

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 46

SEIA: Una mirada alternativa de la inversión

Byron Idrovo A.

Febrero 2008

Resumen

El desarrollo del presente artículo tiene dos objetivos: el primero es identificar la relación entre la inversión total esperada (aquella que ingresa al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, SEIA) y la inversión aprobada por dicho sistema –esto permite elaborar una medida adelantada de inversión, es decir, aproximar cuánto de la inversión que ingresa al sistema será aprobada por el SEIA, y cuándo es más probable que tal evento ocurra. El segundo objetivo es elaborar un indicador mensual de inversión mediante métodos de desagregación temporal, utilizando como instrumento de interpolación a la inversión total que pasa por el SEIA.

Entre los principales hallazgos, destaca la baja proporción de inversión que es aprobada por el SEIA dentro del plazo establecido por ley. Por ejemplo, las estimaciones revelaron que, en promedio, un 38% de la inversión que ingresa al sistema para ser evaluada hoy, es aprobada dentro del plazo indicado en la ley de Bases del Medioambiente –contando este plazo desde que se ingresa al sistema hasta que se emite la Resolución de Calificación Ambiental, sin considerar en esta cuenta que legalmente puede suspenderse la contabilización de este plazo por razones justificadas. En tanto, el mayor porcentaje de aprobación (56%) de la inversión que ingresa al sistema, ocurre fuera de plazo (con un rezago de siete a diez meses). Finalmente, según el índice mensual de inversión total, elaborado mediante el método de desagregación temporal de Chow y Lin (1971), la inversión agregada de Cuentas Nacionales Anuales habría cerrado el 2007 con un crecimiento entre 11% y 12% respecto del nivel observado en 2006, lo que significaría una inversión real cercana a 16.022 miles de millones de pesos.

Clasificación JEL: C13, C43.

Palabras Claves: Inversión agregada, Medioambiente, Desagregación temporal, Modelos de regresión.

Comentarios bienvenidos a bidrovo@cchc.cl. Un agradecimiento al equipo de analistas económicos de la Gerencia de Estudios de la CChC por la elaboración de la base de datos, y en particular a Juan Carlos Caro y Jorge Rodríguez por sus valiosos comentarios.

La publicación de los Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de la Mesa Directiva de la Cámara Chilena de la Construcción. Tanto el contenido de los Documentos de Trabajo como también el análisis y conclusiones que de ellos se deriven, son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente la opinión de la Cámara Chilena de la Construcción o sus directivos.

1. Introducción

En Chile, desde 1997 la calificación ambiental es una condición *necesaria* para que la gran mayoría de proyectos de inversión sean una “realidad” observable, sin que su ejecución genere mayor impacto ambiental. En otras palabras, de acuerdo al procedimiento legal del Medio Ambiente, la mayoría de los proyectos de inversión –que inciden principalmente en el ciclo de la actividad económica– deben ser aprobados por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) antes de ser ejecutados. Por lo tanto, este proceso de calificación debe ser realizado en forma transparente y eficiente para que la inversión que ingresa al sistema (o inversión esperada) sea un buen predictor del ciclo de la inversión efectiva, donde los únicos retrasos a considerar sean los establecidos por ley, y evitar así mayores demoras que eventualmente terminan sobrestimando la inversión efectiva.

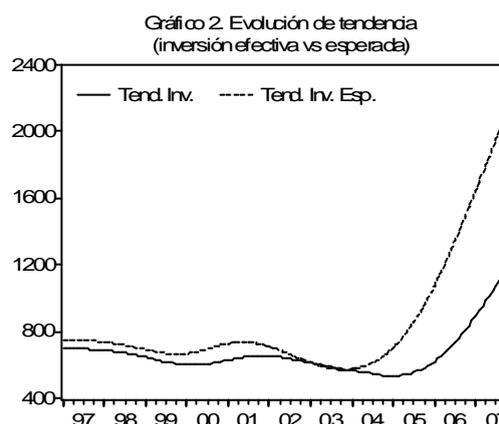
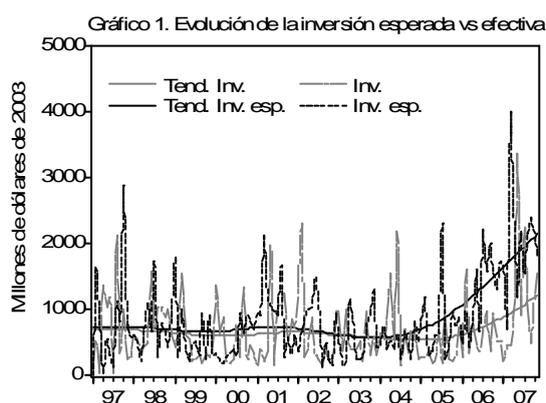
Dependiendo de la complejidad medioambiental del proyecto, el proceso de calificación se efectúa a través de la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) –particularmente, en casos en que la ejecución del proyecto no presente mayores riesgos para el entorno natural–, o solicitar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) si la realización del proyecto trae consigo la generación de mayores impactos para el medioambiente. En este sentido, el proceso regulador del SEIA contribuye al desarrollo sustentable del país.

El siguiente artículo está organizado de la siguiente manera: en el capítulo 1 se presenta la introducción; el capítulo 2 resume la evidencia empírica del proceso de evaluación del SEIA; el capítulo 3 corresponde a la estimación de la tasa de aprobación de la inversión que ingresa al SEIA; en el Capítulo 4 se estima un índice mensual de inversión a partir de los indicadores de inversión provisto por el SEIA; el capítulo 5 concluye con algunas recomendaciones de política.

2. Evidencia empírica

Con relación al desempeño del sistema de calificación ambiental, la Ley de Bases del Medio Ambiente, determina plazos máximos de calificación tanto para los DIA (90 días) como para los EIA (180 días), contando este plazo desde que se ingresa al sistema hasta que se emite la Resolución de Calificación Ambiental, sin considerar en esta cuenta que legalmente puede suspenderse la contabilización de este plazo por razones justificadas. En efecto, desde 1999 la calificación de proyectos ha tendido a exceder los plazos establecidos por ley. Es así como se observa un retraso de la inversión aprobada respecto de los montos de inversión de los proyectos que ingresan al sistema para ser evaluados (ver series de

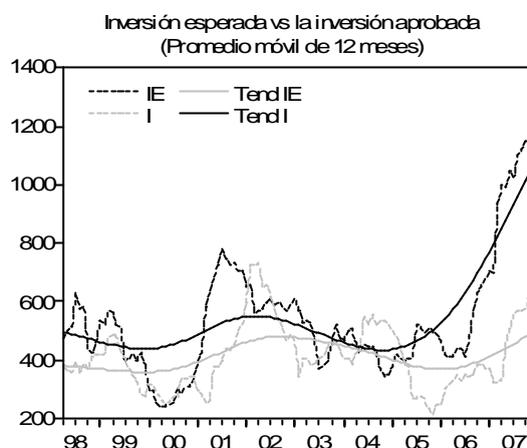
tendencia)². Por ejemplo, los siguientes gráficos muestran que, en promedio, gran parte de la mayor inversión que ingresó al SEIA durante la segunda mitad de 1999 fue aprobada aproximadamente diez meses después –medida por el desplazamiento de la tendencia de la inversión aprobada (Tend. Inv) respecto de la tendencia de la inversión que ingresa al sistema (Tend. Inv. Esp). Asimismo, los menores montos de inversión que ingresaron al SEIA en el 2003, se aprobaron entre los años 2004 y 2005. Finalmente, la fuerte entrada de proyectos a finales de 2004 parece sobrepasar la capacidad gestora del SEIA, ya que se observa tanto un retraso en los montos de inversión aprobados como un mayor distanciamiento entre la inversión que ingresa al sistema (inversión esperada) versus la aprobada. Más aún, al tomar promedio móvil de 12 meses de la inversión esperada y aprobada, respectivamente (medidas que capturan la evolución de mediano plazo de la inversión), es posible evidenciar con mayor claridad el desfase producido entre la inversión que ingresa al SEIA y la inversión aprobada.



² Para el cálculo de la tendencia se aplicó el filtro de Hodrick y Prescott (1997) que consiste en obtener la tendencia de una variable minimizando el siguiente argumento:

$$y_t^p = \text{ArgMin} \sum_{t=1}^T \left\{ (y_t - y_t^p)^2 + \mathbf{I} \left[(y_{t+1}^p - y_t^p) - (y_t^p - y_{t-1}^p) \right]^2 \right\}$$

Donde, y_t^p es el componente permanente de la serie desestacionalizada y_t (la desestacionalización fue realizada mediante el programa EX12 provisto por el Banco Central de Chile. La expresión anterior minimiza la varianza del componente cíclico, tratando de mantener la variación en la segunda diferencia del componente de crecimiento. Así, cuanto mayor es el valor de \mathbf{I} , más suave será la tendencia extraída. En el límite, cuando $\mathbf{I} \rightarrow \infty$ la tendencia será una línea recta.



Fuente: Elaboración propia en base a la información provista por el SEIA.

De lo anterior, cabe señalar que los mayores montos de inversión observados al principio del 2007, fueron consistentes con los mayores registros de crecimiento económico –que superaban al crecimiento potencial del PIB (en torno al 5%)–, y las mayores expectativas del mercado de continuar en dicho escenario durante el 2007 y 2008.³ Sin embargo, últimamente dichas expectativas respecto del crecimiento económico para este año han tendido a moderarse, debido, en gran parte, a los efectos rezagados de las alzas de tasas de Política Monetaria durante 2007, y el menor crecimiento mundial estimado para este año. Por lo tanto, se espera que en el mediano plazo la inversión retome los menores niveles y volatilidad observados en años anteriores.

En este contexto, ¿podemos concluir que el desempeño de la gestión evaluadora del SEIA ha ido de más a menos? No, cabe destacar que estas demoras son causadas por múltiples factores tanto del mismo proceso de evaluación ambiental como de la calidad de los estudios presentados, pero de todas formas proveen una señal a todos los actores involucrados en orden a producir las mejoras necesarias para agilizar los procesos de calificación. En este sentido, es de suma importancia perfeccionar la selección inicial de proyectos, rechazando aquellos que incumplan con todos o alguno de los requisitos contenidos en la base legal del Medio Ambiente. Esto implicará, probablemente, un aumento del porcentaje de rechazo de proyectos por parte del SEIA, (o lo que es lo mismo, una disminución de proyectos que ingresan al sistema para ser evaluados). Sin embargo, el mayor control o filtro inicial de proyectos tiene dos efectos positivos de corto y largo plazo, respectivamente. El efecto de corto plazo está asociado con la disminución de costos de gestión del SEIA, ya que el

³ Basado en las Encuestas de Expectativas Económicas del Banco Central (2007).

screening inicial disminuiría las excesivas adendas de proyectos dentro del sistema, que además de entorpecer la gestión del SEIA, la encarecen. En tanto, en el largo plazo los actores involucrados por el lado de la oferta de proyectos, internalizarán las exigencias del sistema, asumiendo así los costos de mejorar la calidad de la información que entregan al SEIA. De esta forma, se alcanzaría un nivel de la tasa de aprobación depurada, es decir, más realista de la capacidad administrativa del SEIA, permitiendo evaluar objetivamente su desempeño.

En base a lo anterior, monitorear constantemente la tarea calificadora del SEIA es relevante para la economía en general, ya que dicha entidad registra más del 90% de los grandes proyectos con sus respectivos montos de inversión. Esto significa que gran parte de la inversión del Sistema de Cuentas Nacionales del Banco Central está contenida en el SEIA. En efecto, si la inversión corresponde al 20,1% del PIB⁴, es de suma relevancia precisarla y así minimizar el sesgo de estimación tanto de la misma inversión como de otras variables al momento de hacer proyecciones macroeconómicas.

Por ejemplo, al explorar una de las fuentes de información sobre proyectos de inversión más usadas, incluyendo al Banco Central, como es el catastro de proyectos de la Corporación de Bienes de Capital, se verificó que durante el 2007 cerca del 66% de los proyectos de generación eléctrica anunciados en dicho catastro ni siquiera habían ingresado al SEIA, lo que equivale a que el 72% de la inversión total considerada en dicha medición aún no ha iniciado su proceso de calificación ambiental. Lo que sumado al excesivo plazo esperado para que obtengan dicha calificación, se traduce en que muchas de las inversiones consideradas para ser ejecutadas durante 2007, de acuerdo a la evidencia disponible, no ocurrieron ya que no obtuvieron su calificación ambiental a tiempo para hacerlo.⁵ Por lo tanto, considerando que la prolongación del plazo promedio en que la inversión esperada resulta aprobada, se sitúa entre los tres y doce meses; es posible anticipar que parte de la inversión que ingresó a principios del 2007 podría ser liberada este año.

Por otro lado, medir el cumplimiento de estos plazos (como porcentaje de aprobación en cada período) es fundamental para evaluar objetivamente el desempeño de todos los actores involucrados en el sistema e identificar sus causas, con el propósito de promover las políticas necesarias que permitan perfeccionamiento del sistema. En esta dirección, el presente artículo constituye un primer esfuerzo por identificar la relación entre la inversión esperada (aquella que ingresa al SEIA) y la inversión aprobada, haciendo posible elaborar una

⁴ Esto según la última compilación de referencia 2003 de Cuentas Nacionales.

⁵ Este ejemplo fue tomado del Informe MACH publicado por la Cámara Chilena de la Construcción.

medida adelantada de inversión, es decir, aproximar cuánto de la inversión que ingresa al sistema será aprobada por el SEIA, y cuándo es más probable que tal evento ocurra.

3. Estimación de la tasa de aprobación de proyectos del SEIA

Una primera exploración arroja que la inversión esperada y aprobada presenta cambios de régimen en su evolución, es decir, ambos estados de inversión presentan niveles muy altos con fuertes altibajos durante un largo período (generalmente un año o más), y niveles intermedios o muy bajos de inversión en otros años. Esto último es consistente con las fluctuaciones de largo plazo de las variables económicas, que en el agregado definen el ciclo del PIB. En efecto, la inversión esperada y aprobada exhiben tres diferentes tipos de comportamiento: uno de alto nivel de inversión con fuertes altibajos; otro de moderado nivel de inversión y volatilidad; y finalmente, un comportamiento de bajo nivel de inversión y baja variabilidad. Otro hallazgo, es que la probabilidad de que la inversión esperada (MS Inv. Est) transite por uno u otro régimen, claramente antecede a la inversión aprobada (MS Inv). Es así que el período estimado desde que la inversión ingresa al SEIA hasta que es aprobada, excede el plazo máximo establecido por ley, pero no superaría marcadamente el año calendario.

Gráfico 4. Inversión esperada vs aprobada: régimen de alta volatilidad

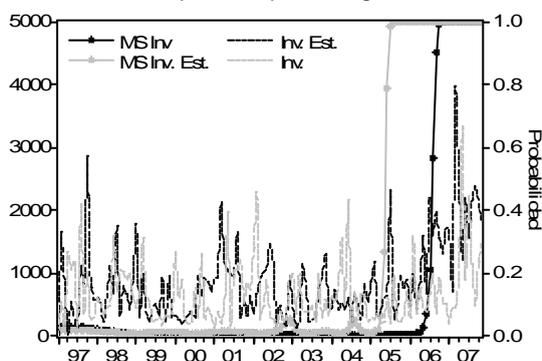
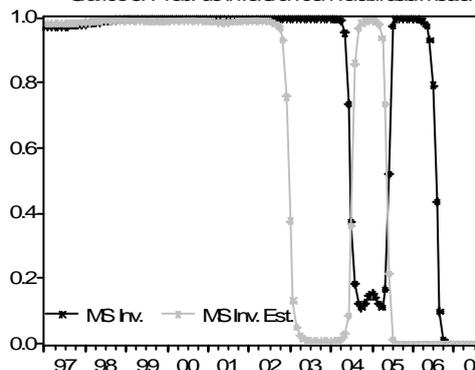
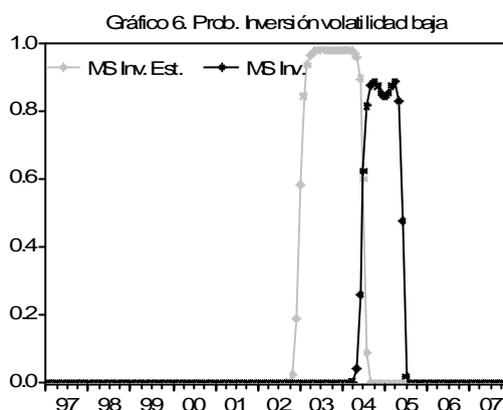


Gráfico 5. Prob. de Inversión con volatilidad media

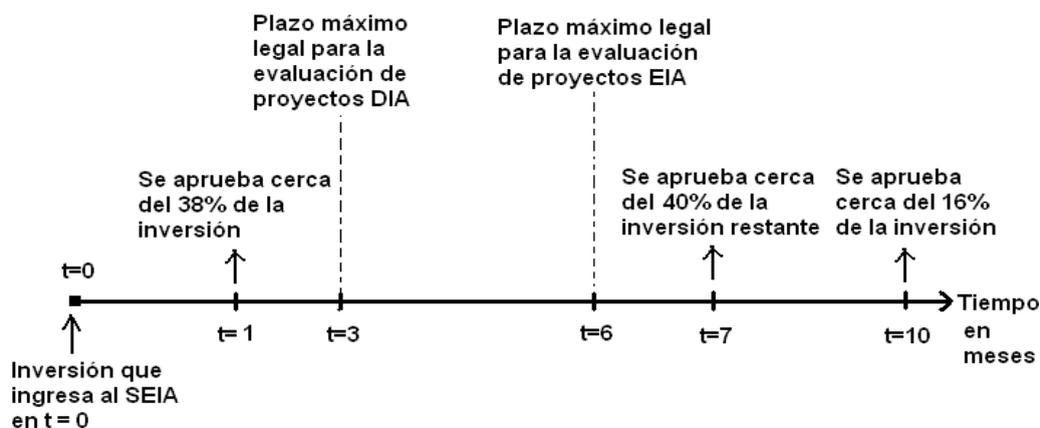




Fuente: Estimación propia.

Considerando la existencia de dichos regímenes o ciclos de la inversión, se tiene que, en promedio, un 38% de la inversión que ingresa al sistema para ser evaluada hoy, es aprobada dentro del plazo indicado en la ley de Bases del Medioambiente, contando este plazo desde que se ingresa al sistema hasta que se emite la Resolución de Calificación Ambiental, sin considerar en esta cuenta que legalmente puede suspenderse la contabilización de este plazo por razones justificadas. En tanto, el mayor porcentaje de aprobación (56%) de la inversión que ingresa al sistema, ocurre fuera de plazo (entre siete y diez meses después). En base a dichos porcentajes de aprobación, será posible elaborar un indicador adelantado de la inversión aprobada respecto de la inversión que ingresa al sistema de calificación ambiental.

A continuación se muestra esquemáticamente los resultados del modelo estimado (ver Anexo) que permite identificar cuánto de la inversión que ingresa al SEIA es aprobada y en qué período es más probable de observar tal evento.



Fuente: Elaboración propia

4. Elaboración de un Índice mensual de inversión a partir de la información provista por el SEIA

La información estadística oportuna y de calidad constituye una necesidad fundamental para la formulación de la política económica y, en general, para la toma de decisiones por parte de los agentes en la economía.⁶ En efecto, la información mensual de inversión provista por el SEIA constituye un indicador latente de inversión, ya que además de anticipar el cierre contable de Cuentas Nacionales Trimestrales (CNT) del Banco Central, permite identificar tempranamente el estado del ciclo por el que transita la inversión. Así, disponer de un indicador de inversión de alta frecuencia (mensual), tiene grandes ventajas respecto de las CNT del Banco Central, ya que esta última tiene frecuencia trimestral y es publicada con dos meses de retraso. En este sentido, contar con un indicador mensual de inversión evitaría tener que esperar hasta cinco meses para evaluar cualquier impacto en la inversión.

Por otra parte, en la elaboración del indicador hay que considerar que, por normativa, no todos los proyectos pasan por el SEIA, y aquellos que sí lo hacen, eventualmente experimentan rezagos en su ejecución. Por lo tanto, es razonable que en el corto plazo los montos de inversión que ingresan al SEIA exhiban ciertos descargos respecto de la inversión de CNT. Sin embargo, se encontró que la suavización mediante la aplicación de promedios móviles en 12 meses de la inversión desestacionalizada del SEIA, aproxima mejor la evolución del ciclo de la misma, mostrando un mayor ajuste con la inversión desestacionalizada de CNT. La tabla 1 presenta la correlación entre los índices de inversión (FBKF) de CNT e inversión esperada (IE) y aprobada (I) por el SEIA (todos los índices fueron elaborados con base 2003=100). Es así como, en base a la mayor medida de correlación, se eligió a la inversión esperada como un indicador latente de inversión de CNT.

Tabla 1. Correlación de los indicadores de inversión SEIA con la FBCF

	FBCF	IE	I
FBCF	.		
IE	0.42	.	
I	0.12	0.38	.

FBCF: Formación bruta de capital fijo
 IE: Inversión esperada
 I: Inversión aprobada
 Fuente: Estimación propia

⁶ Cuentas Nacionales Trimestrales de Chile 1996-2004: Metodología y Resultados, Serie de Estudios Económicos N° 45, 2005. Banco Central de Chile.

A continuación, se procedió a *armonizar* el indicador latente de inversión (IE) con el indicador de inversión (FBCF) de CNT. Al respecto, cabe mencionar que el procedimiento de *armonización* de indicadores de alta frecuencia (también llamados datos fuentes) con indicadores de baja frecuencia, corresponde a una de las etapas de elaboración de CNT del Banco Central.⁷ Es así como el presente artículo evalúa, mediante la raíz del error cuadrático de extrapolación (REC), cuatro técnicas paramétricas de desagregación temporal, estimadas por Máxima Verosimilitud sin corregir por autocorrelación (MV) y corrigiendo por autocorrelación (MV-C). Estas técnicas son: Chow y Lin (1971), Fernandez (1981), Litterman (1983a), y SSC (2001). Las estimaciones fueron realizadas en MATLAB, y los códigos del programa pueden ser solicitados al autor.

Tabla 2. Extrapolación al tercer trimestre de 2007					
	Métodos estimados por Máxima Verosimilitud				
	Chow Lin		Fernandez	Litterman	SSC
	MV	MV-C			
Índice estimado	156.4	155.6	157.1	157.0	156.6
Variación anual	10.8	10.2	11.3	11.2	10.9
Variación trimestral	0.2	-0.3	0.7	0.6	0.4
REC (nivel)	2.0	1.2	2.7	2.7	2.3
REC (variación anual)	1.4	0.9	1.9	1.9	1.6
REC (variación trim)	1.3	0.8	1.7	1.7	1.5

REC: Raíz del Error Cuadrático

MV: Estimado por Máxima Verosimilitud sin considerar autocorrelación

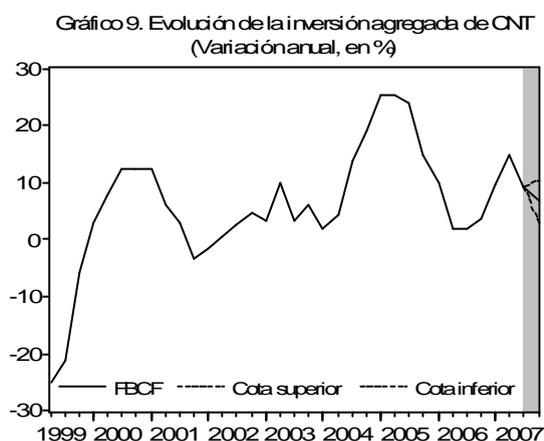
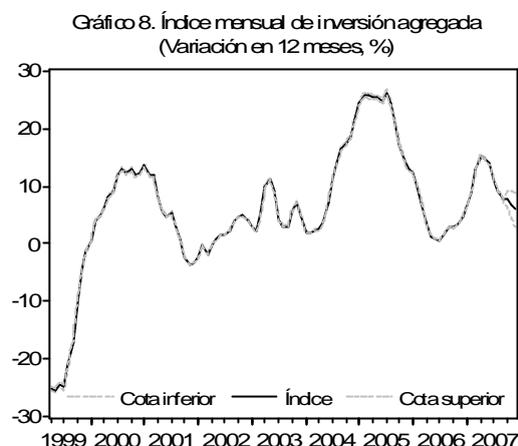
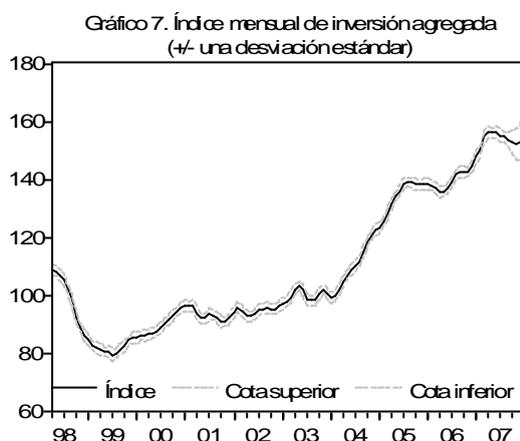
MV-C: Estimación por MV considerando la presencia de autocorrelación

Fuente: Estimación propia

Las estimaciones revelaron que el método de Chow y Lin, corrigiendo por autocorrelación, resultó el más apropiado para la elaboración del índice mensual de inversión total.

Los siguientes gráficos presentan la evolución del índice estimado tanto en nivel como en variación en doce meses. De esta manera, y según la metodología utilizada, la inversión agregada habría cerrado el 2007 con un crecimiento entre 11 y 12% respecto del nivel observado en 2006. Esto significa una inversión real cercana a 16.022 miles de millones de pesos en 2007.

⁷ Banco Central de Chile (2005) “Cuentas Nacionales Trimestrales de Chile 1996-2004: Metodología y Resultados”, Serie de Estudios Económicos, N° 45.



Fuente: Estimación propia.

5. Comentarios finales

Hay que reconocer que el proceso de calificación ambiental de los proyectos de inversión es uno de los instrumentos ambientales más importantes de nuestra normativa y que no sólo ha permitido analizar ambientalmente miles de proyectos desde su creación hace diez años, sino que también ha sido fundamental para mejorar la calidad ambiental del país.⁸

En promedio, un 38% de la inversión que ingresa al sistema para ser evaluada hoy, es aprobada dentro del plazo indicado en la ley de Bases del Medioambiente, contando este plazo desde que se ingresa al sistema hasta que se emite la Resolución de Calificación Ambiental, sin considerar en esta cuenta que legalmente puede suspenderse la contabilización de este plazo por razones justificadas. En tanto, el mayor porcentaje de aprobación (56%) de la inversión que ingresa al sistema, ocurre fuera de plazo (entre siete y diez meses después). Por ello, no cabe duda que resulta imprescindible el

⁸ Díaz C. (Minuta CEC No 10, 2007).

perfeccionamiento del proceso de parte de todos los actores involucrados de forma de hacerlo más expedito, cumpliendo así lo que la propia normativa exige.

Por otra parte, los porcentajes de aprobación de los proyectos que ingresan al SEIA han tendido a disminuir levemente respecto de los niveles observados hasta el 2004 (año en que se consolidó la reactivación económica con un PIB mayor al potencial). En efecto, el porcentaje de aprobación de la inversión al séptimo mes desde que ésta ingresó al sistema, se ha mantenido entorno a un 41% entre el 2005 y 2007, cifra que resulta menor al nivel observado en años anteriores (46%) (Ver Anexo). Asimismo, se observa un descenso del porcentaje de aprobación de la inversión al primer mes desde que ésta ingresó al SEIA. En tanto, la tasa de aprobación correspondiente al décimo mes se ha mantenido relativamente constante, indicando que no hay suficiente evidencia estadística para concluir que existen importantes cambios en el proceso de calificación de proyectos más rezagados. Cabe destacar que la disminución de la tasas de aprobación de proyectos no es un indicativo de la calidad de gestión del sistema, ya que los mayores rechazos y demoras pueden ser causados por múltiples factores tanto del mismo proceso de evaluación ambiental como de la calidad de los estudios presentados.

5.1. Recomendaciones de política

Perfeccionar la selección inicial de proyectos, rechazando aquellos que incumplan con todos o alguno de los requisitos contenidos en la base legal del Medio Ambiente. Esto implicará, probablemente, un aumento del porcentaje de rechazo de proyectos por parte del SEIA, (o lo que es lo mismo, una disminución de proyectos que ingresan al sistema para ser evaluados). Sin embargo, el mayor control o filtro inicial de proyectos tiene dos efectos positivos de corto y largo plazo, respectivamente. El efecto de corto plazo está asociado con la disminución de costos de gestión del SEIA, ya que el screening inicial disminuiría las excesivas adendas de proyectos dentro del sistema, que además de entorpecer la gestión del SEIA, la encarecen. En tanto, en el largo plazo los actores involucrados por el lado de la oferta de proyectos, internalizarán las exigencias del sistema, asumiendo así los costos de mejorar la calidad de la información que entregan al SEIA. De esta forma, se alcanzaría un nivel de la tasa de aprobación depurada, es decir, más realista de la capacidad administrativa del SEIA, permitiendo evaluar objetivamente su desempeño.

ANEXO

A1. Metodología Markov Switching

La identificación de los estados (o ciclos) de la inversión que pasa por el SEIA está basada en un modelo de cambio de régimen (Markov Switching Model, MS). El modelo identificó tres regímenes o estados del ciclo económico: un régimen de alta volatilidad (VA), un régimen de volatilidad media (VM), y un estado de baja volatilidad (VB). La ecuación (A1.1) muestra el modelo estimado, donde s_t es la variable de estado que indica si la inversión se encuentra en el régimen VA, VM o VB. Se asume que los términos de error $e_{a,t}$ y $e_{b,t}$ se encuentran normalmente distribuidos con media cero y varianza constante.

$$y_t = \begin{cases} c_a + \mathbf{f}_a y_{t-1} + \mathbf{e}_{a,t} & , \text{ si } s_t = VA \\ c_m + \mathbf{f}_m y_{t-1} + \mathbf{e}_{b,t} & , \text{ si } s_t = VM \\ c_b + \mathbf{f}_b y_{t-1} + \mathbf{e}_{b,t} & , \text{ si } s_t = VB \end{cases} \quad [A1.1]$$

Las probabilidades de transición de un régimen a otro se resumen en la ecuación [A1.2] y son estimadas en conjunto con los parámetros del modelo.

$$P = \begin{bmatrix} \text{Prob}\left(\frac{s_t = VA}{s_{t-1} = VA}\right) & \text{Prob}\left(\frac{s_t = VA}{s_{t-1} = VM}\right) & \text{Prob}\left(\frac{s_t = VA}{s_{t-1} = VB}\right) \\ \text{Prob}\left(\frac{s_t = VM}{s_{t-1} = VA}\right) & \text{Prob}\left(\frac{s_t = VM}{s_{t-1} = VM}\right) & \text{Prob}\left(\frac{s_t = VM}{s_{t-1} = VB}\right) \\ \text{Prob}\left(\frac{s_t = VB}{s_{t-1} = VA}\right) & \text{Prob}\left(\frac{s_t = VB}{s_{t-1} = VM}\right) & \text{Prob}\left(\frac{s_t = VB}{s_{t-1} = VB}\right) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{aa} & P_{ma} & P_{ba} \\ P_{am} & P_{mm} & P_{bm} \\ P_{ab} & P_{mb} & P_{bb} \end{bmatrix} \quad [A1.2]$$

A2. Métodos de desagregación temporal

La descripción de las metodologías a continuación siguen de cerca a Quilis E. (2001). El método de desagregación de Litterman asume la existencia de una relación lineal, aditivamente perturbadora, entre el vector de indicadores x y la variable de alta frecuencia (mensual) subyacente y , cuya expresión formal es:

$$y_t = \mathbf{b}' x_t + u_t \quad [A2.1]$$

Donde \mathbf{b} es un vector de parámetros constantes pero desconocidos (cuyo tamaño es conformable con la dimensión de la matriz x) y u_t es el término de error que evoluciona según un paseo aleatorio markoviano:

$$u_t = u_t + \mathbf{e}_t \quad [A2.2a]$$

$$\mathbf{e}_t = \mathbf{m} \mathbf{e}_t + a_t \quad |\mathbf{m}| < 1 \quad [A2.2b]$$

$$a_t \sim iidN(0, \mathbf{s}^2) \quad [A2.2c]$$

En consecuencia, u_t sigue in proceso autorregresivo (AR) de segundo orden con una raíz unitaria y otra estacionaria, asociada a $1/m$:

$$u_t = \frac{1}{(1 - mB)(1 - B)} a_t \quad [A2.3]$$

Sustituyendo [A2.3] en [A2.1] se tiene:

$$\Delta y_t = \mathbf{b}' \Delta x_t + \frac{a_t}{1 - mB} \quad [A2.4]$$

Donde $\Delta = 1 - B$ es el operador de diferenciación regular. Por otra parte, el modelo de Litterman incluye como caso particular al de Fernandez (1981) cuando $m = 0$. Finalmente, cabe señalar que las estimaciones de los parámetros están sujetas a que el promedio del índice subyacente mensual sea igual al índice de baja frecuencia (trimestral, por ejemplo).

$$\frac{\sum_{t \in T} y_{t,T}}{\sum_{t \in T} 1} = Y_T \quad [A2.5]$$

Por su parte, el método de desagregación de Chow y Lin (1971) consiste en imponer al estimador propiedades de linealidad, insesgadez y varianza mínima, en el marco del modelo [A2.4] y [A2.5].

Expresando el modelo mensual [1] en forma matricial se tiene:

$$\mathbf{y} = \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad [A2.6]$$

La matriz de agregación temporal asociada a [A2.5] es:

$$\mathbf{C} = \mathbf{I}_N \otimes \mathbf{c} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \quad [A2.7]$$

Donde \mathbf{I}_N es la matriz identidad de dimensión N, \otimes es el producto tensorial de Kronecker y $\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix}$ es el vector de agregación para el caso de la distribución temporal de un índice. Finalmente, el modelo trimestral asociado a [A2.6] se obtiene premultiplicando [A2.6] por la matriz de agregación C:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{C}\mathbf{y} = \mathbf{C}\mathbf{x}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{C}\mathbf{u} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{U} \quad [A2.8]$$

La matriz de varianza-covarianza de U es:

$$\mathbf{V} = \mathbf{C}\mathbf{v}\mathbf{C}' \quad [A2.9]$$

Siendo \mathbf{v} la matriz de varianza-covarianza de la perturbación mensual, cuya expresión es:

$$\mathbf{v} = \mathbf{s}_a^2 \mathbf{F}^{-1} \quad [A2.10]$$

Finalmente, la expresión para el estimador del vector con observaciones mensuales y es:

$$\hat{y} = \mathbf{x}\hat{\beta} + \mathbf{v}\mathbf{C}'\mathbf{V}^{-1}\hat{\mathbf{U}} \quad [\text{A2.11}]$$

Para el caso de la estimación por el método de Litterman la expresión sería la misma que Chow y Lin, con la diferencia de que \mathbf{v} tendría la siguiente estructura:

$$\mathbf{v} = s_a^2 (\mathbf{D}'\mathbf{H}'\mathbf{H}\mathbf{D})^{-1} \quad [\text{A2.12}]$$

Donde \mathbf{D} y \mathbf{H} son matrices cuadradas de la siguiente forma:

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{H} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ -\mathbf{m} & 1 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -\mathbf{m} & 1 \end{bmatrix} \quad [\text{A2.13}]$$

Naturalmente, \mathbf{D} y \mathbf{H} son las versiones matriciales de los operadores de diferenciación $\Delta = 1 - \mathbf{B}$ y AR(1): $1 - \mathbf{m}\mathbf{B}$

El método SSC supone una relación existente entre la variable subyacente y y un vector x

$$y_t = \mathbf{f}y_{t-1} + \mathbf{b}'x_t + \mathbf{e}_t \quad [\text{A2.14}]$$

Matricialmente se tiene la siguiente expresión equivalente:

$$\mathbf{y} = \mathbf{D}_f^{-1}\mathbf{z} + \mathbf{D}_f^{-1}\mathbf{e} = \mathbf{z}(\mathbf{f}) + \mathbf{u} \quad [\text{A2.15}]$$

Donde

$$\mathbf{D}_f = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -\mathbf{f} & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -\mathbf{f} & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\mathbf{f} & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -\mathbf{f} & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{z} = [x \quad q], \quad \mathbf{y} = [\mathbf{b} \quad \mathbf{h}] \quad [\text{A2.16}]$$

Las condiciones iniciales del sistema se encuentran en los términos q y $\mathbf{h} = E(y_0)$

El modelo de baja frecuencia implicado por [A2.16] se obtiene premultiplicando dicha expresión por la matriz de agregación temporal \mathbf{C} definida anteriormente. Así el modelo de baja frecuencia es:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z}(\mathbf{f}) + \mathbf{U}$$

La correspondiente matriz de varianza-covarianza de \mathbf{U} es:

$$\mathbf{V}(\mathbf{f}) = \mathbf{C}\mathbf{v}(\mathbf{f})\mathbf{C}'$$

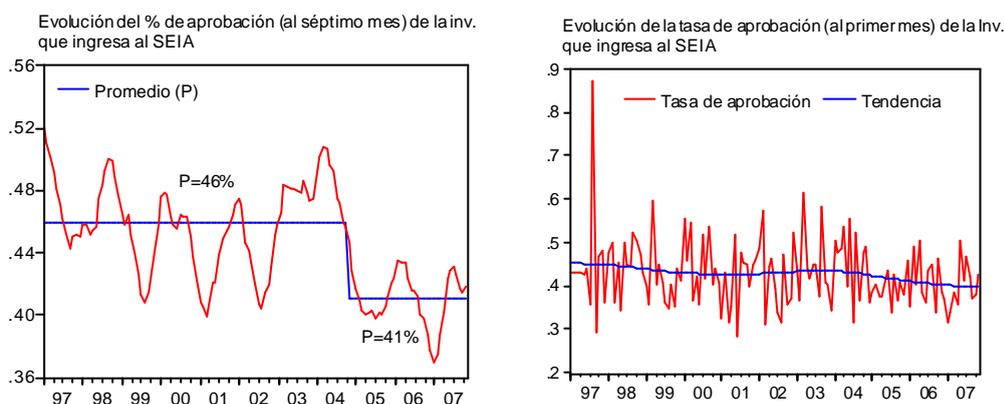
$$\mathbf{v}(\mathbf{f}) = s_a^2 \mathbf{D}_f \mathbf{D}_f'$$

La estimación de la serie de alta frecuencia (mensual) procede siguiente lo sugerido por Chow y Lin (Estimación lineal, insesgada y óptima. Optimalidad definida en términos de varianza mínima).

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{z}(\mathbf{f}) + \mathbf{v}(\mathbf{f})\mathbf{C}'\mathbf{V}(\mathbf{f})^{-1}\hat{\mathbf{U}}$$

A3 La reciente evolución de los porcentajes de aprobación

Los porcentajes de aprobación de los proyectos que ingresan al SEIA han tendido a disminuir levemente respecto de los niveles observados hasta el 2004 (año en que se consolidó la reactivación económica con un PIB de 5,9%)⁹. En efecto, el porcentaje de aprobación de la inversión al séptimo mes, desde que ésta ingresa al sistema, se ha mantenido entorno a un 41% entre el 2005 y 2007, cifra que resulta levemente menor al nivel observado en años anteriores (46%). Asimismo, se observa un descenso del porcentaje de aprobación de la inversión al primer mes, desde que ésta ingresó al sistema (ver gráfico). Finalmente, tasa de aprobación correspondiente al décimo mes, se ha mantenido relativamente constante (ver Anexo), indicando que no hay suficiente evidencia estadística para concluir que existen importantes cambios en el proceso de calificación de proyectos más rezagados.

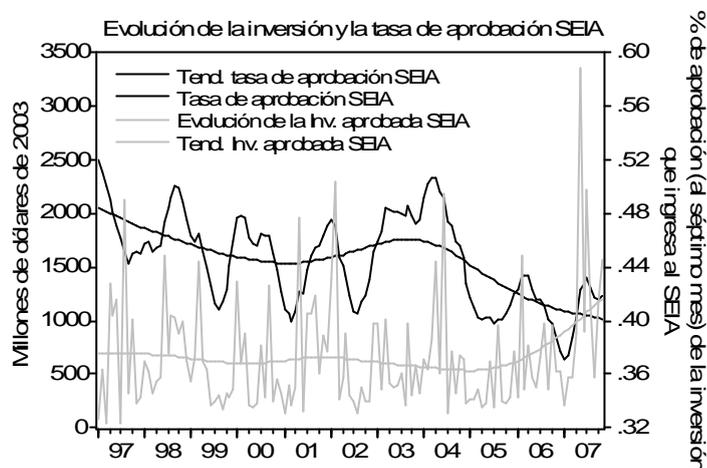


Fuente: Estimación propia.

Finalmente, el siguiente gráfico muestra que el descenso del porcentaje de aprobación de inversión desde el 2004, es consistente tanto con la mayor extensión de los plazos de liberación de inversión por parte del SEIA como la creciente amplitud entre la inversión que ingresa al sistema y la que posteriormente resulta aprobada. Cabe destacar que la disminución de la tasas de aprobación de proyectos no es un indicativo de la calidad de gestión del sistema, ya que los mayores rechazos y demoras pueden ser causados por múltiples factores tanto del mismo proceso de evaluación ambiental como de la calidad de los estudios presentados. Por ello, queda propuesta la extensión del presente

⁹ La estimación de las serie de porcentajes de aprobación está basada en la representación de estado-espacio (Filtro de Kalman con coeficientes estocásticos). Así, dichas series son los coeficientes implícitos del sistema, y la inversión esperada y aprobada son sólo señales.

ejercicio a la identificación de las causas que últimamente movieron la tasa de aprobación a la baja.



Fuente: Estimación propia.

A4 Algunos resultados estadísticos

Cuadro A4-1

Estimación de los coeficientes de traspaso desde la inversión que ingresa al SEIA hasta que es aprobada.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.26116	0.11663	53.68621	0.00000
LIE(-1)*D1	0.38190	0.12644	3.02037	0.00310
LIE(-7)*D1	0.39988	0.11013	3.63086	0.00040
LIE(-10)*D2	0.15974	0.08280	1.92923	0.05620
D1	-5.30958	1.10053	-4.82457	0.00000
D2	-1.06745	0.53172	-2.00753	0.04710
MA(2)	0.27975	0.08109	3.44977	0.00080
R-squared	0.25042	Mean dependent var		6.23722
Adjusted R-squared	0.21097	S.D. dependent var		0.69844
S.E. of regression	0.62041	Akaike info criterion		1.93922
Sum squared resid	43.87884	Schwarz criterion		2.10096
Log likelihood	-110.32290	F-statistic		6.34765
Durbin-Watson stat	1.96225	Prob(F-statistic)		0.00001

Fuente: Estimación propia.

Cuadro A4-2

Estimación de la evolución del coeficiente del séptimo rezago: representación de estado espacio

Sspace: SS01
 Method: Maximum likelihood (Marquardt)
 Sample: 1997M01 2007M12
 Included observations: 132
 Valid observations: 124
 Convergence achieved after 52 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	0.00031	0.00214	0.14258	0.88660
C(2)	0.99956	0.00095	1055.75500	0.00000
C(3)	-7.36220	0.48931	-15.04620	0.00000
	Final State	Root MSE	z-Statistic	Prob.
SV1	0.48274	0.04639	10.40639	0.00000
Log likelihood	-193.46790	Akaike info criterion		3.16884
Parameters	3.00000	Schwarz criterion		3.23707
Diffuse priors	0.00000	Hannan-Quinn criter.		3.19656

Fuente: Estimación propia

Nota: se probaron tres procesos alternativos (AR(1) y MA(1) con y sin constante). El modelo que arrojó el menor valor de HQ fue el proceso AR:

Ec. Medida: $li = 0.479711 + 0.380530 * lie(-1) + sv1 * lie(-7) + [var = 0.554725^2]$

Ec. Estado: $sv1 = c(1) + c(2) * sv1(-1) + [var = exp(c(3))]$.

Cuadro A4-3

Estimación de la evolución del coeficiente que acompaña al primer rezago: representación de estado-espacio.

Sspace: SS05_LIE1
 Method: Maximum likelihood (Marquardt)
 Sample: 1997:01 2007:12
 Included observations: 132
 Valid observations: 124
 Convergence achieved after 14 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(4)	-5.79661	0.22130	-26.19365	0.00000
	Final State	Root MSE	z-Statistic	Prob.
SV1	0.39277	0.07601	5.16709	0.00000
Log likelihood	-190.61340	Akaike info criterion		3.09054
Parameters	1.00000	Schwarz criterion		3.11328
Diffuse priors	1.00000	Hannan-Quinn criter.		3.09978

Fuente: Estimación propia

Nota: se probaron tres procesos alternativos (AR(1) y MA(1) con y sin constante). El modelo que arrojó el menor valor de HQ fue el proceso MA sin constante:

Ec. Medida: $li = 0.479711 + 0.470327 * lie(-7) + sv1 * lie(-1) + [var = 0.554725^2]$

Ec. Estado: $@state sv1 = sv1(-1) + [var = exp(c(4))]$.

Cuadro A4-4

Estimación de la evolución del coeficiente que acompaña al décimo rezago: representación de estado-espacio.

Sspace: SS07_LIE10

Method: Maximum likelihood (Marquardt)

Sample: 1997:01 2007:12

Included observations: 132

Valid observations: 121

Convergence achieved after 10 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	-10.19971	5.13312	-1.98704	0.04690
C(2)	0.32952	0.04373	7.53515	0.00000
C(3)	-0.93418	0.20855	-4.47949	0.00000

	Final State	Root MSE	z-Statistic	Prob.
SV1	0.17076	0.01568	10.89248	0.00000

Log likelihood	-122.93950	Akaike info criterion	2.08165
Parameters	3.00000	Schwarz criterion	2.15096
Diffuse priors	0.00000	Hannan-Quinn criter.	2.10980

Fuente: Estimación propia

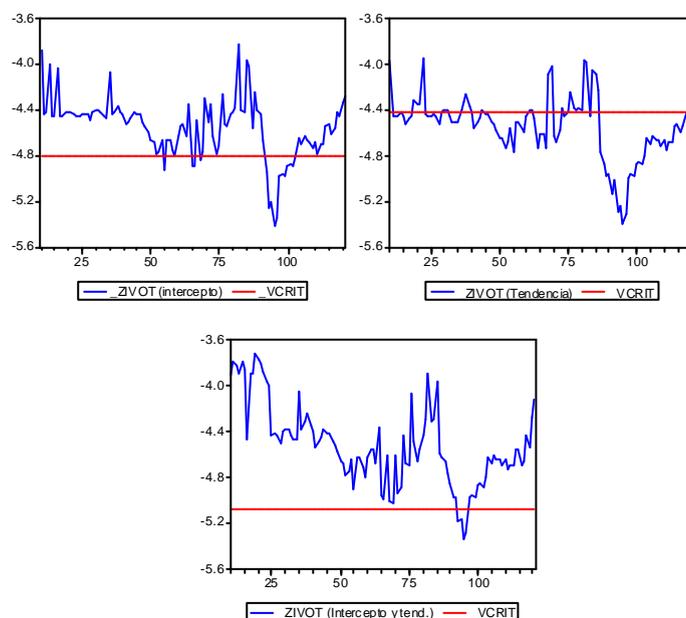
Nota: se probaron tres procesos alternativos (AR(1) y MA(1) con y sin constante).

El modelo que arrojó el menor valor de HQ fue el proceso MA sin constante:

Ec. Medida : $li = 5.161240 + sv1 * lie(-10) + [var = 0.672732^2]$

Ec. Estado: $sv1 = c(2) + c(3) * sv1(-1) + [var = exp(c(1))]$

Test de Zivot y Andrews



Referencias

- [1] Chow, G. y Lin, A.L. (1971) “Best linear unbiased distribution and extrapolation of economic time series by related series”, *Review of Economic and Statistics*, vol. 53, n. 4, p. 372-375.
- [2] Denton, F.T. (1971) “Adjustment of monthly or quarterly series to annual totals: an approach based on quadratic minimization”, *Journal of the American Statistical Society*, vol. 66, n. 333, p. 99-102.
- [3] Díaz C. (2007) “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) e Inversión”, Minuta N° CEC 10, Cámara Chilena de la Construcción.
- [4] Fernández, R.B.(1981) “Methodological note on the estimation of time series”, *Review of Economic and Statistics*, vol. 63, n. 3, p. 471-478.
- [5] Hamilton, J. (1994). “Time Series Analysis”. Princeton University Press.
- [6] Hodrick R. y Prescott E. (1977), “Postware U.S. Business Cycle: An Empirical Investigation”. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 29, No. 1.
- [7] Litterman, R.B. (1983a) “A random walk, Markov model for the distribution of time series”, *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 1, n. 2, p. 169-173.
- [8] Quilis, M. (2001) “Sobre el método de desagregación temporal de Litterman”, *Boletín Trimestral de Coyuntura*, N° 81. Instituto Nacional de Estadística, España.
- [9] Santos, J.M.C. y Cardoso, F. (2001) “The Chow-Lin method using dynamic models”, *Economic Modeling*, vol. 18, p. 269-280.
- [10] Banco Central de Chile (2005) “Cuentas Nacionales Trimestrales de Chile 1996-2004: Metodología y Resultados”, *Serie de Estudios Económicos*, N° 45.