violentamente ante cambios en las expectativas acerca de la seguridad y rentabilidad de las inversiones. Este es un comportamiento totalmente distinto al del consumo, cuyos cambios suelen ser muy graduales, debido a la lentitud con que cambian las preferencias de consumo.

-Alta correlación positiva con el comportamiento del producto: al haber un mayor nivel de producción en un período dado, esto implica una mayor cantidad de recursos disponibles para invertir, porque como el consumo varía de manera muy lenta, con un incremento del producto se incrementará el ahorro, habiendo entonces más fondos disponibles para destinar a la inversión. A su vez, algunas teorías económicas le adjudican a la inversión ser una función positiva no del producto, sino de su cambio (el nivel de inversión no depende del nivel de producto, sino del cambio en el nivel de producto entre dos períodos). Esto quiere decir que aún si el producto sigue creciendo, pero lo hace a ritmo decreciente, la inversión decaerá. También sería factible esperar una correlación positiva de la inversión con el producto de algunos períodos más adelante, ya que la inversión al cabo de unos períodos da sus frutos e incrementa la capacidad de producción. Estos plazos dependen de la naturaleza de la inversión.

-Correlación negativa con la tasa de interés: la tasa de interés es el precio que se debe pagar por acceder al crédito. Entonces, es de esperar que cuando la tasa de interés real (descontada del efecto de la inflación) es baja (pero positiva aún, de manera de incentivar a depositar fondos en el sistema financiero), la inversión se incrementa, dado que es más barato financiarla. La estabilidad y la existencia de un entorno de seguridad jurídica y respeto por las reglas del juego disminuyen el riesgo de que un negocio fracase, reduciendo así también la probabilidad de que los acreedores no recuperen el dinero prestado y los intereses, lo cual se verá reflejado en una menor tasa de interés dado que ésta incluye un componente de prima de riesgo.

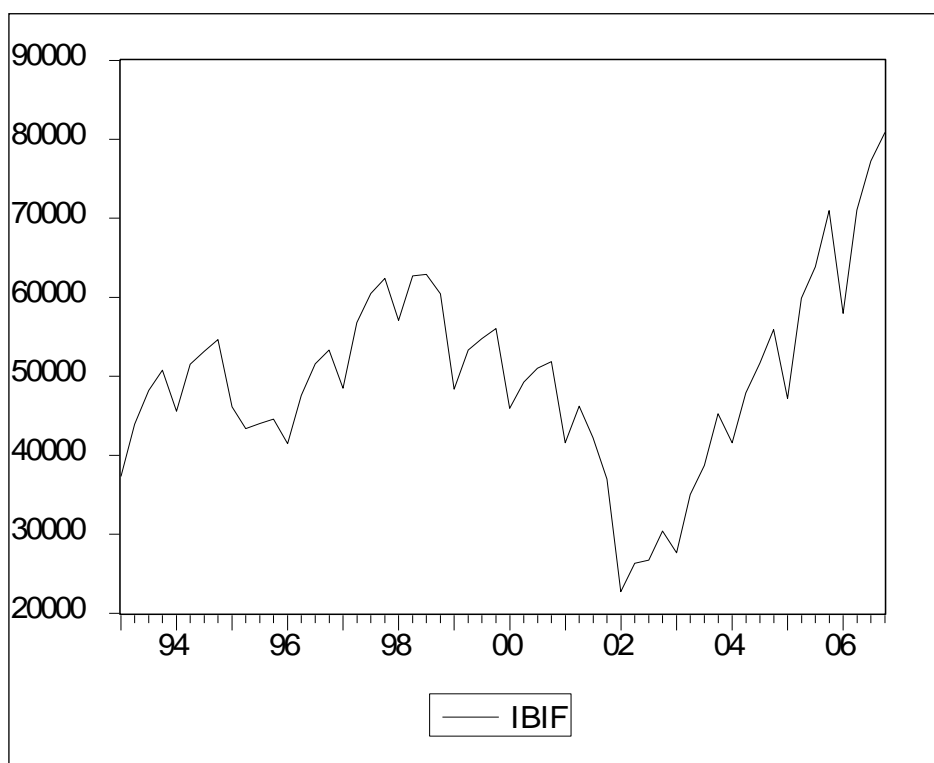
La Argentina, desde 1993, ha pasado por 2 recesiones, en la mayoría del período analizado se ha caracterizado por no brindar un marco jurídico-institucional seguro para las inversiones, de manera en este breve lapso analizado (1993-2006) no es de esperar encontrar una tendencia clara ni una alta proporción de inversión respecto al producto, y sí una fuerte variabilidad.

DESCRIPCIÓN DE LA SERIE DE TIEMPO. TRANSFORMACIONES

Variable: (IBIF) = Inversión Bruta Interna Fija de la República Argentina, en millones de pesos a precios de 1993.²

Frecuencia: Trimestral

Período: 1993.1 – 2006.4³ (56 observaciones)



La serie presenta una caída en los valores durante el año 1995, luego una recuperación hasta el tercer trimestre de 1998, y a partir de allí cae nuevamente hasta el primer cuatrimestre de 2002, con mayor fuerza en los 3 trimestres anteriores a este valor mínimo. Luego se recupera definitivamente y crece hasta el final del período.

No parece mostrar una tendencia clara, en cambio sí parece presentar cierta estacionalidad.

Hecho este simple análisis gráfico, procederemos a hacer un análisis más riguroso, para determinar si estas hipótesis son ciertas.

Tendencia determinística:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	46228.01	3215.932	14.37469	0.0000
T	122.8844	98.15352	1.251961	0.2160

Como vemos, no se rechaza la hipótesis nula de que no existe tendencia, con una significación del 10%. Podemos suponer entonces que la serie no posee tendencia determinística.

Test de raíz unitaria:

Aplicamos el Test de Dickey-Fuller (sin tendencia) para detectar la presencia de raíces unitarias, lo cual implicaría que estamos ante una serie no estacionaria:

²Los valores desde 2000 hasta 2006 son estimados. Consultar serie en el Apéndice A. Fuente: INDEC.

³ Este período ha sido elegido principalmente debido a razones de disponibilidad de información, calidad de la misma (1993 es un excelente año base) y, además, la significancia que tiene este período por abarcar desde el inicio del Plan de Convertibilidad hasta la actualidad.

ADF Test Statistic	-0.617119	1% Critical Value*	-3.5547
		5% Critical Value	-2.9157
		10% Critical Value	-2.5953

El estadístico de prueba tiene menor valor absoluto que el valor crítico para un nivel de significación del 10%. Por ende, no se rechaza la hipótesis nula. Esto significa que podemos suponer la existencia de una raíz unitaria, por lo cual la serie de datos presentada no es estacionaria, o dicho de otra forma, tiene tendencia estocástica. Es entonces necesario aplicarle a la serie una diferencia de orden 1.

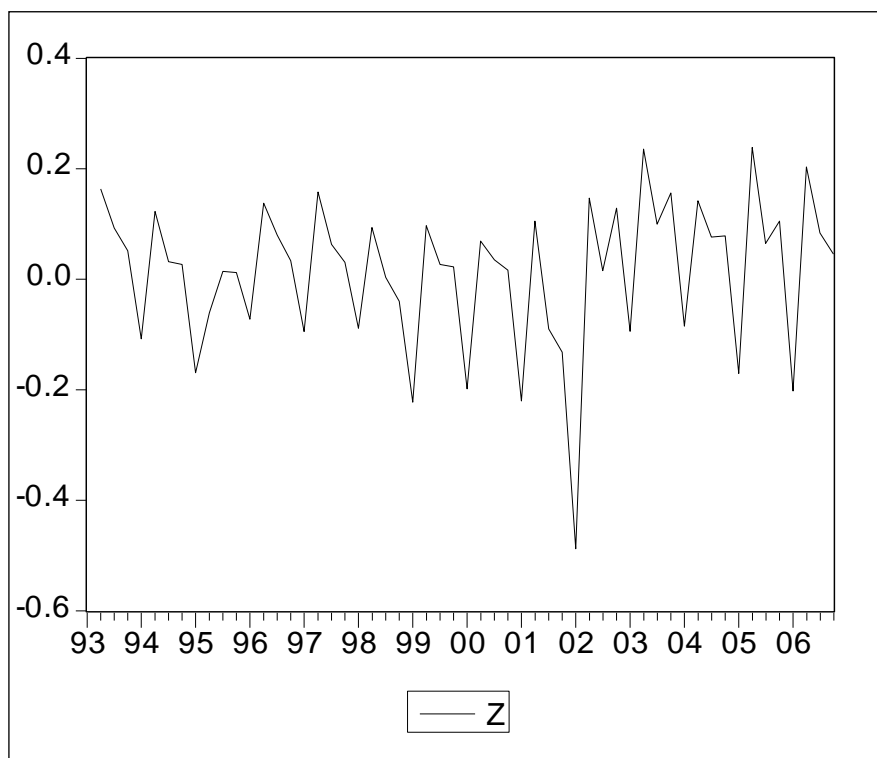
Dado que será imperativo diferenciar la serie, proseguiremos la búsqueda de tendencia, outliers y estacionalidad en la serie ya diferenciada.

Variable: (Z) = Tasa de crecimiento instantánea de la Inversión Bruta Interna Fija de la República Argentina, expresada como cambio proporcional (1 = 100%). Esta nueva variable deviene de logaritmar la variable original y luego aplicarle una diferencia de orden 1.⁴

$$Z = \log(\text{IBIF}_t) - \log(\text{IBIF}_{t-1})$$

Frecuencia: Trimestral

Período: 1993.2-2006.4 (55 observaciones⁵)



Test de raíz unitaria:

ADF Test Statistic	-5.091485	1% Critical Value*	-3.5572
		5% Critical Value	-2.9167
		10% Critical Value	-2.5958

⁴ Si bien sólo era necesario diferenciar la serie, se aplicó previamente logaritmo a la serie original de manera de suavizar la serie sin alterar sus propiedades, y de poder expresar los datos como una tasa de crecimiento instantánea. Consultar serie en el Apéndice B.

⁵ El proceso de diferenciación nos hace perder la primera observación, dado que ésta no tenía en la serie original un dato anterior para restarle.

La hipótesis de presencia de raíz unitaria es rechazada con un 99% por ciento de confianza, por lo tanto podemos afirmar que la nueva serie es estacionaria, de modo que se procederá al análisis y posterior ajuste de los modelos.

Como la serie original no tenía tendencia determinística, desde luego la diferenciada tampoco tiene.

Outliers:

El análisis visual de la serie nos lleva a sospechar de un posible valor aberrante en el primer trimestre de 2002, puesto que este valor no sigue el comportamiento de la serie. Utilizando una variable dummy, se procederá a testar la hipótesis:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D1	-0.487766	0.117737	-4.142828	0.0001

Se rechaza la hipótesis de que el coeficiente que multiplica a la variable sea igual a cero con un 99% de confianza. Por ende, podemos afirmar que en la observación 2002.1 hay un valor aberrante (outlier).

Estacionalidad:

Analizando el correlograma de la serie diferenciada podemos descubrir la existencia de algún tipo de estacionalidad.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.144	-0.144	1.2114	0.271
		2	0.094	0.075	1.7347	0.420
		3	-0.269	-0.252	6.0921	0.107
		4	0.656	0.642	32.567	0.000
		5	-0.294	-0.394	37.979	0.000
		6	-0.057	-0.215	38.183	0.000
		7	-0.306	0.100	44.301	0.000
		8	0.521	0.061	62.415	0.000
		9	-0.295	-0.137	68.363	0.000
		10	-0.034	0.045	68.443	0.000
		11	-0.256	-0.017	73.124	0.000
		12	0.582	0.244	97.812	0.000
		13	-0.238	-0.094	102.03	0.000
		14	-0.045	-0.188	102.18	0.000
		15	-0.273	0.043	108.02	0.000
		16	0.467	-0.109	125.56	0.000
		17	-0.268	-0.055	131.47	0.000
		18	-0.126	-0.083	132.82	0.000
		19	-0.267	-0.025	139.05	0.000
		20	0.353	-0.148	150.20	0.000
		21	-0.216	0.078	154.52	0.000
		22	-0.095	-0.023	155.37	0.000
		23	-0.184	-0.059	158.69	0.000
		24	0.341	-0.082	170.45	0.000

Un primer análisis visual de las correlaciones podría indicarnos la presencia de una raíz unitaria estacional anual, bianual y hasta trianual (no conviene aventurar demasiado en hipótesis de este tipo ya que para calcular las autocorrelaciones de orden mayor se pierden muchas observaciones en relación al tamaño de la muestra) ya que como vemos en el 4º, 8º y 12º rezagos se repite una alta correlación positiva que no se da en las otras, y esta no parece decrecer exponencialmente. Esto significa que el efecto de un shock ocurrido 4, 8 o 12 periodos antes repercute significativamente en la observación actual.

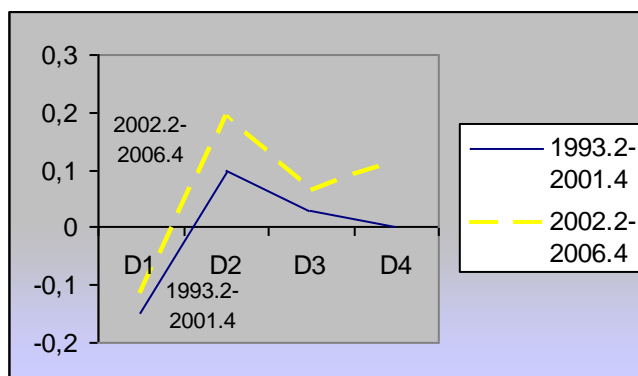
A su vez, en el gráfico de la serie de la página anterior, podemos apreciar un cambio en la estacionalidad a partir del outlier en el primer trimestre de 2002. Se observa que a partir de ahí en el tercer trimestre de cada año decrece la variable respecto al trimestre anterior, y en el

cuarto vuelve a crecer. Se procederá entonces a particionar la serie en 2 partes: una que vaya desde 1993.2 hasta 2001.4, y otra que vaya desde 2002.2 hasta 2006.4 (dejando de lado el outlier), y a analizar la presencia de estacionalidad determinística. Nótese que el cambio de estacionalidad ha ocurrido, curiosamente, con el outlier.

Sample(adjusted): 1993:2 2001:4				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D1	-0.146826	0.021250	-6.909548	0.0000
D2	0.098463	0.020034	4.914686	0.0000
D3	0.028521	0.020034	1.423588	0.1646
D4	0.002562	0.020034	0.127855	0.8991

Los coeficientes significativos se interpretan como la existencia de estacionalidad determinística. Quieren decir que, en promedio, hay una reducción de la tasa de crecimiento de la IBIF del 14, 7% respecto a la media en el primer trimestre de cada año, y un incremento del 9,8% en el segundo. El tercer y el cuarto trimestre no muestran ningún comportamiento en particular respecto a la media.

Sample: 2002:2 2006:4				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D1	-0.116508	0.024743	-4.708815	0.0006
D2	0.190819	0.021428	8.905240	0.0000
D3	0.063973	0.021428	2.985548	0.0124
D4	0.117322	0.021428	5.475234	0.0002



Aquí notamos que hay un cambio de estacionalidad, dado que en este caso los coeficientes correspondientes al tercer y cuarto cuatrimestre se tornan significativos.

Esto significa que después del primer trimestre de 2003, en promedio, la tasa de crecimiento de la IBIF aumenta un 6,39% y un 11,7% en el cuarto, respecto a la media.

Tenemos 3 caminos para tratar con la estacionalidad:

-Aplicar una diferencia de orden 4 a la serie, de manera de trabajar con los cambios que sufre la tasa de crecimiento entre dos trimestres de un año respecto a los mismos trimestres del año anterior, y ajustarle modelos SARIMA a esta nueva variable libre de estacionalidad. Esto es para el caso de que se trate de estacionalidad estocástica.

-Modelar la tasa de crecimiento utilizando variables dummies y algún componente SARIMA para captar patrones en los residuos no modelados por la estacionalidad determinística.

-Modelar la tasa de crecimiento con modelos SARIMA, incluyendo componentes estacionales.

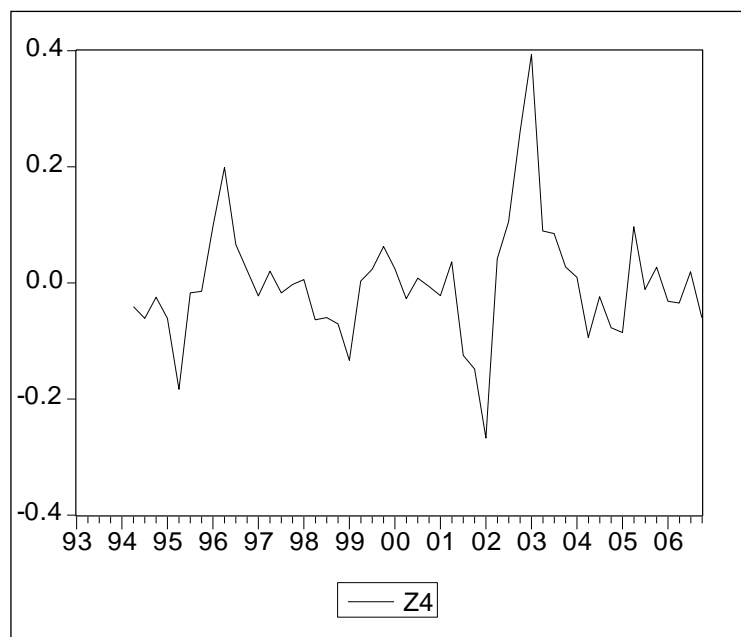
Aplicando diferencia de orden 4:

-Variable: (Z_4) = Cambio en la tasa de crecimiento (Z) de la IBIF respecto del mismo trimestre del año anterior. Surge de aplicarle una diferencia de orden 4 a la tasa de crecimiento entre 2 determinados trimestres, obteniendo así la diferencia entre esa tasa de crecimiento y la del mismo par de meses pero del año anterior.

$$Z4 = Z_t - Z_{t-4}$$

$$Z4 = (\log Y_t - \log Y_{t-1}) - (\log Y_{t-4} - \log Y_{t-5})$$

-Frecuencia: Trimestral
 -Período: 1994.2-2006.4 (51 observaciones)⁶



Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.541	0.541	15.815	0.000
		2 0.258	-0.049	19.489	0.000
		3 -0.094	-0.303	19.982	0.000
		4 -0.371	-0.292	27.888	0.000
		5 -0.310	0.122	33.519	0.000
		6 -0.281	-0.090	38.253	0.000
		7 -0.157	-0.103	39.762	0.000
		8 -0.210	-0.349	42.523	0.000
		9 -0.049	0.194	42.679	0.000
		10 0.029	0.027	42.733	0.000
		11 0.080	-0.103	43.160	0.000
		12 0.203	-0.043	46.022	0.000
		13 0.123	0.026	47.096	0.000
		14 0.092	0.010	47.721	0.000
		15 -0.038	-0.140	47.830	0.000
		16 -0.118	-0.131	48.902	0.000
		17 -0.108	0.116	49.832	0.000
		18 -0.111	-0.006	50.835	0.000
		19 -0.070	-0.207	51.247	0.000
		20 -0.034	-0.007	51.350	0.000
		21 -0.067	-0.085	51.755	0.000
		22 -0.106	-0.146	52.811	0.000
		23 -0.066	-0.096	53.228	0.000
		24 0.024	0.076	53.286	0.001

⁶ Se pierden 5 observaciones respecto a la serie original (1 por la primera diferencia y 4 por la cuarta). Ver Apéndice C.

Test de raíz unitaria:

ADF Test Statistic	-3.427906	1% Critical Value*	-3.5682
		5% Critical Value	-2.9215
		10% Critical Value	-2.5983

Luego de ver el correlograma y los tests de raíz unitaria, podemos decir que esta nueva serie no muestra raíces unitarias (esta hipótesis se rechaza con 95% de confianza), aunque sí parece haber aún algún patrón estacional debido a las significativas correlaciones de orden 4 al 8. De todas formas, la información provista por el correlograma no es del todo clara. Parece haber también un patrón tipo AR(1) dado que las primeras dos autocorrelaciones son decrecientes, mientras que la primera autocorrelación parcial es significativa seguida de una igual a 0.

Suma de las autocorrelaciones:

La sumatoria de las autocorrelaciones, hasta la de orden 24, es igual a -0.83. No parece tender a -0.5, de manera que podemos afirmar que la serie no está sobrediferenciada. Podemos proceder a modelar la serie.

Outliers:

En la serie Z4 no es tan fácil determinar los outliers visualmente, así que se considerará que son outliers aquellos puntos cuyo valor cumple con la siguiente condición:

$$|Z_{4i}| > \text{Media} + 2\sigma$$

La media de la serie es aproximadamente 0, y su desvío standard 0,103. Debemos buscar los datos cuyo valor absoluto es mayor a 0,206.

Tenemos entonces 3 outliers: 2002.1, 2002.4 y 2003.1.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DD1	-0.267164	0.071138	-3.755552	0.0005
DD2	0.393675	0.071138	5.533934	0.0000
DD3	0.260817	0.071138	3.666343	0.0006

Los resultados del test confirman nuestra hipótesis.⁷

En síntesis:

- La serie original Y es un camino aleatorio. Debe aplicársele una diferencia de orden 1.
- La serie diferenciada Z es estacionaria.
- Z presenta un outlier en la observación 2002.1.
- Z presenta un patrón estacional, probablemente determinístico. Puede aplicársele una diferencia de orden 4. Este patrón experimenta un cambio después de 2002.1. Probablemente la devaluación y consecuente aumento de la producción y las exportaciones coincidente con ese período sea causante del incremento de la tasa de crecimiento de la inversión en los 2 últimos trimestres de cada año.
- La serie diferenciada de orden 1 y orden 4, Z4, es estacionaria y presenta 3 outliers: 2002.1, 2002.4 y 2003.1.

⁷ La constante de este test es no significativa, por ende se reajustó el modelo sin incluirla.

AJUSTES DE MODELOS

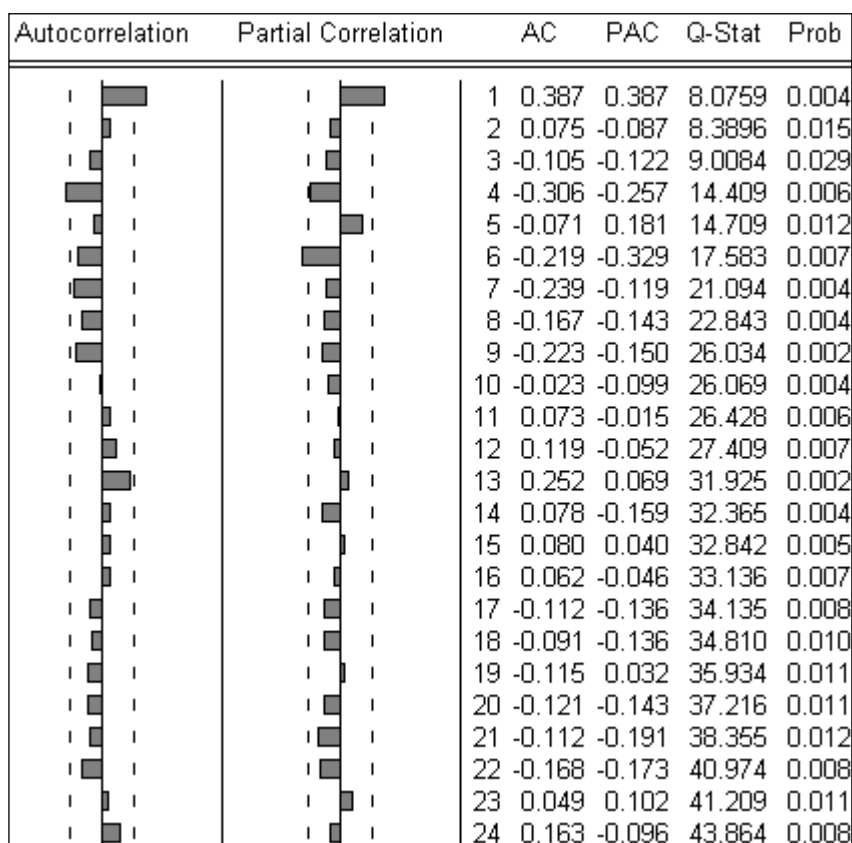
Para ajustar modelos se dejarán de lado las últimas 4 observaciones (las correspondientes al año 2006) dado que serán utilizadas al final del análisis para testar el poder predictivo de los modelos.

MODELANDO LA VARIABLE Z4

Se procederá a continuación a ajustar un modelo SARIMA para esta variable, dejando de lado las últimas 4 observaciones, de manera de poder utilizarlas luego para pronosticar.

Primero, procederemos modelando los outliers, repitiendo el test de hipótesis para las variables dummies dd1, dd2 y dd3 hecho en la página anterior, y analizando las correlaciones que hay en sus residuos.

Correlograma de residuos



No se puede apreciar aquí un patrón claro en los residuos. Tan sólo podemos mencionar valores significativos de la FAC en los rezagos 1 y 4, y en los rezagos 1, 4 y 6 en la FACP. Se ajustarán modelos partiendo de un componente AR(1) y otro de un MA(1).

Ajustando AR(1)⁸:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.007208	0.017461	-0.412823	0.6817
DD1	-0.224745	0.061591	-3.649013	0.0007
DD2	0.338918	0.065608	5.165770	0.0000
DD3	0.201673	0.066225	3.045286	0.0039
AR(1)	0.461671	0.139477	3.310006	0.0018

⁸ Ajustamos el modelo agregando con constante para no forzar la suposición de C=0 (lo cual implicaría una raíz unitaria espúrea).

Los coeficientes de regresión son significativos (excepto la constante), y el componente AR(1) es distinto de 1, por lo cual podemos asegurar que hasta ahora, nuestro modelo es estacionario.

Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.021	0.021	0.0235	
		2	0.026	0.025	0.0592	0.808
		3	-0.018	-0.019	0.0773	0.962
		4	-0.386	-0.387	8.5061	0.037
		5	0.097	0.131	9.0517	0.060
		6	-0.170	-0.186	10.762	0.056
		7	-0.098	-0.116	11.345	0.078
		8	-0.028	-0.198	11.395	0.122
		9	-0.185	-0.129	13.574	0.094
		10	0.066	-0.113	13.860	0.127
		11	0.042	-0.040	13.977	0.174
		12	0.072	-0.062	14.335	0.215
		13	0.228	0.101	17.974	0.116
		14	-0.033	-0.096	18.050	0.156
		15	0.006	-0.055	18.053	0.204
		16	0.036	0.023	18.152	0.255
		17	-0.144	-0.077	19.779	0.230
		18	-0.051	-0.166	19.988	0.275
		19	-0.072	-0.041	20.423	0.310
		20	-0.025	0.008	20.477	0.366
		21	0.002	-0.112	20.477	0.428
		22	-0.178	-0.298	23.405	0.323
		23	0.041	-0.061	23.566	0.370
		24	0.096	0.006	24.491	0.377

Aquí se ve claramente la estacionalidad captada por los residuos. El único rezago significativo de la FAC es de orden 4, y los únicos significativos de la FACP son el 4 y el 22. Este último al ser calculado con pocas observaciones (de una muestra de 56 observaciones, se pierden 4 al dejar afuera el último año para pronóstico, 1 más al diferenciar la serie, otras 4 al aplicar la diferencia de orden 4, y otras 21 para calcular la autocorrelación de orden 22, totalizando más de la mitad de la muestra), lo ignoraremos. Procederemos a agregar componentes SAR(1) y MA(4), por separado.

Ajustando AR(1) SAR(1)⁹:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003942	0.012155	0.324272	0.7476
DD1	-0.248154	0.054420	-4.559958	0.0001
DD2	0.339866	0.058025	5.857205	0.0000
DD3	0.158253	0.055075	2.873427	0.0068
AR(1)	0.477327	0.138447	3.447729	0.0015
SAR(4)	-0.470702	0.151862	-3.099528	0.0038

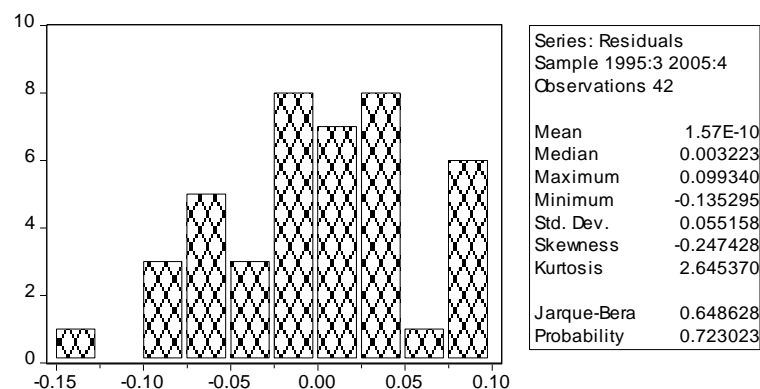
Correlograma:

⁹ Los componentes estacionales SAR y SMA utilizan en el software E-views, como orden, el del trimestre al que corresponde el rezago, mientras en la notación normalmente se utiliza el número de año ya que se supone que para todas las observaciones, se repetirá el comportamiento el mismo trimestre pero de s años atrás. En síntesis, SAR(1) en la notación del texto equivale a SAR(4) en la de del output de E-views. Esto también se aplica a los componentes SMA.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.108	0.108	0.5687	
		2	-0.019	-0.031	0.5862	
		3	0.020	0.026	0.6067	0.436
		4	0.028	0.022	0.6471	0.724
		5	0.074	0.070	0.9385	0.816
		6	-0.177	-0.195	2.6607	0.616
		7	-0.118	-0.076	3.4436	0.632
		8	-0.135	-0.134	4.5015	0.609
		9	-0.195	-0.181	6.7767	0.452
		10	0.060	0.100	6.9973	0.537
		11	0.007	0.021	7.0004	0.637
		12	0.021	0.026	7.0293	0.723
		13	0.141	0.153	8.3602	0.681
		14	-0.102	-0.177	9.0808	0.696
		15	-0.150	-0.262	10.693	0.636
		16	0.070	0.080	11.056	0.682
		17	-0.080	-0.187	11.538	0.714
		18	-0.188	-0.233	14.337	0.574
		19	-0.095	0.122	15.067	0.591
		20	0.018	0.020	15.096	0.655

No hay correlaciones significativas.

Test de normalidad de los residuos:



Los residuos están normalmente distribuidos. Podemos afirmar, entonces, que los residuos de este modelo son ruido blanco. Este es el primer modelo que seleccionaremos, así que procederemos a presentar su fórmula, calcular sus criterios de Akaike y Schwarz y analizar su ajuste gráficamente.

Fórmula del modelo¹⁰:

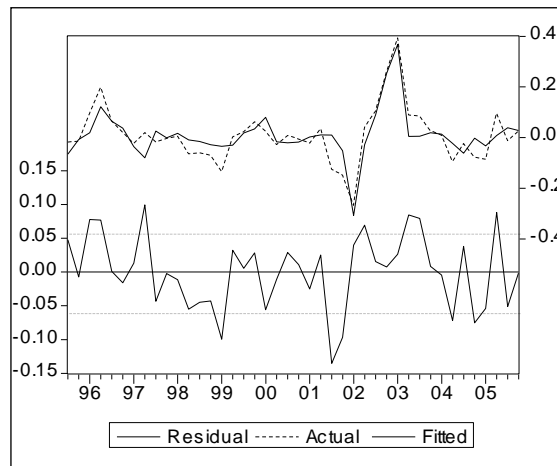
$$z_t = -0.25 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.16 I_t[t = 2003.4] + 0.48 z_{t-1} - 0.47 z_{t-4} + 0.23 z_{t-5} + E_t$$

Criterios de Akaike y Schwarz:

Akaike info criterion	-2.695628
Schwarz criterion	-2.447389

¹⁰ Se reestimarán los coeficientes sin la constante (no significativa) y se harán los despejes necesarios.

Gráfico del ajuste del modelo:



Ajustando AR(1) MA(4):

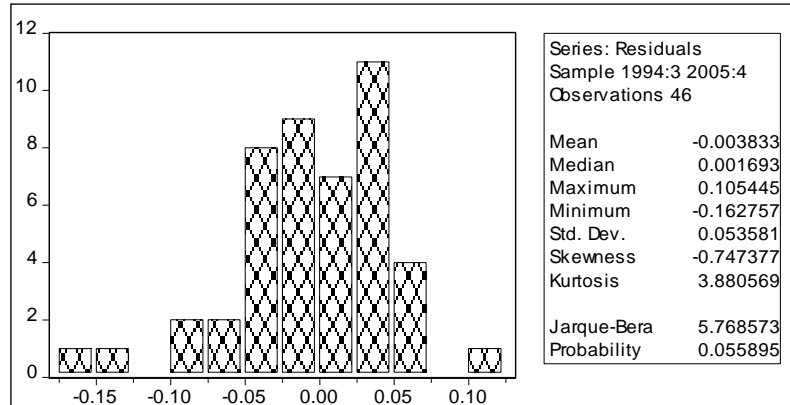
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.004526	0.005760	0.785901	0.4366
DD1	-0.297511	0.054403	-5.468633	0.0000
DD2	0.274052	0.059097	4.637325	0.0000
DD3	0.077078	0.036880	2.089962	0.0430
AR(1)	0.509781	0.141183	3.610791	0.0008
MA(4)	-0.869467	0.049503	-17.56403	0.0000

El proceso MA es invertible, y el proceso AR es estacionario.

Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.003	-0.003	0.0004	
		2	0.010	0.010	0.0061	
		3	0.033	0.033	0.0668	0.796
		4	0.012	0.012	0.0748	0.963
		5	-0.021	-0.022	0.1013	0.992
		6	-0.113	-0.115	0.8619	0.930
		7	-0.067	-0.070	1.1368	0.951
		8	-0.078	-0.077	1.5142	0.959
		9	-0.147	-0.143	2.8852	0.895
		10	0.085	0.091	3.3529	0.910
		11	-0.105	-0.104	4.0853	0.906
		12	0.012	0.005	4.0944	0.943
		13	0.144	0.132	5.5474	0.902
		14	-0.080	-0.113	6.0092	0.916
		15	-0.118	-0.167	7.0469	0.900
		16	0.005	-0.012	7.0485	0.933
		17	-0.065	-0.116	7.3830	0.946
		18	-0.165	-0.201	9.6050	0.886
		19	-0.062	-0.029	9.9254	0.907
		20	0.065	0.017	10.288	0.922
		21	-0.031	-0.046	10.375	0.943
		22	-0.162	-0.199	12.827	0.885
		23	0.120	0.008	14.211	0.860
		24	0.101	0.044	15.230	0.852

Test de normalidad de los residuos:



Los residuos no son un proceso ruido blanco. El modelo no es válido.

Ajustando MA(1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DD1	-0.229806	0.057726	-3.981006	0.0002
DD2	0.370022	0.065264	5.669585	0.0000
DD3	0.220092	0.066142	3.327558	0.0017
MA(1)	0.476463	0.131197	3.631669	0.0007

Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.002	0.002	0.0003
		2	0.124	0.124	0.8455
		3	0.012	0.012	0.8538
█	█	4	-0.361	-0.382	8.3329
		5	0.092	0.108	8.8274
█	█	6	-0.230	-0.152	12.014
		7	-0.152	-0.197	13.434
		8	-0.044	-0.146	13.555
█	█	9	-0.210	-0.128	16.401
		10	0.057	-0.102	16.613
		11	0.057	-0.009	16.834
		12	0.046	-0.051	16.981
		13	0.239	0.078	21.050
		14	-0.029	-0.094	21.112
		15	0.032	-0.082	21.187
		16	0.059	0.019	21.458
█	█	17	-0.140	-0.079	23.016
		18	-0.041	-0.184	23.152
		19	-0.074	-0.017	23.616
		20	-0.082	-0.023	24.201
		21	0.001	-0.117	24.201
█	█	22	-0.170	-0.267	26.910
		23	0.043	-0.035	27.091
		24	0.111	0.032	28.323

Los residuos están correlacionados de manera similar al modelo AR(1), por ende se ajustarán modelos análogos a los anteriores.

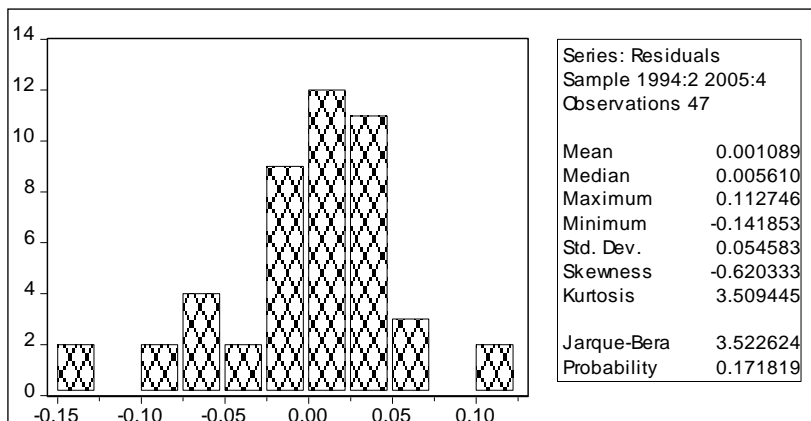
Ajustando MA(1), SMA(1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------

DD1	-0.303623	0.055709	-5.450157	0.0000
DD2	0.335009	0.056937	5.883858	0.0000
DD3	0.134192	0.041200	3.257116	0.0022
MA(1)	0.419528	0.121909	3.441324	0.0013
SMA(4)	-0.749696	0.105169	-7.128497	0.0000

El modelo es invertible.

Test de normalidad de los residuos:



Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.050	0.050	0.1346
		2	0.119	0.117	0.9132
		3	0.022	0.011	0.9412
		4	0.023	0.008	0.9709
		5	-0.002	-0.007	0.9712
		6	-0.155	-0.161	2.4128
		7	-0.108	-0.098	3.1253
		8	-0.033	0.011	3.1938
		9	-0.176	-0.153	5.1915
		10	0.009	0.035	5.1966
		11	-0.082	-0.044	5.6557
		12	0.013	-0.008	5.6677
		13	0.112	0.113	6.5586
		14	-0.121	-0.154	7.6319
		15	-0.074	-0.149	8.0485
		16	-0.018	-0.004	8.0732
		17	-0.112	-0.136	9.0758
		18	-0.182	-0.232	11.782
		19	-0.089	-0.011	12.448
		20	0.023	0.014	12.493
		21	-0.035	-0.097	12.602
		22	-0.134	-0.151	14.280
		23	0.113	0.035	15.503
		24	0.134	0.057	17.291

Los residuos son ruido blanco. El modelo es válido.

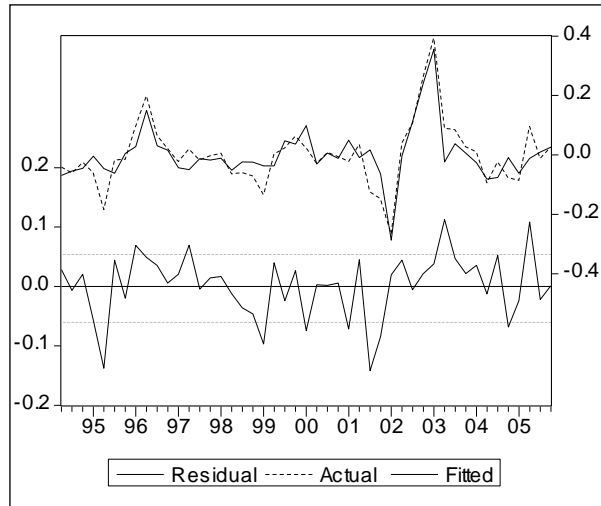
Fórmula del modelo:

$$z_4 = -0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75E_{t-4} - 0.32E_{t-5}$$

Criterios de Akaike y Schwarz:

Akaike info criterion	-2.786539
Schwarz criterion	-2.589715

Gráfico del ajuste del modelo:



Ajustando MA(1), AR(4)

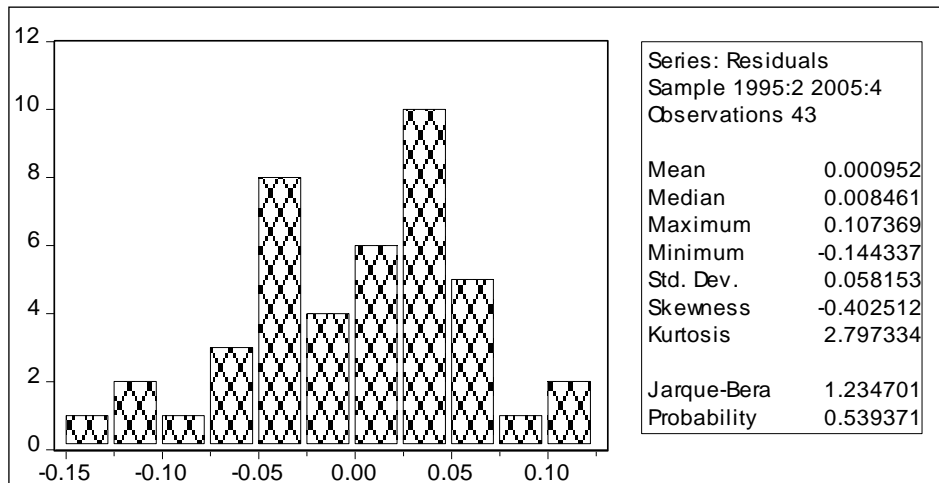
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.003101	0.011095	-0.279481	0.7814
DD1	-0.270581	0.048377	-5.593116	0.0000
DD2	0.397681	0.059593	6.673271	0.0000
DD3	0.190150	0.059648	3.187841	0.0029
AR(4)	-0.456439	0.155348	-2.938172	0.0057
MA(1)	0.660002	0.112756	5.853391	0.0000

El modelo es invertible y estacionario.

Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.126	-0.126	0.7989	
		2	0.182	0.169	2.4938	
		3	-0.115	-0.078	3.1850	0.074
		4	-0.034	-0.088	3.2480	0.197
		5	0.064	0.090	3.4708	0.325
		6	-0.160	-0.143	4.9029	0.297
		7	-0.142	-0.226	6.0615	0.300
		8	-0.122	-0.102	6.9430	0.326
		9	-0.161	-0.172	8.5075	0.290
		10	0.030	-0.052	8.5631	0.380
		11	0.021	0.056	8.5918	0.476
		12	0.032	-0.012	8.6572	0.565
		13	0.162	0.116	10.437	0.492
		14	-0.063	-0.068	10.715	0.553
		15	0.001	-0.179	10.716	0.635
		16	0.010	-0.041	10.723	0.708
		17	-0.072	-0.118	11.124	0.744
		18	-0.153	-0.314	12.984	0.674
		19	-0.027	-0.017	13.043	0.733
		20	-0.049	0.031	13.252	0.776

Test de normalidad de los residuos:



Los residuos son ruido blanco. El modelo es válido.

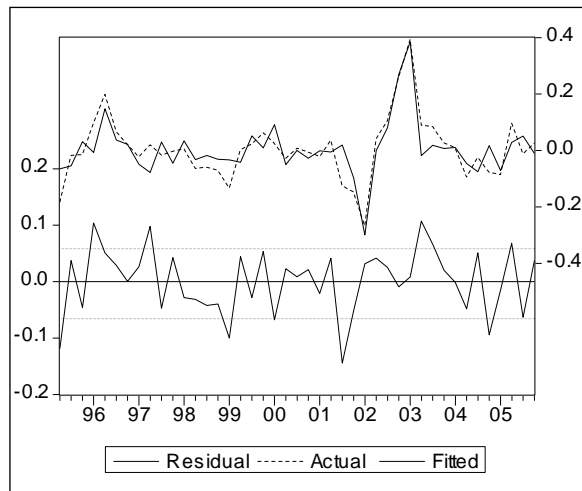
Fórmula del modelo:

$$z_4 = -0.27 I_t[t = 2002.1] + 0.4 I_t[t = 2002.4] + 0.19 I_t[t = 2003.4] - 0.46 z_{4,t-4} + E_t + 0.66 E_{t-1}$$

Criterios de Akaike y Schwarz:

Akaike info criterion	-2.595654
Schwarz criterion	-2.349905

Gráfico del ajuste del modelo:



Resumen de modelos estimados:

MODELOS	SIC	AIK
$z_4 = -0.25 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.16 I_t[t = 2003.4] + 0.48 z_{4,t-1} - 0.47 z_{4,t-4} + 0.23 z_{4,t-5} + E_t$	-2.50	-2.74
$z_4 = -0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42 E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$	-2.60	-2.79
$z_4 = -0.27 I_t[t = 2002.1] + 0.4 I_t[t = 2002.4] + 0.19 I_t[t = 2003.4] - 0.46 z_{4,t-4} + E_t + 0.66 E_{t-1}$	-2.45	-2.65

MODELANDO LA VARIABLE Z

Cambiando el enfoque del análisis, proseguiremos analizando la tasa de cambio de la IBIF (Z). Comenzamos analizando el correlograma de los residuos resultantes de modelar el outlier con una variable dummy (proceso llevado a cabo en la sección anterior, pág. 8).

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.164	-0.164	1.4486	0.229
		2 0.069	0.044	1.7128	0.425
		3 -0.191	-0.178	3.7678	0.288
		4 0.606	0.582	24.903	0.000
		5 -0.229	-0.160	27.996	0.000
		6 0.008	-0.098	28.000	0.000
		7 -0.290	-0.191	33.158	0.000
		8 0.481	0.170	47.726	0.000
		9 -0.289	-0.149	53.114	0.000
		10 -0.002	-0.032	53.114	0.000
		11 -0.238	0.036	56.955	0.000
		12 0.454	0.117	71.257	0.000
		13 -0.188	0.089	73.773	0.000
		14 -0.066	-0.217	74.096	0.000
		15 -0.244	-0.063	78.572	0.000
		16 0.429	0.056	92.804	0.000
		17 -0.309	-0.262	100.40	0.000
		18 -0.096	-0.072	101.16	0.000
		19 -0.193	0.096	104.30	0.000
		20 0.373	0.033	116.43	0.000
		21 -0.250	-0.011	122.08	0.000
		22 -0.066	-0.003	122.48	0.000
		23 -0.162	-0.046	125.02	0.000
		24 0.364	-0.068	138.31	0.000

Las correlaciones son muy similares a las obtenidas anteriormente, sin modelar el outlier, sólo que ahora las autocorrelaciones de orden 4 y múltiplos, tiene la tendencia decreciente, si bien suave, más clara y marcada. La correlación parcial solitaria de orden 4 nos indica claramente la presencia de un proceso AR(4) o, equivalentemente en este caso, SAR(1).

Ajustando AR(4):

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.019269	0.050560	0.381106	0.7050
DD	-0.336360	0.063960	-5.258908	0.0000
AR(4)	0.768668	0.107098	7.177250	0.0000

El modelo es estacionario.

Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.336	0.336	5.6685	
		2	0.204	0.102	7.7985	0.005
		3	0.037	-0.067	7.8711	0.020
		4	-0.184	-0.226	9.6815	0.021
		5	-0.241	-0.141	12.863	0.012
		6	-0.157	0.023	14.240	0.014
		7	-0.243	-0.161	17.651	0.007
		8	-0.077	0.024	18.001	0.012
		9	-0.221	-0.267	20.951	0.007
		10	0.070	0.208	21.254	0.012
		11	0.016	-0.103	21.270	0.019
		12	0.196	0.200	23.803	0.014
		13	0.194	-0.035	26.358	0.010
		14	0.067	-0.112	26.669	0.014
		15	-0.096	-0.143	27.331	0.017
		16	0.027	0.110	27.387	0.026
		17	-0.186	-0.080	30.045	0.018
		18	-0.141	-0.161	31.618	0.017
		19	-0.110	0.062	32.605	0.019
		20	-0.042	-0.051	32.754	0.026

Las únicas correlaciones significativas son de orden 1, en un aparente proceso AR(1), o MA(1) quizás.

Ajustando AR(1) SAR(1)¹¹:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.058378	0.344680	0.169369	0.8663
DD	-0.235600	0.049653	-4.744962	0.0000
AR(1)	0.539573	0.137871	3.913596	0.0003
SAR(4)	0.931374	0.080016	11.63992	0.0000

El proceso es no estacionario, por ende será descartado.¹²

Ajustando ar(4) ma(1):

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.059460	0.483186	0.123059	0.9026
DD	-0.254688	0.048183	-5.285899	0.0000
AR(4)	0.965069	0.071315	13.53256	0.0000
MA(1)	0.543053	0.143724	3.778436	0.0005

El proceso es no estacionario, descartamos el modelo. Intentaremos modelar la estacionalidad con un SMA(1).

Ajustando SMA(1):

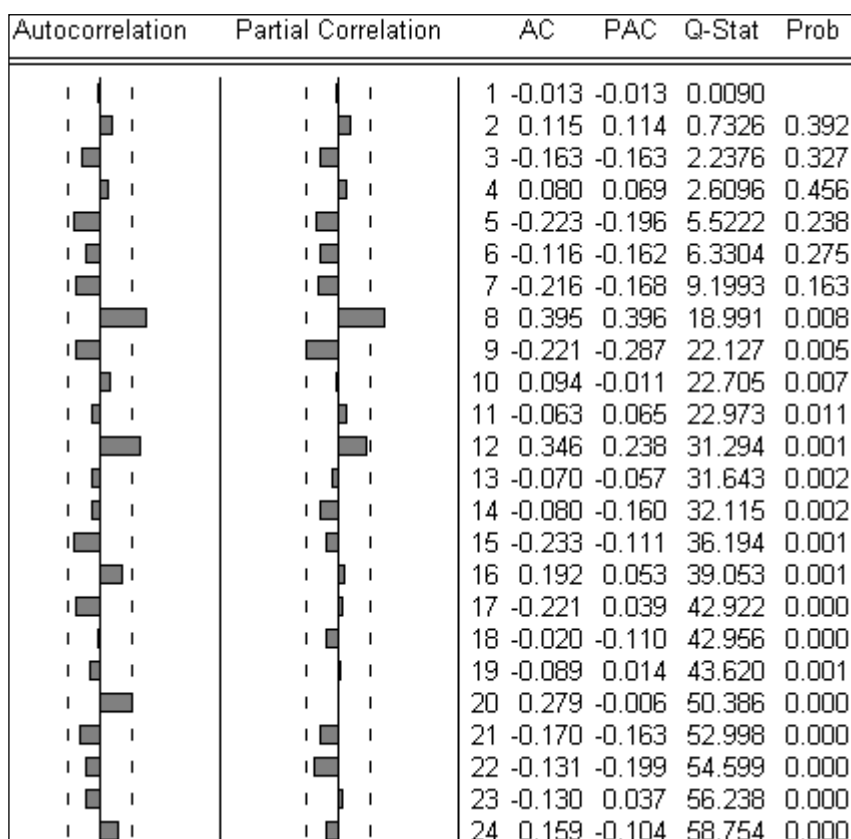
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DD	-0.254599	0.058126	-4.380095	0.0001
MA(4)	0.867141	0.053273	16.27728	0.0000

El modelo es invertible.

¹¹ AR(1) AR(4) es no significativo.

¹² El coeficiente de SAR(4) no es significativamente distinto de 1.

Correlograma:

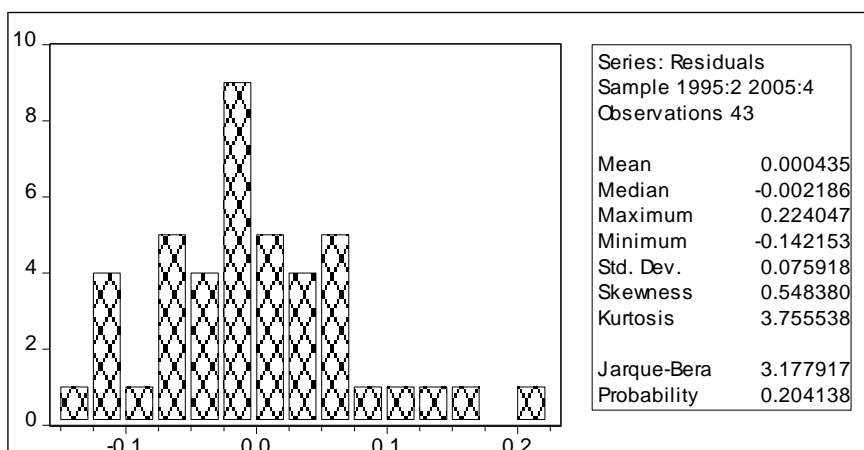


Los patrones sugieren la existencia de procesos ARMA de orden 4, 8 o 12. Para no extender demasiado el análisis dada la gran cantidad de modelos posibles, presentaremos solamente los que son significativos, estacionarios e invertibles que surgen de combinar SMA(1) con procesos tipo AR o MA de orden 4, 8, o 12.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.029800	0.046907	0.635312	0.5289
DD	-0.339607	0.062990	-5.391469	0.0000
AR(8)	0.531056	0.148203	3.583293	0.0009
MA(4)	0.829471	0.082408	10.06541	0.0000

El modelo es estacionario e invertible.

Test de normalidad de los residuos:



Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.208	0.208	2.0014	
		2	0.179	0.142	3.5197	
		3	0.079	0.018	3.8178	0.051
		4	-0.132	-0.187	4.6864	0.096
		5	-0.228	-0.207	7.3305	0.062
		6	-0.136	-0.021	8.3036	0.081
		7	-0.291	-0.195	12.840	0.025
		8	-0.033	0.088	12.899	0.045
		9	-0.192	-0.206	15.006	0.036
		10	0.100	0.160	15.595	0.049
		11	0.077	-0.015	15.951	0.068
		12	0.258	0.218	20.097	0.028
		13	0.148	-0.034	21.502	0.029
		14	0.058	-0.125	21.723	0.041
		15	-0.178	-0.237	23.905	0.032
		16	-0.020	0.040	23.933	0.047
		17	-0.199	0.012	26.872	0.030
		18	-0.224	-0.210	30.739	0.015
		19	-0.143	0.022	32.381	0.013
		20	0.006	0.022	32.384	0.020

Los residuos son ruido blanco. El modelo es válido.

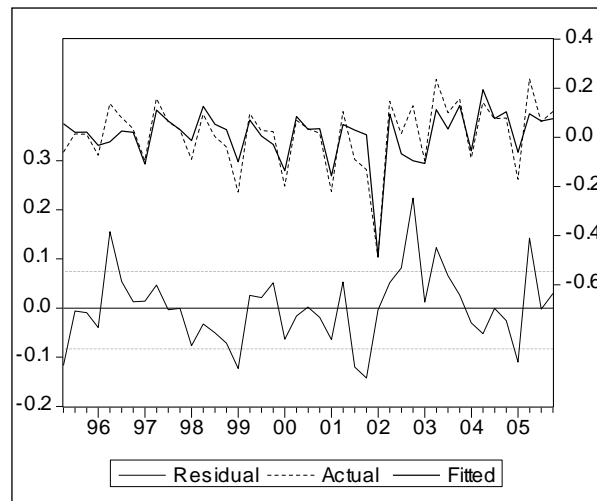
Fórmula del modelo:

$$z = -0.34 I_t[t = 2002.1] + 0.53 z_{t-8} + E_t + 0.83E_{t-4}$$

Criterios de Akaike y Schwarz:

Akaike info criterion	-2.155778
Schwarz criterion	-1.991945

Gráfico del ajuste del modelo:



MODELANDO LA VARIABLE Z CON ESTACIONALIDAD DETERMINÍSTICA:

Ajustando outlier y variables dummies estacionales:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DD	-0.349208	0.068484	-5.099119	0.0000
D1	-0.138558	0.019770	-7.008607	0.0000
D2	0.126880	0.018185	6.977029	0.0000
D3	0.039429	0.018185	2.168183	0.0354
D4	0.037872	0.018185	2.082567	0.0429

No es de importancia que los coeficientes de estacionalidad determinística sean significativos o no, ya que si no lo son estadísticamente sí lo son conceptualmente: simplemente significan que en tal o cual trimestre la variable toma un valor independiente de la media.

Se quitarán o incluirán variables SARIMA según éstas sean significativas y no según cómo alteren a las dummies.

Correlograma:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.450	0.450	10.968	0.001
		2	0.409	0.258	20.178	0.000
		3	0.229	-0.031	23.143	0.000
		4	0.147	-0.037	24.382	0.000
		5	-0.017	-0.144	24.398	0.000
		6	0.068	0.121	24.675	0.000
		7	-0.135	-0.183	25.793	0.001
		8	-0.094	-0.027	26.343	0.001
		9	-0.152	-0.039	27.834	0.001
		10	0.064	0.255	28.104	0.002
		11	-0.079	-0.123	28.528	0.003
		12	-0.036	-0.124	28.616	0.004
		13	0.005	0.122	28.618	0.007
		14	-0.088	-0.163	29.190	0.010
		15	-0.177	-0.128	31.531	0.007
		16	-0.166	-0.161	33.665	0.006
		17	-0.230	0.042	37.877	0.003
		18	-0.206	0.006	41.337	0.001
		19	-0.118	0.053	42.516	0.002
		20	-0.146	-0.136	44.363	0.001
		21	-0.127	-0.020	45.821	0.001
		22	-0.120	-0.014	47.160	0.001
		23	0.025	0.046	47.220	0.002
		24	0.057	0.087	47.549	0.003

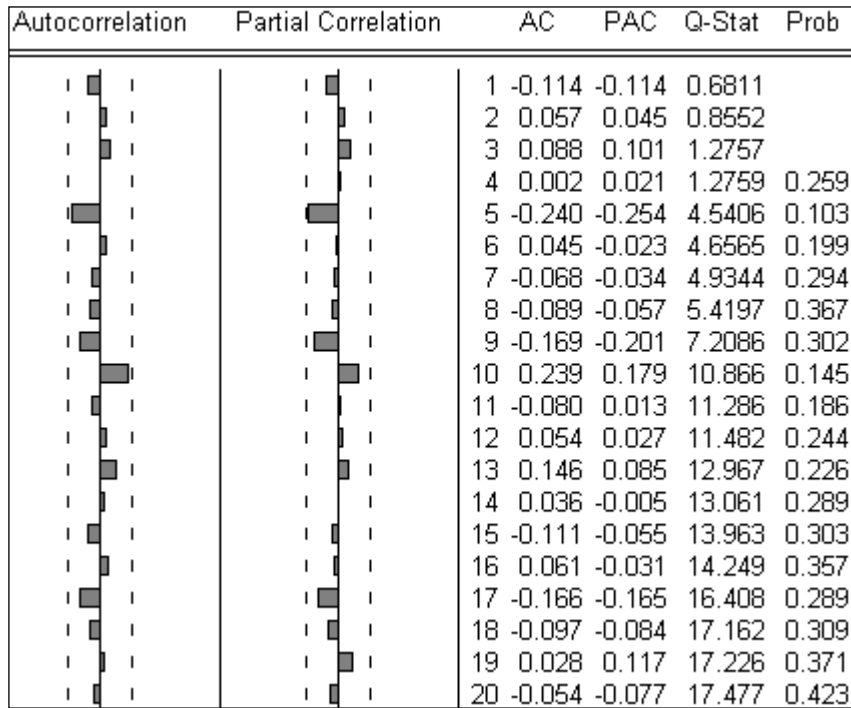
Parece haber aquí un patrón tipo AR(1) o MA(1). Por método de prueba y error se puede llegar a un modelo significativo y con residuos normales. No nos explayaremos en mostrar los pasos del método para no extender inútilmente el análisis.

Ajustando AR(2) MA(1) MA(6) con variables dummies:

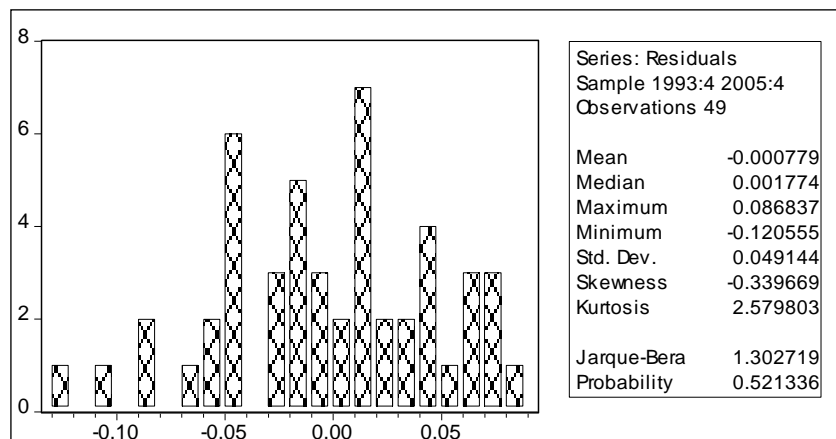
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DD	-0.293902	0.035613	-8.252614	0.0000
D1	-0.134930	0.033015	-4.086950	0.0002
D2	0.120510	0.033205	3.629233	0.0008
D3	0.041988	0.033354	1.258852	0.2152
D4	0.033321	0.033168	1.004598	0.3210

AR(2)	0.474352	0.145427	3.261779	0.0022
MA(6)	0.394045	0.028867	13.65028	0.0000
MA(1)	0.750433	0.028860	26.00234	0.0000

Correlograma:



Test de normalidad de los residuos:



Los residuos son un proceso ruido blanco. El modelo es válido.

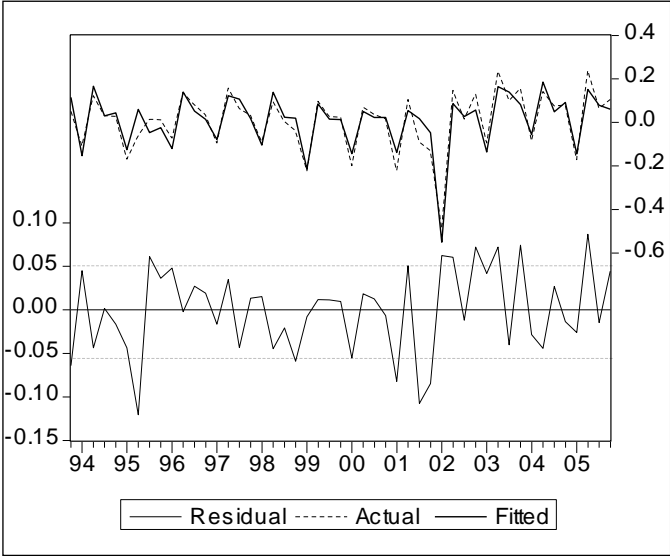
Fórmula del modelo:

$$z = -0.29 I_t[t = 2002.1] - 0.12 D1 + 0.13 D2 + 0.04 D3 + 0.03 D4 + 0.47 z_{t-2} + E_t + 0.75 E_{t-1} + 0.39 E_{t-6}$$

Criterios de Akaike y Schwarz:

Akaike info criterion	-2.881964
Schwarz criterion	-2.573096

Gráfico del ajuste del modelo:



COMPARACIÓN DE LOS MODELOS

MODELOS DE LA VARIABLE Z4

MODELOS	SIC	AIK
1) $z_4 = -0.25 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.16 I_t[t = 2003.4] + 0.48 z_{4,t-1} - 0.47 z_{4,t-4} + 0.23 z_{4,t-5} + E_t$	-2.50	-2.74
2) $z_4 = -0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$	-2.60	-2.79
3) $z_4 = -0.27 I_t[t = 2002.1] + 0.4 I_t[t = 2002.4] + 0.19 I_t[t = 2003.4] - 0.46 z_{4,t-4} + E_t + 0.66E_{t-1}$	-2.45	-2.65

El criterio para elegir entre estos dos modelos es el valor de los coeficientes de Akaike y Schwarz. El segundo modelo es el que presenta menor valor, por ende es el que mejor se ajusta.

MODELOS DE LA VARIABLE Z

MODELOS	SIC	AIK
1) $z = -0.34 I_t[t = 2002.1] + 0.53 z_{t-8} + E_t + 0.83E_{t-4}$	-1.99	-2.16
2) $z = -0.29 I_t[t = 2002.1] - 0.12 D1 + 0.13 D2 + 0.04 D3 + 0.03 D4 + 0.47 z_{t-2} + E_t + 0.75 E_{t-1} + 0.39E_{t-6}$	-2.57	-2.88

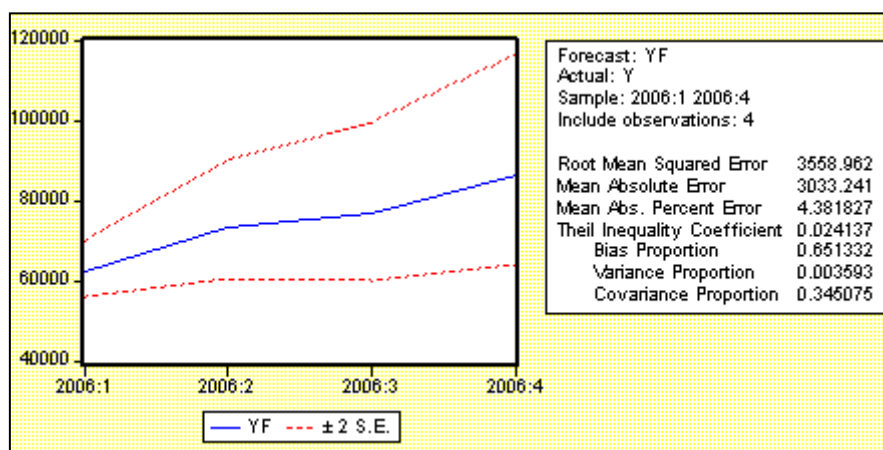
Siguiendo el mismo criterio que antes, elegimos el segundo modelo.

COMPARACIÓN DE MODELOS EN DISTINTAS VARIABLES

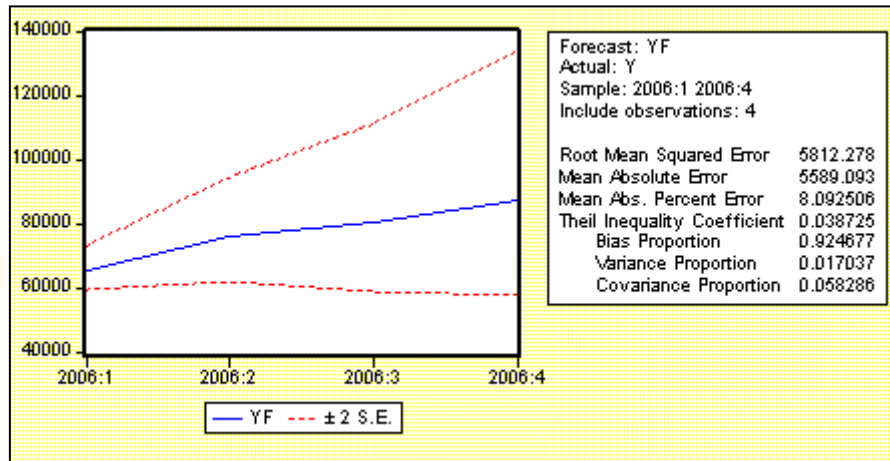
Ahora se compararán los dos modelos elegidos en el procedimiento anterior comparando sus errores medios absolutos porcentuales (MAPE) de pronóstico para el año 2006, expresados en nuestra variable original, la IBIF (Y).

MODELOS	MAPE (Y)
1) $z_4 = -0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$	4.38
2) $z = -0.29 I_t[t = 2002.1] - 0.12 D1 + 0.13 D2 + 0.04 D3 + 0.03 D4 + 0.47 z_{t-2} + E_t + 0.75 E_{t-1} + 0.39E_{t-6}$	8.09

1)



2)



Un MAPE del 4,38% es una muy buena medida para ajustar el pronóstico de un modelo. Finalmente, podemos concluir que

$$z_4 = -0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$$

es el modelo apropiado para describir la tasa de cambio en la tasa de crecimiento (Z) de la Inversión Bruta Interna Fija respecto del mismo trimestre del año anterior.

Dado que es un modelo logarítmico, conviene utilizarlo para predecir en un software dado que la transformación a variable no logaritmada (Y) es muy compleja. Integrarlo como potencia daría un modelo con pronóstico sesgado. Pero sí podemos integrarlo y definirlo como el logaritmo de la variable original:

$$z = d\log(y_{t-4}) - 0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$$

$$d\log(y_t) = \log(y_{t-4}) - \log(y_{t-5}) - 0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$$

$$\log(y_t) - \log(y_{t-1}) = \log(y_{t-4}) - \log(y_{t-5}) - 0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$$

$$\log(y_t) = \log(y_{t-1}) + \log(y_{t-4}) - \log(y_{t-5}) - 0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$$

$$\log(y_t) = -0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + \log(y_{t-1}) + \log(y_{t-4}) - \log(y_{t-5}) + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}$$

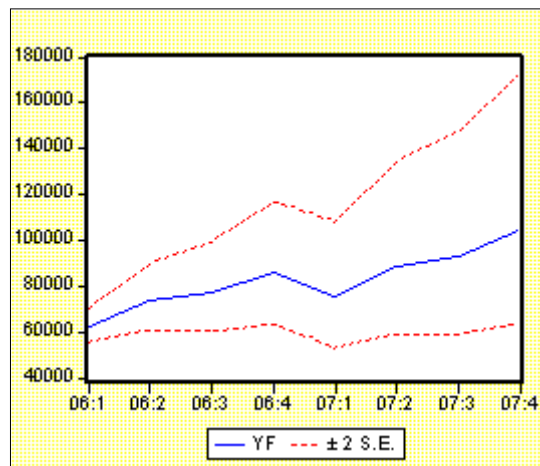
O bien podemos expresarlo como:

$$E(Y) = E(e^{-0.3 I_t[t = 2002.1] + 0.34 I_t[t = 2002.4] + 0.13 I_t[t = 2003.4] + \log(y_{t-1}) + \log(y_{t-4}) - \log(y_{t-5}) + E_t + 0.42E_{t-1} - 0.75 E_{t-4} - 0.32 E_{t-5}})$$

E(Y) es un SARIMA (0,1,1) (0,1,1)s con 3 variables dummies.

PRONÓSTICOS

Año	IBIF Pronosticada	SD del Pronóstico	IBIF Real	Intervalo de Pronóstico		Error Predicción 2006
				Límite Inferior	Límite Superior	
2006:1	62262.36	3557.489	57963.27	55147.39	69377.34	-4299.097
2006:2	73415.47	7283.726	71049.56	58848.01	87982.92	-2365.903
2006:3	76934.37	9858.882	77256.33	57216.61	96652.14	321.9528
2006:4	86011.02	13044.22	80865.00	59922.57	112099.5	-5146.013
2007:1	75438.55	13516.55	NA	48405.45	102471.7	NA
2007:2	88951.91	18313.47	NA	52324.98	125578.8	NA
2007:3	93215.50	21393.04	NA	50429.43	136001.6	NA
2007:4	104213.0	26147.80	NA	51917.39	156508.6	NA



CONCLUSIÓN

La serie analizada efectivamente presentó varias de las características mencionadas al principio del trabajo:

- Estacionalidad
- Volatilidad

-Puntos aberrantes: es altamente probable que estén relacionados con la evolución del PBI.

Sin embargo, no pudimos probar tal correlación con el PBI, ni con la tasa de interés (este fue un análisis univariado), así como tampoco pudo hallarse una clara tendencia de largo plazo.

El modelo que explica el comportamiento de la IBIF es el siguiente:

$$E(Y) = E(e^{-0.3 It[t = 2002.1] + 0.34 It[t = 2002.4] + 0.13 It[t = 2003.4] + \log(yt-1) + \log(yt-4) - \log(yt-5) + Et + 0.42Et-1 - 0.75 Et-4 - 0.32 Et-5})$$

Aspectos a destacar del modelo hallado:

- Correlación positiva con los shocks recientes. Probablemente sea explicable por el efecto multiplicador keynesiano (circuito inversión-aumento de demanda agregada-más inversión).
- Correlación fuertemente negativa con shocks estacionales.
- Es un modelo de variables dummies más un componente SARIMA (0,1,1) (0,1,1)s.
- Logró predecir la variable con un MAPE de tan sólo el 4.38%.
- Queda para un posterior análisis, ajustar modelos multivariados, para ver la relación con la tasa de interés y el producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Philip Hans FRANSES, "Time series models for business and economic forecasting"
- INDEC, "Inversión Bruta Interna Fija de la República Argentina", en www.indec.gov.ar

APÉNDICE A

Inversión Bruta Interna Fija de la República Argentina (1993-2006), trimestral, en millones de pesos de 1993:

1993.1	37.325
1993.2	43.956
1993.3	48.221
1993.4	50.776
1994.1	45.580
1994.2	51.527
1994.3	53.182
1994.4	54.637
1995.1	46.129
1995.2	43.400
1995.3	44.020
1995.4	44.565
1996.1	41.460
1996.2	47.591
1996.3	51.558
1996.4	53.327
1997.1	48.511
1997.2	56.800
1997.3	60.489
1997.4	62.390
1998.1	57.077
1998.2	62.699
1998.3	62.903
1998.4	60.443
1999.1	48.384
1999.2	53.304
1999.3	54.758
1999.4	56.019

2000.1	45.938
2000.2	49.232
2000.3	50.995
2000.4	51.843
2001.1	41.580
2001.2	46.196
2001.3	42.220
2001.4	37.002
2002.1	22.719
2002.2	26.311
2002.3	26.714
2002.4	30.388
2003.1	27.659
2003.2	35.024
2003.3	38.707
2003.4	45.248
2004.1	41.571
2004.2	47.908
2004.3	51.702
2004.4	55.936
2005.1	47.159
2005.2	59.863
2005.3	63.851
2005.4	70.961
2006.1	57.963
2006.2	71.050
2006.3	77.256
2006.4	80.865

APÉNDICE B

Tasa de crecimiento instantánea de la Inversión Bruta Interna Fija de la República Argentina, expresada como cambio proporcional (1 = 100%):

1993.1	NA
1993.2	0,164
1993.3	0,093
1993.4	0,052
1994.1	-0,108
1994.2	0,123
1994.3	0,032
1994.4	0,027
1995.1	-0,169
1995.2	-0,061
1995.3	0,014
1995.4	0,012
1996.1	-0,072
1996.2	0,138
1996.3	0,080
1996.4	0,034
1997.1	-0,095
1997.2	0,158
1997.3	0,063
1997.4	0,031
1998.1	-0,089
1998.2	0,094
1998.3	0,003
1998.4	-0,040
1999.1	-0,223
1999.2	0,097
1999.3	0,027
1999.4	0,023

2000.1	-0,198
2000.2	0,069
2000.3	0,035
2000.4	0,017
2001.1	-0,221
2001.2	0,105
2001.3	-0,090
2001.4	-0,132
2002.1	-0,488
2002.2	0,147
2002.3	0,015
2002.4	0,129
2003.1	-0,094
2003.2	0,236
2003.3	0,100
2003.4	0,156
2004.1	-0,085
2004.2	0,142
2004.3	0,076
2004.4	0,079
2005.1	-0,171
2005.2	0,239
2005.3	0,065
2005.4	0,106
2006.1	-0,202
2006.2	0,204
2006.3	0,084
2006.4	0,046

APÉNDICE C

Tasa de cambio en la tasa de crecimiento (Z) de la Inversión Bruta Interna Fija de la República Argentina respecto del mismo trimestre del año anterior, expresada como cambio absoluto de Z (en puntos porcentuales):

1993.1	NA
1993.2	NA
1993.3	NA
1993.4	NA
1994.1	NA
1994.2	-0,041
1994.3	-0,061
1994.4	-0,025
1995.1	-0,061
1995.2	-0,184
1995.3	-0,017
1995.4	-0,015
1996.1	0,097
1996.2	0,199
1996.3	0,066
1996.4	0,021
1997.1	-0,022
1997.2	0,020
1997.3	-0,017
1997.4	-0,003
1998.1	0,006
1998.2	-0,064
1998.3	-0,060
1998.4	-0,071
1999.1	-0,134
1999.2	0,003
1999.3	0,024
1999.4	0,063

2000.1	0,024
2000.2	-0,028
2000.3	0,008
2000.4	-0,006
2001.1	-0,022
2001.2	0,036
2001.3	-0,125
2001.4	-0,148
2002.1	-0,267
2002.2	0,042
2002.3	0,105
2002.4	0,261
2003.1	0,394
2003.2	0,089
2003.3	0,085
2003.4	0,027
2004.1	0,009
2004.2	-0,094
2004.3	-0,024
2004.4	-0,077
2005.1	-0,086
2005.2	0,097
2005.3	-0,012
2005.4	0,027
2006.1	-0,032
2006.2	-0,035
2006.3	0,019
2006.4	-0,060