

Sergio Zuniga-Jara<sup>1</sup>**Resumen**

Los indicadores líderes compuestos (CLI) son construidos para predecir los ciclos en una serie de referencia de interés. Generalmente esta serie se considera una proxy de la actividad económica global. En este estudio se estima un CLI para cada región de Chile. La metodología para el proceso de selección y construcción de indicadores compuestos se basó en el Sistema de Indicadores Líderes Compuestos propuesto por la OECD. Como una medida de calidad del índice, se estimó la correlación cruzada contemporánea del INACER y del Índice compuesto. Como resultado, la predicción es más precisa en las regiones de Atacama, de Valparaíso, Bío-Bío y Aysén, y los resultados menos satisfactorios se obtuvieron en las regiones de Coquimbo, del Maule, Magallanes y Araucanía.

**Palabras clave:** Indicadores líderes. Composite Leading Indicator. Series de tiempo.

**Abstract**

Compounds leading indicators (CLI) are constructed to predict a number of cycles in reference of interest. Generally this series is considered a proxy for overall economic activity. This study estimates a CLI for each region of Chile. The methodology for the selection and construction of composite indicators was based on the model proposed by the OECD Composite Leading Indicators System. As a measure of quality index, contemporary crusade INACER and compound correlation index was estimated. As a result, the prediction is more accurate in the regions of Atacama, Valparaiso, Pampanga and Aysen, and least satisfactory results were obtained in the regions of Coquimbo, Maule, Araucania and Magallanes.

**Keywords:** Leading Indicators. Composite Leading Indicator. Time series.

\* Recibido em: 24/12/2015.

Aprovado em: 08/03/2016.

<sup>1</sup> Escuela de Cs. Empresariales - Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo, Larrondo 1281 - Coquimbo - Chile.

## 1 Introducción

Un Indicador Líder (*Leading Indicator, LI*) es un indicador que permite detectar un comportamiento antes de que ocurran los hechos en la economía real, esto es, antes de que la economía real comience a seguir un patrón o tendencia en particular. Este tipo de indicador se utiliza para predecir los cambios en la economía, logrando anticipar puntos de inflexión en la actividad económica respecto de la tendencia. Por ejemplo, podría considerarse como un LI a los permisos de construcción, las solicitudes de seguros de desempleo, la oferta monetaria, la variación de inventarios y el precio de las acciones.

La información que proporciona un LI es de gran importancia para economistas, administradores de empresas, y quienes hacen política económica, para permitirles realizar análisis oportunos de la situación actual y de las condiciones económicas de corto plazo. Por ejemplo, los Bancos Centrales deben intentar predecir las condiciones económicas para tomar decisiones respecto al nivel de las tasas de interés corrientes, lo que a su vez es un indicador de la importancia de las presiones inflacionarias futuras. Algunos LI tienen una gran correlación con los mercados de renta variable, revelando los sectores de la economía que están mostrando mayor fuerza relativa. Los administradores de empresas también se benefician de la capacidad de anticipación de estos indicadores, especialmente para identificar los sectores de mercado que presentarán mayor fortaleza, y respecto a la existencia de condiciones económicas favorables para la realización de inversiones.

Los LI suelen ser índices compuestos por varios índices sensibles a las fluctuaciones económicas, es decir, tienden a presentar fuertes alzas durante las primeras etapas de una expansión económica, y a perder valor rápidamente cuando las condiciones económicas se deterioran. Cuando se construye un índice líder compuesto, este es llamado *Composite Leading Indicator (CLI)*.

Los ciclos económicos son un tipo de fluctuación de la actividad económica agregada. La definición tradicional la proporciona Burns y Mitchell (1946, p. 3), indicando que si se define un ciclo económico, uno no debería ser capaz de encontrar otro ciclo de igual amplitud entre los dos umbrales de actividad que se está analizando.

Hay muchas teorías acerca de las causas de los ciclos económicos. Los economistas clásicos señalan que la economía es inherentemente estable, y es la política gu-

bernamental la que la desestabiliza de manera perversa. Por otro lado los keynesianos creen que los cambios psicológicos en las preferencias de compra y ahorros, y la confianza en los negocios son una fuente importante de inestabilidad.

Puesto que los diseñadores de políticas económicas buscan la estabilización, el problema práctico de la aplicación de una política de estabilización es definir si ha llegado el momento de actuar o no. El rezago reconocimiento se basa en la dificultad de distinguir entre las fluctuaciones aleatorias y los cambios fundamentales en las tendencias económicas. La primera formalización de esta idea se remonta a Tinbergen (1946) quien propuso una descomposición de series de tiempo de las variables económicas como:  $\text{Series de Tiempo} = \text{Tendencia} + \text{Ciclo} + \text{Estacional} + \text{Random}$ . Identificar el patrón cíclico subyacente requiere la eliminación de dos factores en los datos ajustados por estacionalidad: las tendencias a largo plazo y el ruido de alta frecuencia.

Este trabajo está organizado del siguiente modo. En primer lugar se explica la metodología seguida para la construcción de los indicadores líderes compuestos regionales. A continuación se muestran los resultados. El trabajo finaliza con unas conclusiones.

## 2 Metodología

Los CLIs son construidos entonces para predecir los ciclos en una serie de referencia. Esta serie de referencia es escogida como un proxy de la actividad económica global. La metodología pionera en el desarrollo de los CLIs fue elaborada por Mitchell and Burns (1938, 1946) en el NBER. Posteriormente, la OECD ha desarrollado una metodología a partir de los años 1970's, y que se encuentra hoy resumido en el manual del año 2012 (OECD, 2012).

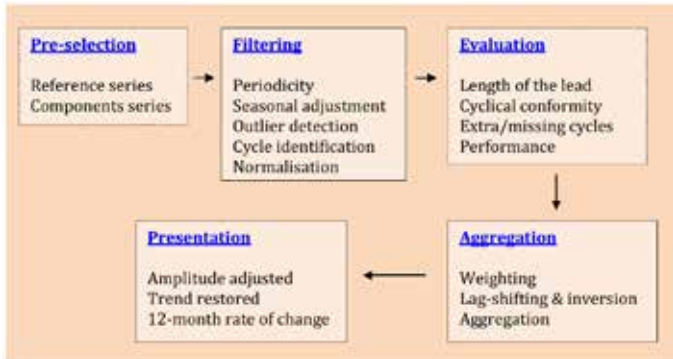
En lo que sigue se considera:

- a) Índice de Referencia: Una serie escogida *proxy* de la actividad económica global.
- b) Índice Líder: Una serie que cambia antes de que la economía real comience a seguir un patrón o tendencia en particular.
- c) Índice Líder Compuesto: Un conjunto de series líderes agregadas apropiadamente para formar una sola.

El siguiente esquema muestra el proceso de selección y construcción de indicadores compuestos (Sistema de Indicadores Líderes Compuestos de la OECD),

y que ha sido propuesto por la OECD. Se trata de cinco pasos, los que en el presente informe seguimos bastante de cerca.

**Ilustración 1-** Selección y construcción de indicadores compuestos propuesto por la OECD



Fuente: The OECD system of composite leading indicators (OECD, 2012).

A continuación se explica el desarrollo metodológico seguido en esta investigación, en la búsqueda de indicadores líderes para las regiones de Chile. Esta consiste de los siguientes 4 pasos:

**1) Pre-Selección.** Los CLIs se construyen a partir de series económicas de referencia con fluctuaciones cíclicas similares al ciclo de negocios pero que lo preceden. Generalmente el PIB es la primera selección como serie de referencia, sin embargo estas series son típicamente trimestrales, mientras que los CLIs poseen una frecuencia mensual. Pueden también usarse índices mensuales de producción industrial como series de referencia, y alternativamente también es posible usar métodos para mensualizar el GDP con una precisión razonable.

**2) Filtrado.** En esta fase se busca remover patrones estacionales, *outliers*, tendencias que pueden oscurecer los patrones cíclicos subyacentes en las series preseleccionadas. Esto se hace a través de filtros, con el objeto de extraer o aislar solamente el componente cíclico de las series.

**3) Evaluación.** Siguiendo el procedimiento sugerido por la OECD se analizó la conformidad cíclica a través de las correlaciones cruzadas (cross correlations) entre la serie de referencia y las diferentes series componentes candidatas para cada región. Se realizaron las estimaciones para diferentes rezagos, es decir número de periodos  $k$  en los cuales la serie  $y$  rezaga a la serie  $x$ , es decir, la correlación al rezago  $k$ .

**4) Agregación.** Para construir el CLI para cada región, puesto que cada serie está expresada en unidades diferentes, es necesario estandarizarlas (normalizarlas) antes de ser agregadas. El indicador líder agregado fue

construido utilizando las tres series con mayor poder anticipativo.

### 3 Resultados

A continuación se exponen los resultados del estudio, de acuerdo a lo descrito en el apartado metodológico.

#### 4 Pre-Selección

##### 4.1 Serie de Referencia

En el caso de las regiones de Chile existe el Indicador de Actividad Económica Regional (INACER), el que corresponde a un indicador de tendencia de la actividad económica agregada regional, que busca estimar los ritmos de aceleración o estancamiento. Se calcula para todas las regiones del país, a excepción de la Región Metropolitana. El INACER es actualmente el único indicador que mide la tendencia de la actividad económica agregada regional a través de la inclusión de los distintos sectores, según su peso, relevancia e incidencia. Los principales sectores económicos que constituyen este indicador son: Agropecuario-Silvícola, Pesca, Minería, Industria Manufacturera, Electricidad, Gas y Agua, Construcción, Comercio, Transporte cual incluye Almaceneramientos y Comunicaciones, Servicios Financieros, Servicios Personales y de Administración Pública, Propiedad y Vivienda. El Instituto Nacional de Estadística INE publica la información de INACER con un rezago de 45 días posterior al trimestre calendario. En consecuencia esta es la serie considerada como serie de referencia a usar.

##### 4.2 Regiones

Las series componentes son aquellas que en conjunto constituyen un CLI. Los criterios de selección de estas series se basan en su justificación económica y en consideraciones de la frecuencia y longitud disponible, entre otras. Cada una de las regiones de Chile posee características especiales desde el punto de vista de su actividad económica. De esto pueden deducirse algunas series con potencial capacidad explicativa de la actividad de cada región. A continuación se comenta brevemente las características de cada región. Se debe notar que existen algunas regiones con características especiales. La Región de los Lagos fue dividida en dos regiones a contar del año 2007: una mantuvo el nombre original y la nueva región numerada como XIV se denominó la Región de los Ríos.

Por otra parte, la Región de Tarapacá fue dividida el año 2011 en dos regiones: una mantuvo el nombre original y la nueva región fue denominada Región de Arica y Parinacota. Debido a esto, las series de cada una de estas regiones no miden lo mismo a partir del año de la división, por lo que han sido excluidas de este estudio.

Región de Antofagasta: Se destaca económicamente por la industria minera, representando esta actividad más del 60% del PIB regional para el año 2011. Esta industria ha potenciado otras como la construcción y servicios generales como son el transporte, alojamiento o restaurantes, no obstante, la magnitud de estos son pequeños en comparación con la minería. En las exportaciones nacionales, el cobre, el hierro y otros minerales concentran sobre el 90% de las exportaciones regionales (PROCHILE, 2013).

Región de Atacama: Es una región minera y esta actividad da sustento al crecimiento regional que aporta el 48% del PIB regional al 2011. Existe una gran riqueza minera en Atacama, aún en sectores poco desarrollados como la alta cordillera, la Provincia del Huasco y los yacimientos de minerales no-metálicos. A medida de que evoluciona la minería, la construcción se ha visto beneficiada en la demanda, siendo un reflejo del auge de la industria mineral. La exportación de minerales corresponde a más del 95% del total exportado en la región durante el 2012.

Región de Coquimbo: A partir de los últimos años la minería a tomado relevancia en la escena regional aumentado desde un 15,7% el 2008, para llegar el año 2011 a representar un 41,3% de total. A la minería le sigue los servicios personales (11%) y el comercio, restaurantes y hoteles. Las exportaciones de cobre y hierro superan el 90% de las exportaciones totales durante el 2012 (PROCHILE, 2013).

Región de Valparaíso: Las principales industrias que alimentan el PIB Regional 2011 de Valparaíso son la minería (17%), la industria manufacturera (16%) y el transporte y las comunicaciones (14%). Las principales exportaciones derivan de la Minería, la Industria y la Agricultura y Pesca. Las exportaciones de minerales fueron 56,85% y productos agropecuarios 16,5% del total regional del 2012.

Región de O'Higgins: El crecimiento de la Región se ve reflejado por la incidencia de la Minería (25%), servicios financieros y empresariales y la Industria Agropecuaria Silvícola (ambas con un 13 %). Si bien la minería tiene mayor porcentaje, hay mayor variedad de segmen-

tos industriales sobre el 5% del PIB durante el 2011. Las exportaciones más relevantes del 2012 fueron las Agropecuarias con un 49,87% y minerales con un 37,37%.

Región del Maule: Las actividades destacadas que inciden en el PIB de la Región del Maule son la electricidad, gas y agua (19%), industria manufacturera (16%) y la industria agropecuaria y silvícola (12 %). Similar a la Región de O'Higgins, hay mayor variedad de segmentos industriales sobre el 5% del PIB durante el 2011. En lo que respecta a las exportaciones, el 49,57% corresponde al sector agroindustrial, el 27,34 el forestal y 18,89 vinos.

Región de Biobío: La composición del PIB de esta Región se basa en la Industria Manufacturera (23%), la electricidad, gas y agua (13%) y luego la construcción (11%). Las otras industrias que conforman el PIB ninguna alcanzan el 10%. Las exportaciones de la industria forestal abarcan el 74,6% de las exportaciones regionales del año 2012. Le siguen agropecuaria 8%, marinas 5,9% y manufacturas 6%.

Región de la Araucanía: Esta región tiene un PIB regional compuesto por servicios personales por un 19%, Agropecuario silvícola que representan el 12%, transporte y comunicaciones, Comercio, restaurantes y hoteles, y construcción con un 11%. Las exportaciones de la región son lideradas por la industria forestal con un 60% y la alimentación agropecuaria con 33 %.

Región de Aysén: El PIB regional se compone de Servicios de Administración Pública con un 22%, Construcción con 20% y le siguen la Pesca y Acuicultura con 13%. Las exportaciones de la Región son menores en términos de millones de dólares con respecto a las demás regiones del país, donde la mayor tajada se la lleva los productos marinos con el 52% y los minerales con el 44% de las exportaciones del 2012.

Región de Magallanes y la Antártica Chilena: Durante el 2012 las principales actividades económicas y productivas de esta Región se concentran en la explotación minera con un 21%, turismo, servicios de administración pública con un 15% y servicios de vivienda con un 13%. La región tiene un aporte incidencia similar a la región de Aysén en exportaciones nacionales, donde se destacan un 57% en productos marinos y 29,37% en productos manufactureros.

### 4.3 Series Componentes

Las series componentes consideradas en este estudio fueron escogidas considerando su potencial rela-

ción con el INACER de cada región. Estas series son las siguientes:

### **Empleo**

- Tasas de desocupación por región (DESEMP)
- Índice real de remuneraciones nacional (INREMU)
- Total ocupados presentados como trimestre móvil regional (OCUPADO)
- Población en busca de trabajo por primera vez, presentados como trimestre móvil regional (BUSCANT)
- Cesantes regionales presentados como trimestre móvil regional (CESANTE)
- Total desocupados presentados como trimestre móvil regional (TOTALDE)
- Número total de personas aptas para trabajar en la región (FUERZA)

### **Minería**

- Precio del cobre refinado (COBRE)
- Índice de Producción Minera Nacional (MINERIA)
- Precio del oro promedio mensual de London Inicial en dólares por onza (ORO)
- Precios de la plata promedio mensual como cotización London Spot en dólares por onza (PLATA)
- Precios del Plomo por LME pagado en Centavos de Dólar por Libra (PLOMO)
- Precios del aluminio por LME pagado en Centavos de Dólar por Libra (ALUMINIO)
- Precios de molibdeno en EE.UU. como promedio mensual/ media Dólar por Libra (MOLIBDE)

### **Turismo**

- Número de llegada y pernoctación de pasajeros a establecimientos de alojamiento turístico, según región (PERNOCT)
- Ingreso promedio por habitación disponible en establecimientos de alojamiento turístico, por clase, según región (IHABITA)
- Ingreso promedio por pernoctación en establecimientos de alojamiento turístico, por clase, según región (IPERNOC)
- Tarifa promedio en establecimientos de alojamiento turístico, por clase, según región (TARIFAP)
- Tasa de ocupabilidad promedio de habitaciones en establecimientos de alojamiento turístico, por clase, según región (TASAOUCU)

### **Comercio**

- Índice real de Ventas de Supermercados por región (ISUP)

### **Financieras**

- Número de transacciones en cajeros automáticos por región (NTRANSA) SBIF, 2013
- Monto de transacciones en cajeros automáticos por región e institución, en millones (MPTRANS)
- Millones de pesos en Cheques presentados como protesto por región (NCHEQUE)
- Millones de pesos de Letras y pagarés presentados como protesto por región (NLEPAG)

### **Agropecuaria**

- Molienda de Trigo en toneladas por región (TRIGO)
- Ganado bovinos rematado en ferias en número de cabezas, según región (GANADO)
- Producción de carne de ave por tipo y especie en kilogramos (AVE)

### **Energía**

- Generación Mensual de energía eléctrica en MWh (ELECTRI)
- Precios observados a público de varios combustibles: bencina de 93octanos, 95octanos, 97octanos, petróleo diesel y kerosene por región (OCT\_93, OCT\_95, OCT\_97, DIESEL, KEROSENE)

### **Exterior**

- Índice de precios externo, medido por el promedio de los índices de precios al por mayor (IPM) de los principales socios comerciales de Chile expresados en dólares de EE.UU. (EXTERNO)
- Exportaciones de productos originarios por región en dólares FOB (EXPORTA)

## **5 Filtrado**

Los resultados obtenidos para el filtrado son los que se indican a continuación.

**a) Desagregación.** El INACER es reportado trimestralmente. Para realizar una desagregación temporal de esta y otras series que lo requieran, y cambiar la frecuencia a una mayor, manteniendo una característica considerada crítica en los niveles de cada periodo, se utilizó un modelo de regresión Loglin, es decir:

$$y = \text{Exp}(\text{regresion} + \text{error})$$

En el caso de este estudio se mantuvo el promedio de los valores de la serie original, y se especificó que el proceso de errores para el modelo estadístico sería un *random walk* de acuerdo a Fernandez (1981). Otros modelos alternativos y que conservan la suma o valor final de los datos son los de Chow and Lin (1971) y Litterman (1983). En los Gráficos 1 y 2 se muestra a modo de ilustración, los resultados obtenidos al desagregar el INACER de la región de Antofagasta. En el Gráfico 1 se muestran las series trimestrales originales, y en el Gráfico 2 se muestra el resultado mensualizado.

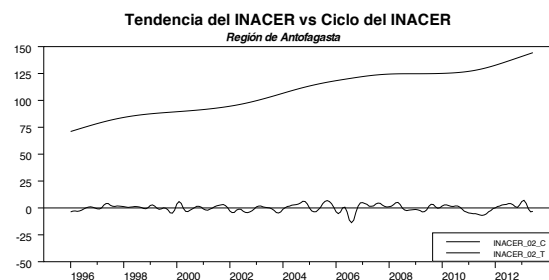
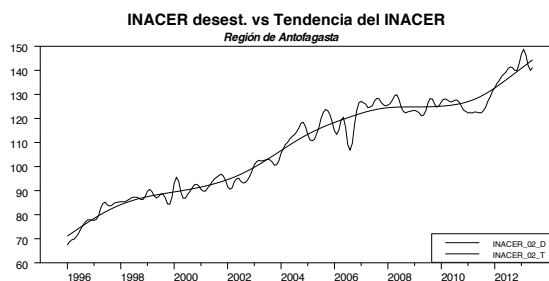
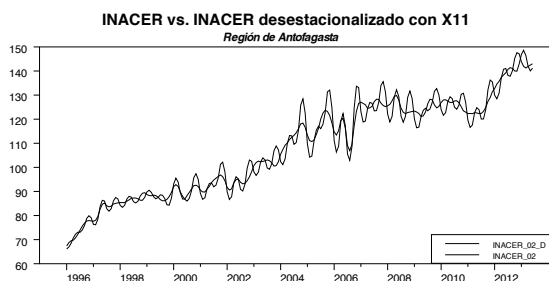
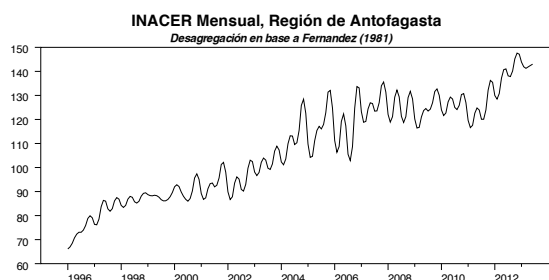
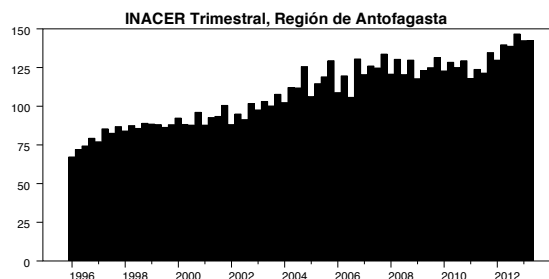
**b) Desestacionalización.** El componente estacional de una serie consiste de los efectos periódicos que se repiten cada año aproximadamente en las mismas fechas y con la misma magnitud, y cuyas causas pueden considerarse ajenas a la naturaleza económica de las series. Para realizar el ajuste estacional se utilizó el procedimiento de ajuste estacional Census X11, revisado por el Census Bureau's X12-ARIMA (U.S., 2011). Generalmente se consideran cuatro modos de ajuste en este modelo: multiplicativo, aditivo, pseudo aditivo o log aditivo. En este estudio se utilizó un modo multiplicativo. Como resultado, el Gráfico 3 ilustra para el caso de la región de Antofagasta la serie INACER mensual base en comparación con la misma serie desestacionalizada por el método X11, de acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior.

**c) Estimación de la Tendencia.** Cualquier serie de tiempo se compone de una tendencia y de un ciclo. Existen varios procedimientos de filtros estándar para extraer el componente de crecimiento en las series macroeconómicas, aislando el elemento cíclico, sin embargo el filtro de Hodrick-Prescott (1980) ha sido más ampliamente usado. El filtro de Hodrick-Prescott calcula el componente de crecimiento  $g$  de una serie  $x$  tal que minimice la suma en  $t$  de:

$$(x_t - g_t)^2 + \lambda(g_t - 2g_{t-1} + g_{t-2})^2$$

donde el valor de  $\lambda$  es fijado como el parámetro de *tuning*. En el caso de este estudio se utilizó como  $\lambda$  el valor de 14,400, que es lo sugerido por Hodrick-Prescott para datos mensuales. Para aplicar este procedimiento cada serie debe tener una extensión de a lo menos tres años de datos. Como resultado, El Gráfico 4 se muestra a modo de ilustración la serie INACER desestacionalizada (INACER\_02\_d) para la Región de Antofagasta, en comparación con la tendencia de la serie, la que ha sido estimada por el filtro de Hodrick-Prescott (INACER\_02\_t).

**d) Eliminación de la tendencia dejando el Ciclo.** Para eliminar la componente tendencial y mantener solo el componente cíclico, se calcula simplemente la diferencia entre las series desestacionalizadas y su tendencia. Este procedimiento se aplicó para todas las series bajo estudio. A modo de ilustración, el Gráfico 5 muestra para el caso de la Región de Antofagasta comparativamente la tendencia del INACER, con el ciclo estimado. Nótese que el ciclo está centrado en cero.



Fuente: Do autor.

## 6 Evaluación

Siguiendo el procedimiento sugerido por la OECD a continuación se analizó la conformidad cíclica a través de las correlaciones cruzadas (*cross correlations*) entre la serie de referencia y las diferentes series componentes candidatas para cada región. Se realizaron las estimaciones para diferentes rezagos, es decir número de periodos  $k$  en los cuales la serie  $y$  rezaga a la serie  $x$ , es decir, la correlación al rezago  $k$ . Se utilizó entonces la siguiente fórmula para estimar las correlaciones cruzadas de las series  $x$  e  $y$ :

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\sum(x_t - \bar{x})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_t - \bar{x})^2 \sum(y_t - \bar{y})^2}}$$

Como resultado, la Tabla 1 entrega las tres series que tienen mayor correlación cruzada con la serie de referencia (INACER) para cada región. Se muestra la correlación cruzada y los meses en que la correlación cruzada es máxima, y también se entrega el periodo con observaciones útiles sobre los cuales se calculó la correlación cruzada. La serie de inflación nacional no ha sido considerada. De la tabla puede observarse que en varias regiones el precio internacional de algunos minerales es de relevancia, lo cual coincide con la predominancia de dicha actividad en tales regiones. Sin embargo en otros casos es difícil encontrar una justificación precisa para cada una de las series en cada región, lo que llevaría a un estudio distinto del que es aquí presentado.

**Tabla 1** - Series Líderes con mayor Correlación Cruzada respecto a la Serie de Referencia

	Ranking	Serie	Corr. Cruzada	Anticip Máx (meses)	Periodo
Región de Antofagasta	1	MINERIA_C	0.34	1	1996:01 - 2013:06
	2	ISUP09_02_C	0.33	1	1996:01 - 2013:06
	3	PLATA_C	0.28	12	1996:01 - 2013:06
Región de Atacama	1	UF_C	(0.69)	11	1996:01 - 2013:06
	2	PLATA_C	0.59	2	1996:01 - 2013:06
	3	INREMU_C	(0.56)	12	1996:01 - 2013:06
Región de Coquimbo	1	CESANTE_04_C	0.37	8	1996:03 - 2013:06
	2	DESEMP_04_C	0.35	9	1996:01 - 2013:06
	3	TOTALDE_04_C	0.33	8	1996:01 - 2013:06
Región de Valparaíso	1	INREMU_C	(0.61)	10	1996:01 - 2013:06
	2	UF_C	(0.61)	8	1996:01 - 2013:06
	3	MOLIDBE_C	0.60	2	1996:01 - 2013:06
Región de O'Higgins	1	KEROSENE_06_C	0.47	2	1996:01 - 2013:06
	2	MOLIDBE_C	0.46	9	1996:01 - 2013:06
	3	PLATA_C	0.44	9	1996:01 - 2013:06
Región del Maule	1	KEROSENE_07_C	0.44	4	1996:01 - 2013:06
	2	EXTERNO_C	0.36	9	1996:01 - 2013:06
	3	DIESEL_07_C	0.35	6	1996:01 - 2013:06
Región del Bío Bío	1	UF_C	(0.52)	12	1996:01 - 2013:06
	2	INREMU_C	(0.51)	12	1996:01 - 2013:06
	3	TOTALDE_08_C	(0.49)	8	1996:01 - 2013:06
Región de la Araucanía	1	DIESEL_09_C	0.40	1	1996:01 - 2013:06
	2	KEROSENE_09_C	0.39	1	1996:01 - 2013:06
	3	EXTERNO_C	0.40	5	1996:01 - 2013:06
Región de Aysén	1	DIESEL_11_C	0.60	4	1996:01 - 2013:06
	2	UF_C	0.58	1	1996:01 - 2013:06
	3	ORO_C	0.56	10	1996:01 - 2013:06
Región de Magallanes	1	INREMU_C	(0.30)	1	1996:01 - 2013:06
	2	CESANTE_12_C	0.26	12	1996:03 - 2013:06
	3	BUSCANT_12_C	0.25	7	1996:03 - 2013:06

Fuente: Elaboración en base a series económicas chilenas. Estas series están disponibles solicitándolas libremente al autor.

Las series que presentan una máxima correlación en el mismo mes de la serie de referencia han sido excluidas en principio de la Tabla 1, y se muestran por separado en la Tabla 2. Esto es así por cuanto en esos casos no se trata en realidad de series líderes, de acuerdo a su definición (capacidad anticipatoria). Aun así, estas series pueden ser importantes cuando presenten una alta correlación cruzada anticipada respecto a la serie de referencia, aunque no sea la máxima. Por este motivo también aparecen algunas de ellas en la Tabla 1. También son importantes por cuanto si bien presentan una máxima correlación contemporánea con la serie de referencia, es posible que estén disponibles antes, es decir se procesan y publican antes, y en ese sentido tienen capacidad anticipatoria. Debe considerarse que el INACER tarda bastante tiempo en publicarse (un rezago de unos 45 días) en relación a la mayoría de las series consideradas.

**Tabla 2** - Series con mayor Correlación contemporánea respecto a la Serie de Referencia

	Ranking	Serie	Corr. Cruzada
Región de Antofagasta	1	MINERIA_C	0.41
	2	ISUP09_02_c	0.34
Región de Atacama	1		
	2		
	3		
Región de Coquimbo	1		
	2		
	3		
Región de Valparaíso	1		
	2		
	3		
Región de O'Higgins	1		
	2		
	3		
Región del Maule	1		
	2		
	3		
Región del Bío Bío	1		
	2		
	3		
Región de la Araucanía	1	DIESEL_09_C	0.42
	2	KEROSENE_09_C	0.41
	3		
Región de Aysén	1	INREMU_C	0.56
	2		
	3		
Región de Magallanes	1	INREMU_C	(0.34)
	2		
	3		

Fuente: Elaboración en base a estadísticos en Anexo 1.

## 7 Agregación

Para construir el CLI para cada región, puesto que cada serie está expresada en unidades diferentes, es neces-

sario estandarizarlas (normalizarlas) antes de ser agregadas. Para esto se usó el siguiente relación estándar:

$$IND_{est} = \frac{(IND_{no\_est} - MIN)}{(MAX - MIN)} * 100$$

donde  $IND_{est}$  es el índice estandarizado,  $IND_{no\_est}$  es la serie original del índice no estandarizado,  $MAX$  y  $MIN$  son los valores máximos y mínimos de la serie no estandarizada. Como resultado la nueva serie  $IND_{est}$  tendrá un comportamiento entre 0 y 100%. Este procedimiento de estandarización se repite con todas las series.

El indicador líder agregado fue construido utilizando las tres series con mayor poder anticipativo. En el primer caso, en base a la Tabla 1 (ninguna anticipación ocurre en  $t=0$ ), y en el segundo caso se utiliza la Tabla 1 y la Tabla 2 seleccionando las mejores series de la Tabla 2 y luego se combinan con las de la Tabla 1.

Para agregar las series, siguiendo la recomendación de la OCDE se consideró una ponderación igual de cada índice en el índice líder compuesto. Así, en el caso de que el CLI esté compuesto por tres series, el CLI es construido con un promedio simple de las tres series estandarizadas, pero cada una de ellas rezagada un número  $k$  de periodos, tal que  $k$  es la anticipación máxima que se indica en la Tabla 1 para cada serie. Es decir,

$$CLI_t = \frac{IND(1)_{est(t-k_1)} + IND(2)_{est(t-k_2)} + IND(3)_{est(t-k_3)}}{3}$$

donde  $IND(1)_{est(t-k_1)}$  corresponde a la serie  $IND(1)_{est}$  rezagada  $(t - k_1)$  meses. Cuando la correlación de una serie líder con la serie de referencia es negativa, entonces se utiliza su valor negativo (se resta).

La Tabla 3 muestra los indicadores líderes compuestos de cada región, utilizando las tres series con mayor correlación cruzada con el INACER respectivo. En el caso de la Región de Antofagasta se tienen dos series: CLI\_02 (A) ha sido calculada utilizando las series de Índice de producción Minera y las ventas de supermercados ambas rezagadas en 1 mes, y por el precio de la plata rezagada 12 meses. CLI\_02 (B) ha sido construida usando el Índice de producción Minera y las ventas de supermercados ambas rezagadas sin rezagos, y el precio

de la plata rezagada 12 meses. Así sucesivamente para las regiones de la Araucanía, Aysén y Magallanes. La misma Tabla muestra las correlaciones cruzadas de cada índice compuesto regional con el INACER respectivo. Se espera que la correlación cruzada máxima ocurra en  $t=0$ .

## 8 Conclusiones

Como conclusión del estudio, la Tabla 3 permite apreciar que todas las correlaciones máximas del índice líder compuesto se obtuvieron en  $t=0$ , a excepción de la región del Bío-Bío. Esto es debido a que al tratarse de rezagos tan largos, aparecen comportamientos extraños en los extremos más antiguos de datos de algunas de las series. Esto termina afectando la correlación final. Tampoco esto ocurre para Antofagasta (A) y Araucanía (A), lo que se explica debido a que en estos casos no se considera el desfase en las series que contiene la máxima correlación, en  $t=0$ , sino que en  $t=-1$ .

La Tabla 3 muestra entonces el principal resultado de esta investigación. La recomendación es usar las series que otorgan una máxima correlación cruzada en  $t=0$ , es decir la alternativa B cuando corresponda.

Puede notarse que, por construcción, la capacidad anticipativa del índice compuesto está definido por el rezago mínimo de las series que componen este índice. Por ejemplo, en el caso de la región de Valparaíso el uso de una serie con 2 meses de rezago (Molibdeno) indica que como máximo se tendrá una capacidad de anticipación de 2 meses por medio del índice compuesto. También puede notarse que en algunas de las series de indicadores líderes compuestos anteriormente calculados, si bien la anticipación no es más allá de uno o dos meses, el hecho de disponer de las series componentes antes que el indicador de referencia hace que por sólo este efecto se obtengan beneficios.

**Tabla 3** - Indicadores Compuestos para cada Región

Compuesto	Serie	-2	-1	0	1	2	3
CLI_02 (A)	MINERIA_C\{1}; ISUP09_02_C\{1}; PLATA_C\{12}	0.485	0.535	0.489	0.382	0.282	0.231
CLI_02 (B)	MINERIA_C\{0}; ISUP09_02_C\{0}; PLATA_C\{12}	0.374	0.495	0.538	0.478	0.368	0.274
CLI_03	UF_C\{11}; PLATA_C\{2}; INREMU_C\{12}	0.669	0.704	0.720	0.711	0.677	0.625
CLI_04	CESANTE_04_C\{8}; DESEMPLO_04_C\{9}; TOTALDE_04_C\{8}	0.278	0.336	0.365	0.350	0.303	0.242
CLI_05	INREMU_C\{10}; UF_C\{8}; MOLIBDE_C\{2}	0.634	0.682	0.698	0.686	0.659	0.626
CLI_06	KEROSENE_06_C\{2}; MOLIBDE_C\{9}; PLATA_C\{9}	0.473	0.552	0.566	0.525	0.452	0.387
CLI_07	KEROSENE_07_C\{4}; EXTERNO_C\{9}; DIESEL_07_C\{6}	0.364	0.399	0.416	0.409	0.382	0.330
CLI_08	UF_C\{12}; INREMU_C\{12}; TOTALDE_08_C\{8}	0.519	0.590	0.648	0.687	0.711	0.705
CLI_09 (A)	DIESEL_09_C\{1}; KEROSENE_09_C\{1}; EXTERNO_C\{5}	0.401	0.435	0.421	0.380	0.332	0.285
CLI_09 (B)	DIESEL_09_C\{0}; KEROSENE_09_C\{0}; EXTERNO_C\{5}	0.354	0.417	0.445	0.422	0.371	0.315
CLI_11 (A)	DIESEL_11_C\{4}; UF_C\{1}; ORO_C\{10}	0.620	0.691	0.715	0.681	0.595	0.476
CLI_11 (B)	INREMU_C\{0}; DIESEL_11_C\{4}; UF_C\{1}	0.609	0.654	0.663	0.626	0.559	0.469
CLI_12 (A)	INREMU_C\{1}; CESANTE_12_C\{12}; BUSCANT_12_C\{7}	0.335	0.383	0.407	0.389	0.344	0.271
CLI_12 (B)	INREMU_C\{0}; CESANTE_12_C\{12}; BUSCANT_12_C\{7}	0.339	0.399	0.432	0.414	0.368	0.291

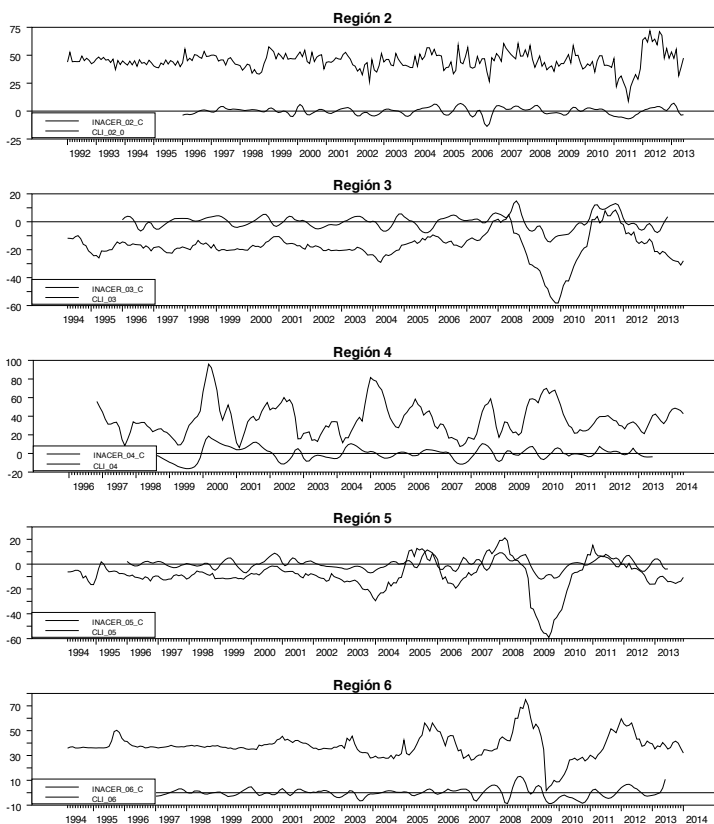
Fuente: Do autor.



Por último, los Gráficos 6 y 7 muestran comparativamente las series de INACER y del Índice compuesto cuando la correlación cruzada contemporánea es máxima. Aquí puede apreciarse que la predicción debe ser más precisa en las regiones de Atacama, de Valparaíso, Bío-Bío y Aysén, donde existen variaciones amplias y coincidentes en ambos índices. Los resultados menos satisfactorios se obtuvieron en las regiones de Coquimbo, del Maule, Magallanes y Araucanía.

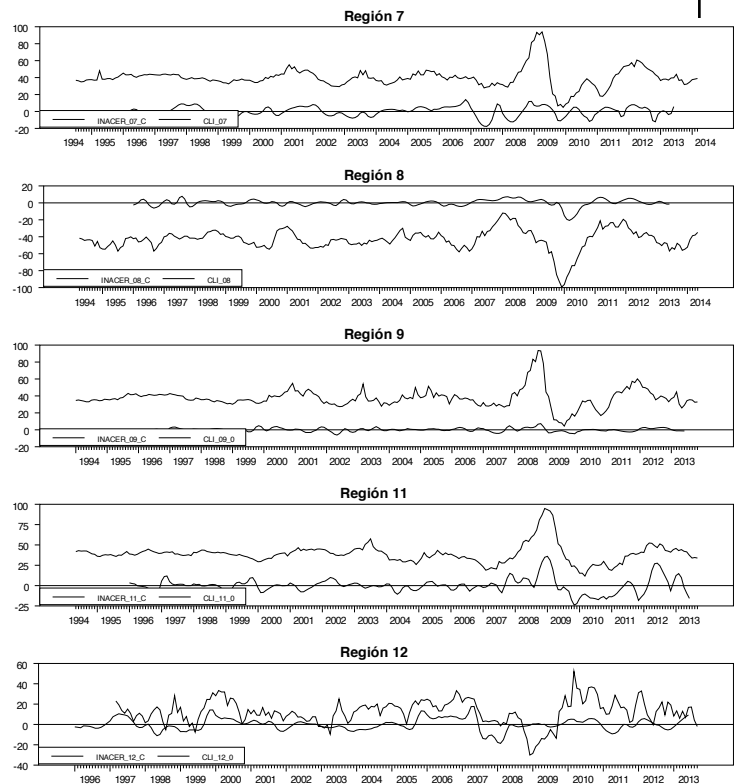
La elaboración de indicadores líderes compuestos para las regiones de Chile impone grandes desafíos, dada lo escaso de los datos regionales oportunos, y además, la poca experiencia que existe del cálculo de los mismos. En este sentido nuestra investigación constituye un aporte sobre la cual se debe seguir avanzando en el futuro.

**Gráfico 6** - Comportamiento del Indicador Líder compuesto versus el Ciclo del INACER (estandarizados)



Fuente: Do autor.

**Gráfico 7** - Comportamiento del Indicador Líder compuesto versus el Ciclo del INACER (estandarizados)



Fuente: Do autor.

## Referencias

BRASIL. Banco Central. *Cuentas Nacionales PIB Regional*. Brasília: Banco Central, 2012.

BURNS, A. F.; MITCHEL, W. C. *Measuring business cycles*. New York: National Bureau of Economic Research, 1946.

CHOW, Gregory C.; AN-LOH, Lin. Best linear unbiased interpolation, distribution and extrapolation of time series by related series. *Review of Economics and Statistics*, v. 53, p. 372-375, nov. 1971.

FERNANDEZ, R. B. A methodological note on the estimation of time series. *Review of Economics and Statistics*, v. 63, p. 471-478, 1981.

HODRICK, R. J.; PRESCOTT, E. C. Postwar U.S. business cycles: an empirical investigation. *Journal of Money Credit and Banking*, v. 29, n. 1, p. 1-16, 1980.

LITTERMAN, R. B. A random walk, Markov model for the distribution of time series. *JBES*, v. 1, p. 169-173, 1983.

MITCHEL, W. C.; BURNS, A. F. *Measuring business cycles*. Massachusetts: National Bureau of Economic Research, 1946.

MITCHEL, W. C.; BURNS, A. F. *Statistical indicator of cyclical revivals*. Bulletin 69. New York: National Bureau of Economic Research, 1938.

OECD. *System of composite leading indicators*. Disponível em: <<http://www.oecd.org/std/leading-indicators/41629509.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

PROCHILE. *Exportaciones regionales*. Chile: Subdepartamento de Inteligencia Comercial, 2013.

TINBERGEN, J. Some measurements of elasticities of substitution. *The Review of Economics and Statistics*, v. 28, n. 3, p. 109-116, 1946.

UNITED STATES. Census Bureau. *X-12-ARIMA Reference Manual: version 0.3*. Washington: Time Series Research Statistical Research Division, 2011.