



BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

## **Ciclos sectoriales de los negocios en el Perú e indicadores anticipados para el crecimiento del PBI no primario**

Carlos R. Barrera Chaupis\*

\* Banco Central de Reserva del Perú

DT. N° 2009-013  
Serie de Documentos de Trabajo  
Working Paper series  
Junio 2009

Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a los de los autores y no reflejan necesariamente la posición del Banco Central de Reserva del Perú.

The views expressed in this paper are those of the authors and do not reflect necessarily the position of the Central Reserve Bank of Peru.



## Introducción

En la definición tradicional, los índices de indicadores adelantados permiten anticipar la fecha del final de la fase expansiva del ciclo agregado común en el nivel de actividad agregada (pico), por lo que su adecuada construcción favorece la toma de acciones preventivas de política económica para estabilizar la fluctuación generada por diferentes choques macroeconómicos hacia la fase contractiva del ciclo que le sigue en el nivel de actividad agregada, y que durará hasta su final (fosa). Claramente, su construcción requiere de las fechas referenciales de las expansiones y las contracciones generalizadas, las cuales brindan información sobre el estado corriente de la actividad económica, pero de manera *ex post*<sup>1</sup>. De hecho, una descripción sucinta de la metodología del NBER menciona que requiere seleccionar una variable objetivo y un grupo de variables cuyos puntos de quiebre anticipen los puntos de quiebre de la variable objetivo (Marcellino(2004)).

Estos índices de indicadores adelantados también resultan medidas resumidas de una malla productiva integrada por la creación de complementariedades entre los diferentes sectores a pesar de su heterogeneidad (Ocampo(2005)), por lo que describir la construcción de estos índices permite describir los resultados de las reformas estructurales aplicadas en el Perú desde 1990. En primer lugar, las reformas estructurales aplicadas en el Perú tienen una secuencia y una profundidad tales que a medida que se avanzaba hacia el final del siglo XX, resultaron entre las más ambiciosas de la región. En segundo lugar, estas reformas deben haber modificado la estructura de relaciones económicas entre los diferentes sectores de la actividad productiva sectorial, creando nuevas relaciones de complementariedad entre los diferentes sectores respecto al periodo anterior a 1990. La descripción de la construcción de índices de indicadores adelantados del ciclo común en la actividad productiva permite entonces describir el proceso de formación de complementariedades entre sectores heterogéneos (Ocampo(2005)), así como apreciar las dificultades prácticas de no disponer un ciclo común en la actividad agregada.

Ciertos requerimientos son necesarios para que los índices de indicadores adelantados anticipen los puntos de quiebre de las expansiones (picos) o de las contracciones (fosas) agregadas con un rango de horizontes pre-determinado. Para especificarlos puede usarse la analogía entre anticipar que un evento cualitativo sucederá en el futuro cercano y predecir que la versión cuantitativa del mismo evento sucederá en por lo menos  $h$  meses en el futuro: la precisión cuantitativa disminuye cuando aumenta la distancia temporal  $h$ . Entonces, la precisión de los indicadores anticipados aumentará si se considera 3 elementos: (1) datos relativamente libres de errores de medición; (2) definiciones apropiadas de los eventos; y (3) requerimientos estadísticos para las series individuales a incluir en los índices compuestos.

El presente trabajo describe la construcción de índices compuestos de indicadores anticipados como medidas resumidas de una malla productiva integrada por las relaciones de complementariedad entre diferentes sectores desde 1990, buscando que estas medidas sean relativamente precisas, por lo que usará las tasas de crecimiento promedio anual de los diversos sectores al interior del PBI así como de indicadores de ingreso agregado, de

---

<sup>1</sup> La razón por la que esta información cualitativa suele estar disponible con un atraso temporal considerable en economías como EE.UU o la Unión Europea es la demora de las encuestas de producción para alcanzar la cobertura apropiada de agentes encuestados, lo que hace necesario realizar ajustes sucesivos para obtener datos cuantitativos preliminares y la cobertura total llega varios meses después de cada periodo corriente (sin mencionar que los datos de actividad productiva incluyen errores de medición).

demanda agregada y de precios promedio desde inicios de la década de los 90s hasta diciembre del 2007. En este sentido, los índices compuestos a construir anticiparán los denominados “ciclos en la tasa de crecimiento en la actividad agregada”, que tiene como ventajas: (1) la estrecha relación con los tradicionales “ciclos en el nivel de actividad” y (2) la minimización de los errores de medición al usar tasas de crecimiento promedio.

Como parte de una definición precisa de los eventos bajo estudio, estos son los puntos de quiebre que determinan las fases expansivas y contractivas de los ciclos productivos sectoriales observados durante el proceso de reforma estructural aplicado en el Perú desde inicios de los 90s. Por esta razón, la **primera sección** presenta los lineamientos de la reforma estructural aplicada desde 1990 en el Perú como antecedentes de los cambios en la estructura de mecanismos o relaciones económicas entre los diferentes sectores de la actividad productiva respecto al periodo anterior a 1990.

Luego se describe los hechos estilizados en los puntos de quiebre en el crecimiento de la actividad productiva sectorial en el periodo 1990-2007, descripción enmarcada en la construcción de indicadores anticipados. La **segunda sección** especifica la definición de los eventos así como de los requerimientos estadísticos mencionados. La **tercera sección** presenta la duración promedio de la muestra disponible de las fases (contracciones y expansiones) en la tasa de crecimiento promedio de los sectores productivos contenidos en el PBI real así como de diversos indicadores de ingresos agregados, demanda agregada y precios promedio usando el procedimiento de Bry & Boschan(1973)<sup>2</sup> para fechar los puntos de quiebre. Adicionalmente se presenta evidencia que no es contraria a la *homogeneidad temporal absoluta* de las duraciones respecto a las de una medida de actividad común, la actividad no primaria. Sobre esta base, en la **cuarta sección** se utiliza estas fechas de puntos de quiebre de la actividad no primaria como fechas referenciales para elaborar los perfiles de adelanto, de coincidencia y de rezago de los diversos sectores o componentes del ingreso agregado, lo que facilita la selección de los indicadores adelantados o coincidentes para construir índices compuestos adelantados o coincidentes<sup>3</sup>. La información de estos perfiles también constituye evidencia en contra del supuesto de *homogeneidad temporal relativa* y una dificultad para construir los índices de indicadores anticipados.

Disponer de las fechas de los puntos de quiebre en diversos indicadores de actividad productiva agregada y sectorial, y por ende, de la duración de las fases (contracciones y expansiones) de cada variable lleva naturalmente al análisis de sobre-vivencia en la **quinta sección**. Una primera hipótesis en la dimensión de la duración es que los ciclos sectoriales se suceden en forma recurrente. No se encuentra evidencia contraria a esta hipótesis, que equivale a la dependencia positiva de la función de azar, e.d., la probabilidad de que ocurra un punto de quiebre aumenta al envejecer la fase actual del ciclo (a medida que tiene mayor duración). Una segunda hipótesis es que la duración de las fases más recientes en la muestra es mayor que las más alejadas en el pasado, lo que debe reflejarse en una menor probabilidad (azar) de término. No se encuentra evidencia en contra de esta hipótesis en una muestra de duraciones que incluye las duraciones censuradas al final de la muestra.

---

<sup>2</sup> El procedimiento de Bry & Boschan(1973) operacionaliza la definición uni-variada de contracción y expansión de la NBER. Mark Watson (1994) lo utilizó en un análisis similar al del presente trabajo para datos mensuales.

<sup>3</sup> Así como para medir la idoneidad y consistencia de modelos estadísticos lineales que alternativamente podrían usarse para determinar las fechas referenciales.

La evidencia en contra de la *homogeneidad temporal relativa* así como la favorable a una mayor longevidad en las fases más recientes indica que aún se tiene un ciclo agregado en formación. En la **sexta sección** se propone un criterio para la construcción de índices compuestos bajo estas condiciones, con la capacidad potencial de anticipar los puntos de quiebre en el crecimiento del PBI no primario que están ocurriendo en el presente o que ocurrirán en los 6 meses próximos. Esta capacidad se confirma con el último quiebre en la tasa de crecimiento del PBI no primario (agosto 2008), al menos con las cosechas de datos hasta noviembre 2008. Asimismo, la anticipación del siguiente punto de quiebre en el “ciclo agregado” sigue siendo importante para el diseño de políticas macroeconómicas que coadyuven a una transición suave hacia la siguiente fase de la economía, por lo que en la **séptima sección** se plantea la consideración de un tipo flexible de modelos no lineales para predecir la tasa de crecimiento del PBI real a partir de la información desagregada en su interior. Se estima para ello un modelo VAR-perceptrón (redes neuronales dinámicas) con la información de tres sub-agregados complementarios, el índice compuesto de nueve indicadores anticipados previamente seleccionados, el PBI primario y el PBI no primario. La última sección concluye.

## 1. Antecedentes

La excesiva intervención estatal ha sido una experiencia común en varios países de América Latina hasta fines de los años 70s y se explicó en gran parte por la denominada estrategia de crecimiento basada en la “sustitución de importaciones”. La experiencia peruana con un Estado sobredimensionado llegó a tener consecuencias extremas: hacia fines de la década de los 80s, la excesiva intervención había alcanzado múltiples formas: (i) la amplia participación empresarial del Estado en diversos sectores productivos, como la minería y el petróleo, el de telefonía, el energético, el pesquero y el financiero; (ii) las restricciones a la entrada de nuevas empresas en los sectores de energía eléctrica, de comunicaciones y el financiero; (iii) el control directo de precios y tarifas públicas, como el precio de la gasolina, de la electricidad y del agua; (iv) la división del mercado de divisas mediante un sistema de tipos de cambio múltiples; (v) los aranceles o tipos de cambio elevados en el sector importador; (vi) los subsidios explícitos o implícitos vía tipos de cambio preferenciales a favor de sectores como el exportador y el bancario.

La fijación de todos estos precios en estos mercados generó un sistema de subsidios que generó crecientes déficit públicos inicialmente financiados con endeudamiento externo y, posteriormente, con el continuo crecimiento de la oferta monetaria, es decir, mediante tasas de inflación crecientes, descartando así toda posibilidad de que el sistema de precios pudiera cumplir su función de asignación de recursos entre los diferentes sectores<sup>4</sup>.

La mayoría de países de la región tenía niveles similares de intervención estatal en sus economías, y por ende, de desequilibrios macroeconómicos “estructurales”, por lo que las dos últimas décadas del siglo XX fueron un periodo de reforma. El primer país que tuvo la oportunidad para aplicar las reformas estructurales fue Chile, ante los efectos de la crisis de la deuda de 1982. Otros países como Argentina, Colombia y Perú las aplicaron a inicios de los 90s, con la característica común de sustituir el papel del Estado como interventor y

---

<sup>4</sup> Algunos ajustes o desembalses de precios permitieron ganar algo de tiempo y de reservas internacionales, pero el crecimiento de los medios de pago más allá de cierto nivel razonable dio inicio niveles elevados de inflación, con la consiguiente contracción de la inversión privada, la actividad productiva y el empleo formal.

planificador de la actividad productiva por el de promotor y regulador de la iniciativa privada<sup>5</sup>, y de adoptar el sistema de precios de mercados para asignar los escasos recursos económicos entre las actividades de los distintos sectores productivos<sup>6</sup>.

Al inicio de su descripción del proceso de reformas estructurales en Argentina, Pou(2000) señala que el consenso político que favoreció la aplicación de las reformas se obtuvo luego de las grandes dificultades económicas y financieras padecidas desde los años 80s y, finalmente, la hiperinflación de 1989-90 (una historia similar a la del Perú). Asimismo, se encuentra grandes similitudes *cualitativas* entre Argentina y Perú en la mayoría de reformas en proceso:

- la apertura comercial (eliminación de impuestos a las exportaciones y la mayoría de restricciones cuantitativas a las importaciones),
- la liberalización financiera (libre determinación de las tasas de interés y del tipo de cambio, eliminación de las restricciones a la entrada de bancos extranjeros, regulación prudencial bancaria según requerimientos mínimos de encajes y de capital),
- la reforma del papel del sector público (mediante la eliminación de subsidios a las empresas de servicios y la privatización de las principales empresas estatales),
- la reforma tributaria (eliminación de impuestos distorsionadores y control de la evasión tributaria),
- la administración privada del sistema previsional,
- la mayor independencia del Banco Central y su prohibición a otorgar crédito al sector público, y
- la modernización del sistema de pagos.

Como resultado, los países de la región logran hacia el final del siglo XX el aumento en la monetización financiera, la disminución de los diferenciales de tasas de interés y cierta fortaleza ante las crisis financieras internacionales al no generar fugas masivas de capitales.

Sin embargo, es importante señalar diferencias respecto a las políticas de liberalización financiera. Mientras que Chile y Colombia mantuvieron controles al movimiento de capitales, Argentina adoptaba la Ley de Convertibilidad, que establecía una paridad unitaria y fija entre el peso argentino y el dólar americano, bajo la cual el Banco Central limitaba su operatividad a la de una gran caja de cambios, teniendo prohibido otorgar crédito al sistema bancario.

Desafortunadamente, bajo las circunstancias extraordinarias generadas por la crisis mexicana de 1994, la reforma de la Ley de Entidades Financieras flexibilizó esta restricción, natural y obligatoria para una junta de convertibilidad. Esta es la principal razón por la que la economía argentina no logra superar los efectos de las crisis financieras internacionales del final del siglo XX y entra en crisis el 2001, con los siguientes agravantes (Pou(2000)):

- la demora en controlar el déficit fiscal a nivel nacional y provincial, que se extendió hasta la Ley de Responsabilidad Fiscal de 1999, luego de las crisis asiática, rusa y

---

<sup>5</sup> Deza(2000).

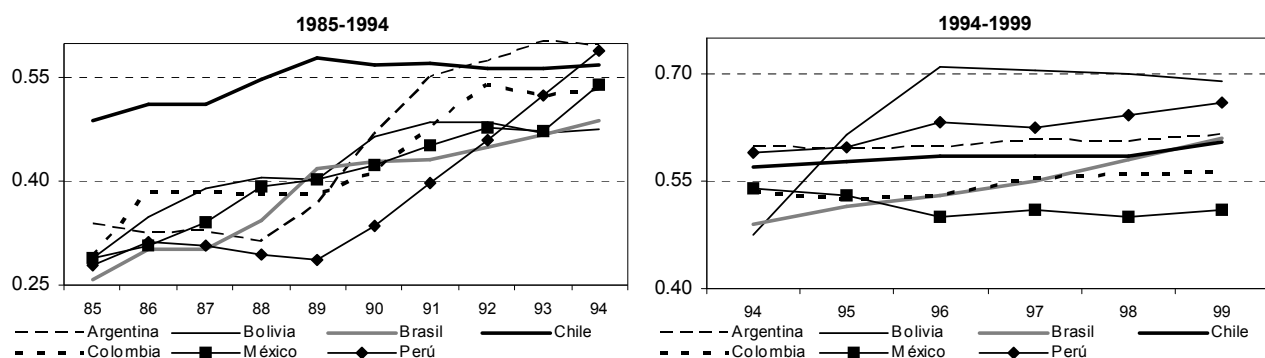
<sup>6</sup> Paliza(1999).

brasileña. Esta ley buscó reducir el déficit federal durante los siguientes tres años para equilibrar el presupuesto recién en el 2003<sup>7</sup>;

- la demora en flexibilizar el mercado laboral (negociación colectiva centralizada, alto costo de indemnización por despido, elevados impuestos a los salarios) impidió la adaptación de la demanda laboral de un sector industrial en proceso de reestructuración tecnológica.

Debe remarcarse que el proceso de reformas se aplicó con una secuencia y una profundidad que varían según la oportunidad y las características de cada país. Considerando estas diferencias, a medida que se avanzaba hacia el final del siglo, las reformas estructurales en el Perú resultaron entre las más profundas en la región, como lo indica el Índice de Reformas Estructurales construido por Lora(2001) y disponible en su Apéndice 2.

**Gráfico 1**  
Índice de Reformas Estructurales



Por esta razón, y para complementar la posición de Ocampo(2005) en su cuestionamiento de los efectos esperados de las reformas estructurales en términos de mayor crecimiento económico y menor vulnerabilidad macroeconómica, en este trabajo se presentará evidencia a favor de que las reformas estructurales modificaron la estructura de mecanismos o relaciones económicas entre los diferentes sectores de la actividad productiva sectorial en el Perú generando una mayor capacidad de crecimiento económico y de resiliencia o fortaleza ante los diversos choques a la que está expuesta<sup>8</sup>.

Asimismo, de acuerdo con el objetivo de la investigación, las mejoras en el entorno macroeconómico debían tener efectos de largo plazo sobre la forma de hacer negocios en el Perú, en general, pero también sobre la compleja estructura de relaciones económicas entre los negocios privados de distintos sectores, en particular. El desconocimiento de las implicancias dinámicas y estructurales de estos cambios dificulta el diseño cuantitativo de la

<sup>7</sup> Como señala Kopits(2004), la descentralización fiscal necesita un diseño cuidadoso de reglas de manejo fiscal porque un sistema federal requiere reglas numéricas de política para cada nivel del gobierno (reglas del tipo “de arriba hacia abajo”), en vez de reglas numéricas para el sector público consolidado o para el gobierno general como un todo. En esta línea, es difícil establecer reglas fiscales consistentes del tipo “de abajo hacia arriba” dentro de un sistema fiscal descentralizado, especialmente cuando se requiera de un ajuste fiscal agregado, como sucedió en Argentina.

<sup>8</sup> Para el caso de Argentina, Pou(2000) señala que las reformas produjeron un importante aumento de las importaciones de capital como parte de la reestructuración tecnológica del sector industrial así como un extraordinario cambio en la composición de los precios.

política macroeconómica (monetaria y fiscal), por lo que se justifica el estudio de esta realidad económica de naturaleza compleja<sup>9</sup> donde interactúan un grupo heterogéneo de sectores productivos.

## 2. Conceptos básicos relativos a los ciclos en los negocios

Los eventos relevantes en una economía dinámica que serán objeto de estudio se definen como los puntos de quiebre en la **tasa de crecimiento promedio anual** de la actividad productiva en un sector particular o agregado, es decir, los eventos que ponen término a una fase de expansión y contracción en su tasa de crecimiento promedio anual, también denominados también “pico” y “fosa” en dicha tasa, respectivamente<sup>10</sup>.

Los puntos de quiebre en el ritmo de actividad de un sector productivo son el punto de partida para determinar las fechas referenciales de los puntos de quiebre en el ritmo de actividad económica agregada (si no estuvieran disponibles) y (posteriormente) para construir índices compuestos de indicadores anticipados de estos últimos puntos de quiebre. De manera resumida, el procedimiento para determinar las fechas referenciales es (1) determinar los puntos de quiebre según el procedimiento Bry & Boschan (1973) para un conjunto amplio de indicadores de producción, demanda, ingresos y precios en la muestra más amplia disponible que coincida con un entorno económico propicio para el desarrollo de los negocios; (2) seleccionar como fechas referenciales aquellas alrededor de las cuales se presenta un agrupamiento del mismo tipo de puntos de quiebre (picos o fosas) y que se acercan a las fechas de los puntos de quiebre de alguna medida agregada de actividad económica que contenga la mayoría de variables en este agrupamiento; (3) requerimientos estadísticos asociados a la homogeneidad de las duraciones promedio de la muestra respecto a las duraciones referenciales del punto anterior (*homogeneidad temporal absoluta*). Las pruebas estadísticas usadas en este último paso son las pruebas de Wilcoxon y de Welch.

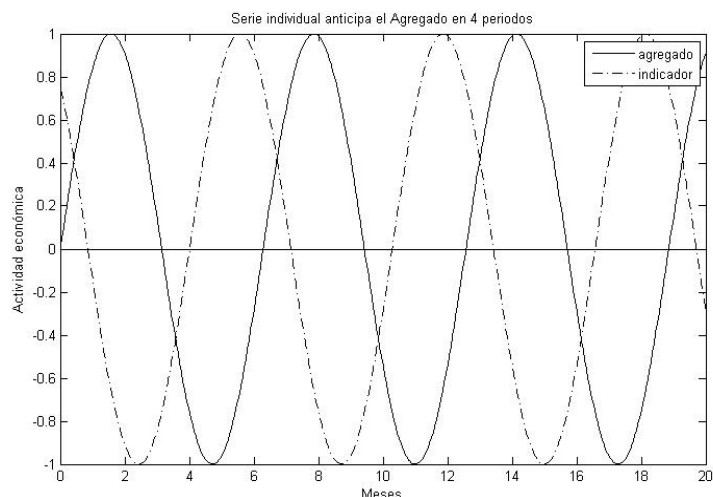
La *homogeneidad temporal absoluta* requiere de una igualdad estadística de las duraciones del ciclo (denominadas “periodos” en el caso de sinusoides) o de las fases del ciclo. Básicamente un indicador cuyo periodo coincide estadísticamente con el periodo de una medida agregada usada como referencia tiene mayores posibilidades de que sus puntos de quiebre se mantengan cerca de los puntos de quiebre de dicha medida referencial (ver Gráfico N° 1).

---

<sup>9</sup> Ver Edmonds(1995), Durlauf(1997) y Rosser(1999).

<sup>10</sup> En adelante nos referiremos al “ritmo de actividad” económica en vez del “ritmo de crecimiento promedio anual de la actividad” económica.

**Gráfico N° 1**



Por su parte el procedimiento para construir índices de indicadores anticipados es relativamente sencillo luego de lo anterior. Simplemente se seleccionan aquellos indicadores que cumplen con la homogeneidad temporal absoluta y se acercan a cumplir con la *homogeneidad temporal relativa*, que consiste en mantener la misma distancia entre los picos (fosas) del indicador candidato y las medida referencial (en el argot de sinusoides, tienen un *phase shift* constante). Los perfiles de adelantos, coincidencias y rezagos de los diversos sectores o componentes del ingreso agregado respecto a la medida referencial constituyen evidencia no probabilística para la homogeneidad temporal relativa.

Condicionando respecto a la disponibilidad de fechas referenciales robustas (fechas obtenidas usando el procedimiento anterior), es posible que, a pesar de existir evidencia estadística a favor de la *homogeneidad temporal absoluta* (paso (3)), las distancias temporales entre los picos (fosas) de los indicadores individuales y los picos (fosas) referenciales no sean muy similares a lo largo de la muestra (una elevada dispersión). Ello se explicaría por la disponibilidad de pocas observaciones de picos y fosas en la muestra, ya que en este caso las diferencias tenderían a ser estadísticamente nulas (elevadas desviaciones estándar para las duraciones en la prueba de Welch).

### 3. Duraciones promedio de las fases del ciclo

En esta sección se presenta la duración promedio de las expansiones y contracciones en la tasa de crecimiento promedio de los diversos sectores al interior del PBI, un grupo seleccionado de indicadores de actividad, así como de los diversos indicadores usando el procedimiento de Bry & Boschan(1973) para cada variable individual.

El Cuadro N° 1 presenta las duraciones promedio de los **ciclos individuales** completos pico-pico y fosa-fosa así como las de las fases que las componen. Asimismo, se incluye las pruebas de Wilcoxon para la hipótesis nula de igualdad en las distribuciones de duración de las fases “pico-fosa” de cada componente del PBI respecto al PBI no primario, incluyendo

**Cuadro N° 1**  
**DURACIONES PROMEDIO Y PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARA LAS FASES**  
(Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1992M12-2007M12)

	Duraciones promedio (en meses)				Prueba Wilcoxon			Prueba T de Welch					
	Ciclos completos		Fases del ciclo		Duraciones pico-fosa			Duraciones pico-fosa			Duraciones fosa-pico		
	Pico-pico	Fosa-fosa	Pico-fosa	Fosa-pico	Wcalc	Pvalue	Aceptar	Tcalc	Pvalue	Aceptar	Tcalc	Pvalue	Aceptar
<b>Agropecuario */</b>	<b>38.3</b>	<b>33.0</b>	<b>19.0</b>	<b>17.6</b>	<b>23.5</b>	<b>0.085</b>	<b>0</b>	<b>-1.665</b>	<b>0.147</b>	<b>1</b>	<b>-0.541</b>	<b>0.608</b>	<b>1</b>
<b>Agrícola</b>	<b>38.3</b>	<b>33.3</b>	<b>21.3</b>	<b>15.8</b>	<b>24.0</b>	<b>0.087</b>	<b>0</b>	<b>-2.352</b>	<b>0.057</b>	<b>0</b>	<b>-0.180</b>	<b>0.863</b>	<b>1</b>
Algodón	31.0	31.0	17.8	13.0	18.5	0.269	1	-0.703	0.504	1	0.735	0.495	1
Arroz	34.3	33.0	18.0	15.0	19.0	0.276	1	-0.592	0.576	1	0.000	1.000	1
Café	35.0	37.8	23.5	14.0	21.5	0.352	1	-1.247	0.280	1	0.296	0.777	1
Caña de azúcar	37.3	33.0	20.0	17.3	19.0	0.312	1	-0.820	0.458	1	-0.405	0.706	1
Espárrago	30.2	26.3	13.2	17.0	25.5	0.177	1	1.040	0.333	1	-0.569	0.590	1
Frijol	34.8	32.0	21.8	12.2	22.0	0.360	1	-1.435	0.225	1	0.962	0.373	1
Maíz amarillo duro	28.8	25.2	15.3	12.8	25.0	0.396	1	0.043	0.967	1	0.756	0.478	1
Maíz amiláceo	39.0	37.7	22.3	14.5	1.0	2.000	2	-1.521	0.226	1	0.100	0.925	1
Papa	27.2	26.2	13.5	12.7	25.5	0.396	1	0.732	0.485	1	0.803	0.453	1
Plátano	45.3	49.3	30.0	19.8	1.0	2.000	2	-2.144	0.121	1	-0.894	0.422	1
Trigo	39.7	35.0	19.0	18.5	1.0	2.000	2	-0.487	0.660	1	-0.896	0.411	1
Yuca	27.5	24.4	17.0	10.5	24.0	0.396	1	-0.362	0.728	1	1.928	0.126	1
<b>Pecuuario */</b>	<b>32.5</b>	<b>30.0</b>	<b>12.8</b>	<b>19.8</b>	<b>13.0</b>	<b>0.180</b>	<b>1</b>	<b>1.550</b>	<b>0.196</b>	<b>1</b>	<b>-0.962</b>	<b>0.380</b>	<b>1</b>
Aves */	26.2	21.3	14.6	11.6	22.0	0.318	1	0.342	0.742	1	0.840	0.433	1
Huevos	34.5	32.3	14.5	20.0	16.0	0.264	1	0.263	0.803	1	-1.091	0.325	1
Leche	29.5	24.3	12.3	16.0	12.5	0.158	1	1.883	0.133	1	-0.208	0.842	1
Porcinos	43.7	51.0	19.3	29.0	18.5	0.304	1	-0.699	0.523	1	-1.917	0.151	1
Vacunos */	32.3	31.5	17.5	16.0	19.0	0.312	1	-0.531	0.618	1	-0.288	0.783	1
<b>Pesca</b>	<b>30.3</b>	<b>32.3</b>	<b>17.4</b>	<b>13.8</b>	<b>21.0</b>	<b>0.304</b>	<b>1</b>	<b>-0.383</b>	<b>0.717</b>	<b>1</b>	<b>0.401</b>	<b>0.705</b>	<b>1</b>
<b>Minería e hidrocarburos</b>	<b>35.8</b>	<b>34.0</b>	<b>19.6</b>	<b>14.8</b>	<b>18.0</b>	<b>0.262</b>	<b>1</b>	<b>-0.950</b>	<b>0.379</b>	<b>1</b>	<b>0.085</b>	<b>0.936</b>	<b>1</b>
Minería metálica	28.6	26.8	14.5	13.8	25.0	0.396	1	0.402	0.698	1	0.428	0.687	1
Hidrocarburos	36.3	32.3	16.2	19.0	22.0	0.318	1	-0.189	0.857	1	-0.792	0.464	1
<b>Manufactura</b>	<b>31.0</b>	<b>29.5</b>	<b>13.8</b>	<b>16.8</b>	<b>23.5</b>	<b>0.339</b>	<b>1</b>	<b>0.754</b>	<b>0.476</b>	<b>1</b>	<b>-0.742</b>	<b>0.499</b>	<b>1</b>
Procesadores de recursos primarios	30.8	33.0	12.5	18.3	12.5	0.158	1	1.732	0.158	1	-1.016	0.356	1
Azúcar	38.3	32.3	20.5	17.8	22.5	0.176	1	-1.667	0.147	1	-0.549	0.606	1
Productos cárnicos */	37.5	34.7	16.5	21.0	16.5	0.272	1	-0.188	0.860	1	-0.769	0.485	1
Harina y aceite de pescado	26.8	30.2	16.7	11.4	22.5	0.396	1	-0.247	0.812	1	1.471	0.215	1
Conservas y prod.congel. de pescado	40.3	47.0	23.0	17.3	21.0	0.344	1	-0.887	0.425	1	-0.502	0.637	1
Refinación de metales no ferrosos	33.0	31.8	19.4	13.6	18.5	0.269	1	-0.740	0.493	1	0.426	0.685	1
Refinación de petróleo	27.2	22.2	16.7	9.8	26.0	0.396	1	-0.246	0.813	1	1.842	0.115	1
Resto de la industria	31.3	29.5	13.4	17.0	23.5	0.339	1	0.938	0.379	1	-0.747	0.489	1
Alimentos, bebidas y tabaco */	46.5	44.0	15.3	29.5	1.0	2.000	2	0.071	0.946	1	-1.863	0.204	1
Textil, cuero y calzado	30.0	30.5	16.0	14.8	19.5	0.283	1	-0.181	0.862	1	0.071	0.947	1
Madera y muebles	31.5	27.8	16.0	13.3	20.5	0.297	1	-0.135	0.897	1	0.742	0.499	1
Industria del papel e imprenta	29.5	31.0	13.2	17.8	24.5	0.353	1	1.231	0.273	1	-0.998	0.364	1
Prods. químicos, caucho y plásticos	29.6	29.8	12.2	17.4	23.0	0.332	1	1.257	0.249	1	-0.608	0.566	1
Minerales no metálicos	32.5	32.0	14.8	16.8	24.5	0.353	1	0.156	0.881	1	-0.397	0.707	1
Industria del hierro y acero	42.0	35.0	13.3	28.7	1.0	2.000	2	0.495	0.655	1	-1.931	0.149	1
Prods. metálicos, maquinaria y equipo	36.0	36.0	16.3	19.8	20.0	0.328	1	-0.228	0.829	1	-1.118	0.315	1
Manufacturas diversas	43.7	39.8	15.0	24.8	15.5	0.256	1	0.146	0.890	1	-1.700	0.164	1
<b>Construcción</b>	<b>30.7</b>	<b>33.3</b>	<b>20.5</b>	<b>13.0</b>	<b>22.0</b>	<b>0.360</b>	<b>1</b>	<b>-1.237</b>	<b>0.271</b>	<b>1</b>	<b>0.926</b>	<b>0.423</b>	<b>1</b>
<b>Comercio</b>	<b>28.6</b>	<b>27.8</b>	<b>14.0</b>	<b>14.6</b>	<b>22.5</b>	<b>0.325</b>	<b>1</b>	<b>0.546</b>	<b>0.602</b>	<b>1</b>	<b>0.158</b>	<b>0.882</b>	<b>1</b>
<b>Otros servicios</b>	<b>30.3</b>	<b>30.7</b>	<b>14.3</b>	<b>16.3</b>	<b>16.5</b>	<b>0.272</b>	<b>1</b>	<b>0.670</b>	<b>0.532</b>	<b>1</b>	<b>-0.525</b>	<b>0.627</b>	<b>1</b>
Electricidad y agua	34.7	32.3	14.5	17.8	16.0	0.264	1	0.365	0.728	1	-0.630	0.556	1
Otros servicios	29.7	31.0	14.3	16.0	17.0	0.280	1	0.591	0.576	1	-0.340	0.751	1
Imp. a prod. y der. de M (índice)	31.8	29.8	14.2	17.0	22.5	0.325	1	0.492	0.638	1	-0.617	0.564	1
<b>PBI Primario</b>	<b>36.5</b>	<b>33.7</b>	<b>19.5</b>	<b>17.0</b>	<b>22.0</b>	<b>0.360</b>	<b>1</b>	<b>-1.512</b>	<b>0.181</b>	<b>1</b>	<b>-0.566</b>	<b>0.596</b>	<b>1</b>
<b>PBI No Primario (inc.imp.prod.&amp;der.M)</b>	<b>30.7</b>	<b>30.7</b>	<b>15.5</b>	<b>15.0</b>	<b>18.0</b>	<b>0.296</b>	<b>1</b>	<b>0.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>	<b>0.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>
<b>PBI</b>	<b>32.3</b>	<b>30.7</b>	<b>16.3</b>	<b>15.7</b>	<b>19.0</b>	<b>0.312</b>	<b>1</b>	<b>-0.311</b>	<b>0.766</b>	<b>1</b>	<b>-0.229</b>	<b>0.830</b>	<b>1</b>
Importaciones de bienes y servicios	41.3	34.0	18.0	23.3	1.0	2.000	2	-1.109	0.318	1	-1.310	0.281	1
Despachos locales de cemento	34.0	27.3	15.3	18.8	17.5	0.288	1	0.088	0.933	1	-0.583	0.591	1
<b>PROMEDIO</b>	<b>33.7</b>	<b>32.3</b>	<b>16.8</b>	<b>16.7</b>	<b>18.6</b>	<b>0.463</b>	<b>1.06</b>	<b>-0.156</b>	<b>0.545</b>	<b>0.98</b>	<b>-0.228</b>	<b>0.552</b>	<b>1.00</b>

\*/ Series que no presentan ni picos ni fosas cuando el procedimiento de Bry&Boschan se aplica a los índices.

los valores de la probabilidad para pruebas de dos colas así como la decisión final de aceptar la hipótesis nula (=1), rechazarla (=0) o la imposibilidad de realizar la prueba debido a un número insuficiente de puntos de quiebre (=2)<sup>11</sup>. De manera similar incluye las pruebas de Welch para la hipótesis nula de igualdad de la duración media de ambas distribuciones.

En general, no existe evidencia en contra de la homogeneidad de la distribución de la duración de las contracciones de las diferentes variables al interior del PBI respecto a la de las contracciones en la actividad no primaria, aunque no fue posible realizar las pruebas de Wilcoxon para algunos componentes de agricultura. Como tampoco fue posible realizarlas

<sup>11</sup> Por esta razón, la totalidad de pruebas de Wilcoxon correspondientes para las fases "fosa-pico" no pudo ser realizada.

para la totalidad de expansiones (fases “fosa-pico”), los resultados aún son tentativos debido a la pequeña muestra de puntos de quiebre disponible, lo que también puede explicarse por la tendencia del procedimiento Bry & Boschan(1973) a excluir cualquier ciclo espurio en cada variable individual. Por su parte, las pruebas de igualdad en la duración media de ambas distribuciones indican que no habría evidencia en contra de dicha igualdad estadística<sup>12</sup>.

Respecto a las tasas de crecimiento promedio de los diversos indicadores de ingresos agregados, con una muestra ligeramente más corta, el Cuadro N° 2 presenta estadísticos similares.

**Cuadro N° 2**  
**DURACIONES PROMEDIO Y PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARA LAS FASES**

(Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1994M1-2007M12)

	Duraciones promedio (en meses)				Prueba Wilcoxon			Prueba T de Welch					
	Ciclos completos		Fases del ciclo		Duraciones pico-fosa			Duraciones pico-fosa			Duraciones fosa-pico		
	Pico-pico	Fosa-fosa	Pico-fosa	Fosa-pico	Wcalc	Pvalue	Aceptar	Tcalc	Pvalue	Aceptar	Tcalc	Pvalue	Aceptar
<b>PBI</b>	<b>31.3</b>	<b>31.7</b>	<b>13.0</b>	<b>18.7</b>	<b>18.0</b>	<b>0.296</b>	<b>1</b>	<b>0.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>	<b>0.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>
(-) Renta de factores	44.0	38.3	13.3	25.0	14.5	0.240	1	-0.082	0.939	1	-0.978	0.383	1
Producto nacional bruto	31.8	30.3	16.4	14.5	16.0	0.234	1	-1.421	0.215	1	2.463	0.057	0
(-) Términos de intercambio	27.3	28.8	17.5	10.2	21.5	0.352	1	-1.030	0.361	1	4.672	0.003	0
Ingreso nacional bruto	35.8	31.7	13.3	22.5	19.5	0.320	1	-0.522	0.624	1	-0.811	0.463	1
(+) Transferencias corrientes	21.6	22.8	9.0	14.0	29.0	0.045	0	2.852	0.036	0	2.265	0.058	0
Ingreso nacional disponible	35.8	31.7	13.3	22.5	19.5	0.320	1	-0.522	0.624	1	-0.811	0.463	1
Exportaciones bs.&ss.	23.0	25.8	10.0	15.8	27.5	0.089	0	2.038	0.097	0	0.789	0.466	1
Importaciones bs.&ss.	29.6	28.3	17.2	12.4	14.0	0.180	1	-2.073	0.093	0	4.221	0.008	0
Importaciones (US\$94)	29.5	29.4	20.2	9.2	14.0	0.180	1	-2.664	0.045	0	4.684	0.003	0
Absorción	35.8	29.0	13.0	22.8	18.0	0.296	1	0.000	1.000	1	-0.783	0.477	1
Demanda interna	39.3	30.7	10.3	26.3	1.0	2.000	2	0.927	0.422	1	-1.168	0.308	1
PBI global	31.3	31.7	13.0	18.7	18.0	0.296	1	0.000	1.000	1	0.000	1.000	1
<b>PBI Primario</b>	<b>34.3</b>	<b>34.5</b>	<b>21.0</b>	<b>13.5</b>	<b>24.0</b>	<b>0.087</b>	<b>0</b>	<b>-2.412</b>	<b>0.073</b>	<b>0</b>	<b>2.629</b>	<b>0.047</b>	<b>0</b>
<b>PBI No Primario</b>	<b>31.3</b>	<b>31.7</b>	<b>13.8</b>	<b>17.7</b>	<b>20.0</b>	<b>0.328</b>	<b>1</b>	<b>-0.792</b>	<b>0.464</b>	<b>1</b>	<b>0.254</b>	<b>0.816</b>	<b>1</b>
Servicios gubernamentales	42.3	37.0	12.5	24.5	18.0	0.296	1	0.171	0.873	1	-0.601	0.580	1
Despachos locales de cemento	51.0	27.0	17.7	33.3	1.0	2.000	2	-1.181	0.323	1	-0.637	0.569	1
<b>PROMEDIO</b>	<b>33.8</b>	<b>30.6</b>	<b>14.4</b>	<b>18.9</b>	<b>17.3</b>	<b>0.445</b>	<b>0.94</b>	<b>-0.395</b>	<b>0.482</b>	<b>0.71</b>	<b>0.952</b>	<b>0.394</b>	<b>0.65</b>

Estas pruebas permiten determinar que los ítems más homogéneos respecto a las fases de la actividad no primaria en la muestra son: renta de factores, ingreso nacional bruto, ingreso nacional disponible, absorción, PBI global y servicios gubernamentales<sup>13</sup>.

En general, la evidencia tentativa a favor de la homogeneidad de las duraciones respecto a las de la actividad no primaria justifica la propuesta de usar las fechas de los puntos de quiebre del PBI no primario como los puntos de quiebre de los ciclos en los negocios en el Perú en el periodo Diciembre 1992 – Diciembre 2007.

#### 4. Fechas referenciales y perfiles de adelantos

Sobre la base de las fechas de los puntos de quiebre de la actividad no primaria se dispone de fechas referenciales para elaborar los perfiles de adelantos, coincidencias y rezagos de los diversos sectores o componentes del ingreso agregado.

<sup>12</sup> Ver Cuadro Anexo N° 1 para cotejar las fechas referenciales asociadas al PBI no primario y demás fechas individuales de este grupo de variables disponibles desde diciembre de 1992.

<sup>13</sup> Ver Cuadro Anexo N° 2 para cotejar las fechas referenciales asociadas al PBI no primario y demás fechas individuales de este grupo de variables disponibles desde enero de 1994.

En el Cuadro N° 3 puede apreciarse que la actividad primaria anticipa los puntos de quiebre de la actividad no primaria en gran parte de la muestra, especialmente la minería metálica, el algodón, el arroz, el espárrago, el frijol, la papa (del total de agrícolas), así como las aves y los vacunos (del total pecuario). Por su parte, al interior de la manufactura destaca el azúcar, la harina y aceite de pescado, la refinación de metales no ferrosos, los alimentos, bebidas y tabaco, los textiles, cueros y calzados, la madera y muebles y los minerales no metálicos.

**Cuadro N° 3**  
**PERFIL DE INFORMACIÓN ADELANTADA EN MESES**  
(Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1992M12-2007M12)

	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa
<b>Agropecuario 2/</b>	<b>-13</b>	<b>-6</b>	<b>-11</b>	<b>-15</b>	<b>-4</b>	<b>n.a</b>	<b>-2</b>	<b>n.a</b>
<b>Agrícola</b>	<b>-13</b>	<b>-6</b>	<b>-11</b>	<b>-13</b>	<b>-10</b>	<b>n.a</b>	<b>-2</b>	<b>n.a</b>
Algodón	n.a	-16	-5	-13	-11	n.a	n.a	-14
Arroz	-12	-15	-7	-10	n.a	n.a	n.a	n.a
Café	n.a	n.a	n.a	-4	-8	-13	n.a	n.a
Caña de azúcar	-3	n.a	n.a	-8	n.a	n.a	-8	n.a
Espárrago	-13	-9	-4	-13	-10	-10	n.a	n.a
Frijol	-12	-6	-11	-17	-17	n.a	-4	n.a
Maíz amarillo duro	-21	-6	-8	n.a	-11	n.a	n.a	n.a
Maíz amiláceo	n.a	n.a	-2	n.a	-9	n.a	n.a	n.a
Papa	n.a	n.a	n.a	-4	-11	-2	-3	n.a
Plátano	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Trigo	-12	-10	n.a	-20	n.a	n.a	n.a	n.a
Yuca	-11	-10	n.a	n.a	-2	n.a	n.a	-5
<b>Pecuario 2/</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>-7</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>
Aves 2/	n.a	n.a	n.a	-8	n.a	n.a	n.a	n.a
Huevos	n.a	n.a	n.a	-8	-8	-10	n.a	n.a
Leche	-9	-6	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Porcinos	-18	-22	n.a	-8	-15	-9	n.a	n.a
Vacunos 2/	n.a	n.a	n.a	-5	-7	n.a	-6	n.a
<b>Pesca</b>	<b>-6</b>	<b>-8</b>	<b>-2</b>	<b>-11</b>	<b>-14</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>-6</b>
<b>Minería e hidrocarburos</b>	<b>-13</b>	<b>-7</b>	<b>n.a</b>	<b>-9</b>	<b>-9</b>	<b>-3</b>	<b>-9</b>	<b>n.a</b>
Minería metálica	-13	-6	n.a	-9	-9	-3	-9	n.a
Hidrocarburos	-24	-11	-4	n.a	-16	n.a	-4	n.a
<b>Manufactura</b>	<b>-5</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-5</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>-4</b>
Procesadores de recursos primarios	-6	-9	-2	-10	n.a	n.a	n.a	-2
Azúcar	-9	n.a	-4	-10	-6	n.a	n.a	n.a
Productos cárnicos 2/	n.a	n.a	-15	n.a	n.a	-12	n.a	n.a
Harina y aceite de pescado	-6	-9	-7	-11	-14	n.a	n.a	-6
Conservas y productos congelados de pescado	-4	-8	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Refinación de metales no ferrosos	-11	n.a	n.a	-4	-7	-2	-3	n.a
Refinación de petróleo	-14	n.a	n.a	n.a	n.a	-2	n.a	n.a
Resto de la industria	-4	-2	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-4
Alimentos, bebidas y tabaco 2/	-7	-5	-14	-9	-6	-9	n.a	n.a
Textil, cuero y calzado	-4	-2	-4	-2	n.a	-2	n.a	n.a
Madera y muebles	-13	-6	-9	-4	n.a	n.a	-7	-8
Industria del papel e imprenta	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Productos químicos, caucho y plásticos	-6	-4	n.a	n.a	n.a	n.a	-6	-14
Minerales no metálicos	n.a	-2	-7	n.a	n.a	n.a	n.a	-4
Industria del hierro y acero	-4	-5	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Productos metálicos, maquinaria y equipo	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Manufacturas diversas	-8	n.a	n.a	n.a	n.a	-3	n.a	n.a
<b>Construcción</b>	<b>-5</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>-5</b>	<b>n.a</b>
<b>Comercio</b>	<b>-4</b>	<b>n.a</b>	<b>-2</b>	<b>-4</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>-3</b>
<b>Otros servicios</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>-4</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>
Electricidad y agua	-15	-9	n.a	-2	n.a	n.a	-3	-5
Otros servicios	n.a	n.a	-2	-5	n.a	n.a	n.a	n.a
Imp. a prod. y der. de M (índice)	-3	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-3
<b>PBI Primario</b>	<b>-13</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-14</b>	<b>-9</b>	<b>n.a</b>	<b>-8</b>	<b>n.a</b>
<b>PBI No Primario (incluye imp.prod.y der. M)</b>	<b>95M7</b>	<b>96M10</b>	<b>97M12</b>	<b>99M8</b>	<b>00M8</b>	<b>01M8</b>	<b>03M3</b>	<b>04M6</b>
<b>PBI</b>	<b>-5</b>	<b>n.a</b>	<b>-2</b>	<b>-4</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>
Importaciones de bienes y servicios	-4	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Despachos locales de cemento	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-5	-9

Finalmente, los despachos locales de cemento aparecen como indicadores anticipados en el interior del sector construcción<sup>14</sup>.

Este perfil de información adelantada constituye evidencia en contra del supuesto de homogeneidad temporal, ya que resulta evidente que la magnitud del adelanto en meses no se mantiene relativamente constante a lo largo de las fases obtenidas. Más aún, las fases a inicios de los 90s son cualitativamente diferentes a las fases posteriores, digamos a partir del 2000. Una explicación tentativa es que las fuertes expansiones y contracciones iniciales *hacia* los niveles productivos sobre la curva de transformación se atenuaron a partir de 1994, para luego fluctuar principalmente debido a los ajustes en los eslabonamientos productivos entre los distintos sectores al acercarse más *hacia* estos niveles de eficiencia (hasta inicios del 2000) y finalmente ajustarse *sobre* la curva de transformación (a partir del 2000). Por supuesto, además de estos ajustes en la eficiencia productiva, se produjo un conjunto de ajustes idiosincrásicos ante los choques generalizados (p.ej., crisis financieras internacionales 1997-99) así como ante los choques idiosincrásicos (p.ej., fenómenos climáticos de 1998).

**Cuadro N° 4**  
**PERFIL DE INFORMACIÓN COINCIDENTE EN MESES**  
(Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1994M1-2007M12)

	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa
<b>PBI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
(-) Renta-de-factores	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Producto-nacional-bruto	n.a	0	n.a	n.a	0	n.a	n.a	0
(-) Términos-de-intercambio	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Ingreso-nacional-bruto	0	0	n.a	n.a	n.a	n.a	0	0
(+) Transferencias-corrientes	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0	n.a	n.a
Ingreso-nacional-disponible	0	0	n.a	n.a	n.a	n.a	0	0
Exportaciones-bs.&ss.	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0	n.a	n.a
Importaciones-bs.&ss.	n.a	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	n.a
Importaciones-US\$94	-1	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	n.a
Absorción	0	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0
Demanda-interna	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0
PBI-global	0	0	n.a	n.a	0	0	0	0
<b>PBI-primario</b>	<b>n.a</b>	<b>1</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>0</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>
<b>PBI-no-primario</b>	<b>94M11</b>	<b>95M12</b>	<b>97M12</b>	<b>99M4</b>	<b>00M3</b>	<b>01M3</b>	<b>02M9</b>	<b>03M11</b>
Servicios-gubernamentales	n.a	n.a	0	n.a	n.a	0	n.a	n.a
Despachos-locales-de-cemento	-1	n.a	n.a	n.a	-1	n.a	n.a	n.a

El Cuadro N° 4 es ilustrativo de un perfil de coincidencias. Además de la heterogeneidad temporal ya mencionada, también se aprecia que la eliminación de unas pocas observaciones al inicio de la muestra modifica las fechas referenciales, lo que indicaría la necesidad de algún refinamiento adicional en el procedimiento Bry & Boschan (1973) o en los datos, como por ejemplo la consideración de índices ajustados por días laborables, que elevaría la suavidad de las variaciones promedio de la actividad no primaria. Sin embargo, si se considera la información sobre los ingresos agregados únicamente, puede destacarse la

<sup>14</sup> El Cuadro N° 3 indica los meses de adelanto con números negativos. Las siglas de “no aplicable” (n.a.) indican los meses de atraso (que serían números positivos) o de coincidencia (ceros), los cuales aparecen en los cuadros correspondientes a los perfiles de información atrasada o coincidente, respectivamente. Ver por ejemplo el Cuadro N° 4.

información coincidente del PBI global (para gran parte de la muestra de fases) y del Ingreso Nacional Disponible (para la mitad de la muestra de fases)<sup>15</sup>.

## 5. Análisis de sobre-vivencia para las fases del ciclo en los negocios

La evidencia estadística en contra del supuesto de homogeneidad temporal de las duraciones entre los puntos de quiebre sectoriales y los de esta referencia significa que no existe un ciclo agregado común en la economía peruana (asincronía) en la muestra disponible

Sin embargo este ciclo agregado común puede estar en formación hacia el final de la muestra. Para contrastar esta conjetura con los datos puede realizarse un análisis de sobre-vivencia utilizando las duraciones de las fases en los **ciclos individuales**. En esta sección se busca evidencia complementaria que contradiga la hipótesis de que los ciclos individuales se suceden de manera recurrente, lo que sucedería si la probabilidad para el término de las fases en los ciclos individuales fuera decreciente respecto a o independiente de la duración de las mismas. Por otro lado, dados los resultados de las pruebas estadísticas en contra de la homogeneidad temporal de las duraciones, se busca evidencia estadística en contra de la hipótesis de que la duración de las fases más recientes en la muestra es mayor que las más alejadas en el pasado, lo que sucedería si la probabilidad para el término de las fases fuera mayor cuando las fases individuales son más recientes.

Para todo análisis de sobre-vivencia se define un evento  $E_t$  que ocurre en un periodo dentro de un intervalo  $[0, T_{max}]$  y que da fin a la vida de un individuo (enfermedad grave), de una parte componente de un mecanismo (desgaste del material), de un estado de no concepción (embarazo), de un estado de desempleo (firma de un contrato de empleo) o de una fase del ciclo económico (punto de quiebre), en nuestro contexto.

### *Preliminares*

Las hipótesis y ejemplos mencionados implican que la duración de un evento  $\sim E_t$  es tan importante como la probabilidad de que el evento  $\sim E_t$  termine en el siguiente periodo debido a la realización de  $E_t$  dado que  $\sim E_t$  ha durado hasta el periodo  $T_1$ . En general, podría decirse que a medida que se produce sucesivamente el evento  $\sim E_t$  en un periodo dentro de un intervalo  $[0, T_1]$ ,  $T_1 < T_{max}$ , la probabilidad de que el evento  $E_t$  suceda en un periodo  $[T_1+1, T_{max}]$  puede aumentar o disminuir. En nuestro contexto,  $E_t$  es la presencia o no de un punto de quiebre, por lo que sería extraño encontrar evidencia en contra de la hipótesis de que esta probabilidad aumente, pues lo que se observa es que los ciclos económicos se suceden de manera recurrente.

Siguiendo la descripción de Greene(2003) y Kiefer(1988) para los modelos de sobre-vivencia o duración, la variable de interés es la cantidad de tiempo que ha pasado desde el inicio de algún evento hasta su final o hasta que se dispone de medidas al final de una toma

---

<sup>15</sup> Ver también los Cuadros Anexos N° 3 y N° 4.

de muestras en un periodo  $T_2$ , que puede preceder su terminación en algunos casos<sup>16</sup>. Las observaciones típicamente consisten en un corte transversal de duraciones  $t_1, t_2, \dots, t_n$  aunque el proceso que se observa puede haber empezado en diferentes puntos del tiempo calendario o en un mismo tiempo calendario para diferentes individuos.

Si partimos de cualquier realización individual  $t \in [0, T_{\max}]$  de una variable aleatoria  $T$  (positiva por construcción), podemos definir la **función de sobre-vivencia** como la probabilidad de que la duración  $T$  alcance una “longitud” de al menos  $t$  unidades temporales, es decir,

$$\Pr\{T \geq t\} = 1 - F(t) \equiv S(t) \quad \wedge \quad F(t) = \int_0^t f(s) ds$$

Asimismo, podemos definir la **función de azar** (también llamada *tasa de falla o deterioro*) como la probabilidad de que la duración  $T$  sea completada o terminada luego de la duración  $t$  dado que duró hasta  $t$ . Matemáticamente definimos la probabilidad de que una duración  $T$  que ha llegado hasta el periodo  $t$  termine o llegue a su fin en el siguiente instante de tiempo  $t+\Delta$  como

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta \rightarrow 0} (\Pr\{t \leq T \leq t+\Delta / T \geq t\}) = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \left( \frac{F(t+\Delta) - F(t)}{\Delta S(t)} \right) = \frac{f(t)}{S(t)} = -\frac{d \ln[S(t)]}{dt}$$

La función de azar de término es una probabilidad de transición de una fase a otra y no tiene porqué ser constante respecto a la duración ni en el tiempo, como asumen los modelos estadísticos *Markov-switching* (ver Hamilton(1994)) para capturar el ciclo agregado. De hecho se suele graficar respecto a la duración para mostrar su dependencia positiva o negativa (pendiente positiva o negativa), aunque tampoco son funciones necesariamente monotónicas (ver Gourieroux(1991) así como Diebold *et al* (1993))<sup>17</sup>.

La relación entre  $\lambda(t)$  y  $S(t)$  en la ecuación anterior puede re-escribirse luego de integrar ambos extremos y usar  $S(0) = 1$ ,

$$-\int_0^t \lambda(s) ds = \ln(S(t))$$

de donde

$$S(t) = e^{-\int_0^t \lambda(s) ds}$$

La función empírica de azar suele ser demasiado inestable para un análisis gráfico, por lo que resulta útil graficar el estimador correspondiente de la **función de azar integrada o acumulada**, naturalmente definida como

<sup>16</sup> Estas observaciones se denominan “observaciones censuradas” porque la toma de muestras no alcanzó para observar el evento terminal que las define.

<sup>17</sup> Los estimadores que menos restringen su forma suelen ser los más usados, como los estimadores no paramétricos de Kaplan-Meier (ver Kiefer(1988) y Greene(2003)) y las especificaciones paramétricas basadas sobre la distribución Weibull para las duraciones.

$$\Lambda(t) = \int_0^t \lambda(s) ds = -\ln[S(t)]$$

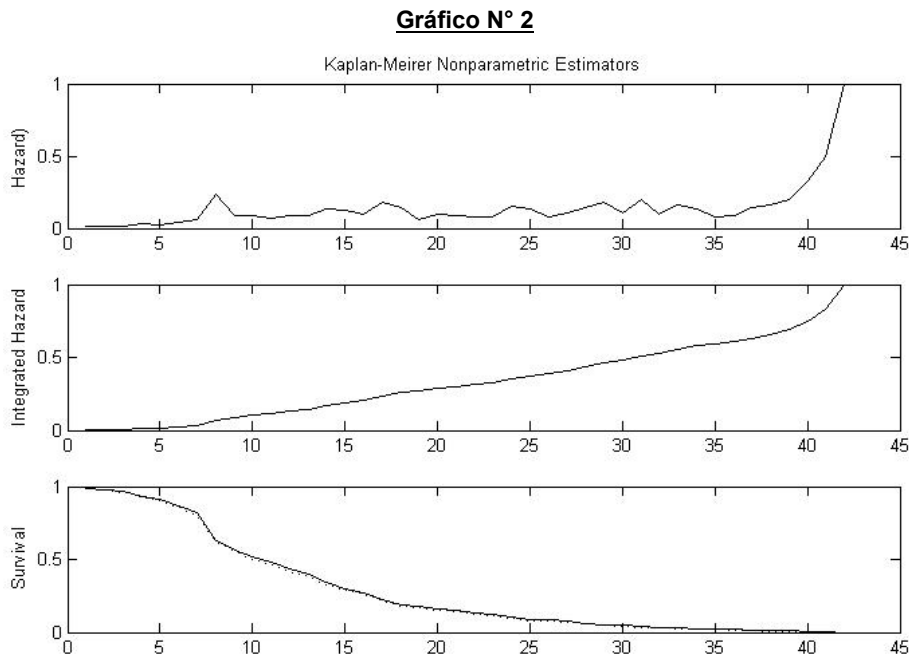
Evidentemente, existe una relación estrecha entre la función de sobre-vivencia y la función de azar integrada,

$$S(t) = e^{-\Lambda(t)}.$$

*Evidencia de dependencia positiva en la función de azar (integrada)*

Para el caso de los ciclos en los negocios,  $E_t$  es la presencia o no de un punto de quiebre. Aquí se presenta evidencia de que, a medida que se produce sucesivamente el evento  $\sim E_t$  en un periodo dentro de un intervalo  $[0, T_1]$ ,  $T_1 < T_{max}$ , la probabilidad de que el evento  $E_t$  que da término a la actual fase del ciclo suceda en un periodo  $[T_1+1, T_{max}]$  debe **aumentar** (los ciclos económicos se suceden de manera recurrente).

Esta relación se refleja al graficar las funciones de azar (simple y acumulada) no-paramétricas de Kaplan-Meier, donde la función simple de azar ha sido re-escalada para una mejor definición (las probabilidades son más pequeñas y cercanas al eje horizontal).



El estimador no paramétrico de Kaplan-Meier utilizado considera el efecto de que algunas de las duraciones observadas en la muestra sean censuradas y es inmune ante la presencia de “heterogeneidad remanente”, un problema econométrico típicamente presente en especificaciones paramétricas de las funciones de azar.

## Explicación de la dependencia positiva mediante variables exógenas

La dependencia positiva de las duraciones puede explicarse mediante factores exógenos. Sobre la base de la monotonicidad general en la función simple no-paramétrica de azar, postulamos una distribución Weibull (ver Wooldridge(2002)), cuya flexibilidad es muy conocida en estadística<sup>18</sup>. La densidad para la duración  $t_i$  puede escribirse como la siguiente función con dos parámetros  $(p, \lambda_i)$ ,

$$f(t_i) = \frac{p}{t_i} (\lambda_i t_i)^p e^{-(\lambda_i t_i)^p}$$

donde  $p > 0$  es el parámetro de forma y  $\lambda_i > 0$  es el parámetro de escala, que más adelante asumiremos que depende de una serie de variables asociadas a la duración  $t_i$ . Usando las definiciones de los preliminares, la función de azar y la de sobre-vivencia correspondientes para este modelo de duraciones  $t_i$  resultan

$$\lambda(t_i) = p \lambda_i (\lambda_i t_i)^{p-1} \quad \wedge \quad S(t_i) = e^{-(\lambda_i t_i)^p}$$

por lo que la función integrada de azar resulta

$$\Lambda(t_i) = -\text{Ln}(S(t_i)) = -\left\{ -(\lambda_i t_i)^p \right\} = (\lambda_i t_i)^p$$

de donde  $\text{Ln}(\Lambda(t_i)) = p(\text{Ln}(\lambda_i) + \text{Ln}(t_i))$ . Si postulamos que el parámetro de escala depende de una serie de variables  $x_i$ ,  $\lambda_i = e^{-x_i \beta}$  y también re-parametrizamos  $p = 1/\sigma$ , obtendremos

que  $\text{Ln}(\Lambda(t_i)) = \frac{(\text{Ln}(t_i) - x_i \beta)}{\sigma}$ , ecuación con la que puede construirse una función de verosimilitud para estimar los nuevos parámetros  $(\beta, \sigma)$  con una muestra que contiene datos censurados (ver Greene(2003)). Sobre la base de la misma muestra de duraciones usada en la sección anterior y considerando la presencia de observaciones censuradas por la derecha, obtenemos:

$$\begin{aligned} -\text{Ln}(\lambda_i) &= 2.9697 - 0.04533 \text{ phase}_i - 0.00013 \text{ begtime}_i + 0.00957 \text{ numturn}_i \\ &\quad \text{(0.00047)} \quad \text{(0.00004)} \quad \text{(0.00149)} \quad \text{(0.00145)} \\ \text{LogL} &= -441.295 \quad \sigma = 0.4576 \quad p = 2.1852 \\ &\quad \text{(0.00000)} \end{aligned}$$

Dada la proporcionalidad entre la función de azar (o su versión integrada) y el parámetro  $\lambda_i$ , estos coeficientes nos indican que la función de azar es creciente respecto al tipo de fase ( $\text{phase}=1$  para expansiones y  $\text{phase}=0$  para contracciones); creciente respecto al periodo de

<sup>18</sup> Otra ventaja de esta distribución es que su función de azar es monótonica, por lo que el signo de los coeficientes estimados sugiere la dirección del efecto de una variable explicativa sobre la función de azar.

inicio de la fase (*begtime*<sup>19</sup>), aunque este efecto es estadísticamente igual a cero; y decreciente respecto al número de la fase en la secuencia de fases correspondiente a cada serie individual en la muestra (*numturn*). Es el coeficiente de *numturn* el que apoya la hipótesis de que, a medida que las fases son más recientes en todas las series individuales de la muestra, disminuye el azar de término, por lo que la duración de las fases más recientes es mayor (ver Anexo A3).

Asimismo, el valor de  $p$  indica una dependencia positiva compatible con los resultados no-paramétricos de Kaplan-Meier<sup>20</sup>, los cuales a su vez son inmunes ante cualquier problema de “heterogeneidad remanente” en las duraciones no capturada por la especificación estimada anterior (ver Anexo A4). El énfasis de esta sección es que no hay evidencia en contra de la hipótesis que la duración de las fases más recientes es mayor<sup>21</sup>.

## 6. Construcción de índices adelantados con pocos puntos de quiebre

Dado que la muestra es aún pequeña en relación a la naturaleza temporal del fenómeno de los ciclos en los negocios, los métodos tradicionales para esta selección ha mostrado ser adecuados para describir los hechos estilizados respecto a la formación de un ciclo agregado común luego de las reformas estructurales iniciadas en 1990.

Se ha presentado argumentos empíricos en contra del análisis agregado de los ciclos y por ende a favor de la construcción de modelos dinámicos desagregados. Sin embargo, la modelación de datos sectoriales con elevados niveles de desagregación no resulta factible, por lo que la modelación con niveles intermedios de agregación requerirá el uso de criterios como el de la precisión en predicción. En esta última sección, se presenta una alternativa complementaria que consiste en la construcción de índices compuestos.

La evidencia respecto a la heterogeneidad temporal es poco mencionada en la literatura de indicadores anticipados y de ciclos en los negocios, aunque podría explicar la presencia de asimetrías pico/fosa<sup>22</sup>. También podría explicar porqué tanto los indicadores anticipados como los coincidentes deben ser revisados a medida que se dispone de información más reciente<sup>23</sup>. La posibilidad de heterogeneidad temporal también puede resultar difícil de replicar con métodos estadísticos como los modelos *VAR* o *Markov Switching VAR* con pocas variables, especialmente si imponen restricciones importantes, como (i) una probabilidad de transición de un estado a otro que sea constante respecto a la duración y en el tiempo, y (ii) un único y sincronizado proceso markoviano **común** (sincronía). Una muestra pequeña de puntos de quiebre desde inicios de los 90s es un agravante para el pobre desempeño predictivo del que estos modelos suelen adolecer.

---

<sup>19</sup> A un periodo más reciente en la muestra le corresponde un mayor periodo de inicio.

<sup>20</sup> Alternativamente, se tiene el parámetro estimado  $\sigma = 0.4576$ , valor que indica que el modelo Weibull se aleja del modelo exponencial, donde  $\sigma$  está fijo en 1.

<sup>21</sup> En los Anexos A1 y A2 se presentan dos especificaciones similares y las pruebas del Ratio de Verosimilitud para la hipótesis de que el modelo con restricciones (algunos parámetros nulos) es el mejor.

<sup>22</sup> Las que resultarán espurias si el ciclo agregado está en formación.

<sup>23</sup> Aunque las revisiones de los datos de producción son necesariamente parte del proceso generador de los datos.

En contraste con estos métodos estadísticos recientes, los métodos tradicionales para seleccionar indicadores anticipados de los puntos de quiebre del ciclo agregado (como el de la NBER) son herramientas útiles incluso en el contexto de heterogeneidad temporal y de pocos puntos de quiebre, Efectivamente, es posible construir índices compuestos usando el perfil de información anticipada pero seleccionando los indicadores que anticipen los puntos de quiebre más recientes, específicamente el pico más reciente (si aún creemos en la posibilidad de asimetrías pico/fosa): basta seleccionar como candidatos individuales a indicadores anticipados a los que presenten adelantos respecto al último “ciclo agregado”. A medida que se disponga de más puntos de quiebre individuales y el ciclo referencial sea un **ciclo agregado** (porque la mayor duración de las fases más recientes llevará a un mayor grado de sincronía entre los sectores) será posible utilizar aquellas variables con un perfil de adelantos estables para un número mayor de recientes puntos de quiebre.

**Cuadro N° 5**  
**PERFIL DE INFORMACIÓN ADELANTADA EN MESES**  
 (Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1992M12-2007M12)

	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa
<b>PBI Primario</b>	<b>-13</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-14</b>	<b>-9</b>	<b>n.a</b>	<b>-8</b>	<b>n.a</b>
<b>PBI No Primario (incluye imp.prod.y der. M)</b>	<b>95M7</b>	<b>96M10</b>	<b>97M12</b>	<b>99M8</b>	<b>00M8</b>	<b>01M8</b>	<b>03M3</b>	<b>04M6</b>
<b>PBI</b>	<b>-5</b>	<b>n.a</b>	<b>-2</b>	<b>-4</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>
Importaciones de bienes y servicios	-4	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Despachos locales de cemento	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-5	-9
I. Inflación subyacente	-20	-7	-13	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
II. Inflación no subyacente	-11	-10	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
III. Inflación IPC (I+II)	-12	-4	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1. Inflación nacional	-20	-3	-7	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
2. Inflación importada	-13	-16	-8	-14	n.a	n.a	n.a	n.a
3. Inflación IPM (I+II)	-20	-3	-7	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
LI1: Ref. metales no ferrosos + Elec.& Agua	-15	-9	n.a	n.a	-6	n.a	-3	n.a
LI2: (+) Frijol	-15	-9	n.a	n.a	n.a	n.a	-3	n.a
LI3: (+) Construcción	-5	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-4	n.a
LI4: (+) Vacunos	-5	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-5	n.a
LI5: (+) Prod. Químicos, caucho & plásticos	-5	-2	n.a	n.a	n.a	n.a	-6	n.a
LI6: (+) Madera y muebles	-5	-2	n.a	n.a	n.a	n.a	-6	n.a
LI7: (+) Caña de azúcar	-5	-2	n.a	n.a	n.a	n.a	-6	n.a
LI8: (+) Minería metálica	-5	-2	n.a	n.a	n.a	-2	-6	n.a
LI9: (+) Algodón	-7	n.a	n.a	-5	n.a	-2	-6	n.a

La parte inferior del Cuadro N° 5 presenta los resultados de la propuesta: el perfil de información adelantada de un conjunto de índices compuestos construido con el perfil de información adelantada más reciente (denominados LI# a medida que se añaden indicadores anticipados individuales). La parte superior del mismo cuadro permite compararlo con el de un sub-grupo de indicadores de actividad y precios promedio. De este subgrupo, únicamente los últimos puntos de quiebre en los despachos locales de cemento mantuvieron un grado de adelanto respecto a los puntos de quiebre de referencia.

Nótese que los indicadores de precios promedio no presentan un co-movimiento importante con el indicador de actividad agregada referencial, por lo que puede no existir un vínculo entre la demanda agregada y los precios promedio<sup>24</sup> (ver Long & Plosser(1987)). Este resultado es una motivación adicional para construir modelos desagregados.

<sup>24</sup> Ver Cuadros Anexos N° 5 y 6 con los perfiles de información coincidente y atrasada de este conjunto de variables, así como el Cuadro Anexo N° 7 para cotejar las fechas de quiebres individuales, en particular las de los precios promedio.

Dado que los índices compuestos fueron contruidos para anticipar un pico en la variación promedio anual de la actividad no primaria, el seguimiento de sus variaciones promedio anual es importante. Si se observa picos en varios de estos índices, estos serían eventos que anticipan la presencia de un pico en la actividad no primaria en un horizonte cercano a 6 meses en el futuro. El Cuadro N° 6 muestra las variaciones promedio en estos índices compuestos con datos hasta enero del 2008. A esa fecha no había señales de picos pero los niveles de crecimiento ya eran elevados.

**Cuadro N° 6**  
**INDICADORES ANTICIPADOS (\*)**  
(Componentes anticipados en el PBI)

	Pond.	Variaciones porcentuales			
		12 meses		Prom. 12 meses	
		Dic.2007	Ene.2008	Dic.2007	Ene.2008
LI1: Ref. metales no ferrosos + Elec.& Agua	2.7%	3.34	<b>7.96</b>	2.70	<b>2.98</b>
LI2: (+) Frijol	3.2%	2.85	<b>8.46</b>	2.16	<b>2.53</b>
LI3: (+) Construcción	8.8%	16.71	16.40	10.85	<b>11.51</b>
LI4: (+) Vacunos	9.7%	15.32	15.21	9.92	<b>10.52</b>
LI5: (+) Prod. Químicos, caucho & plásticos	11.6%	13.20	<b>14.43</b>	10.43	<b>10.92</b>
LI6: (+) Madera y muebles	12.2%	12.83	<b>14.21</b>	10.52	<b>10.96</b>
LI7: (+) Caña de azúcar	12.6%	12.68	<b>14.20</b>	10.61	<b>11.01</b>
LI8: (+) Minería metálica	16.4%	12.71	11.04	7.80	<b>8.35</b>
LI9: (+) Algodón	16.6%	12.69	10.98	7.71	<b>8.24</b>

(\*) Determinados según sus puntos de quiebre anticipen 1-6 meses los de la actividad no primaria.

Sin embargo, la validez de esta propuesta para la construcción de índices con la capacidad potencial de predecir los puntos de quiebre que están ocurriendo en el presente o que ocurrirán en los 6 meses próximos está (casi) confirmada con los datos de setiembre 2008 que acaban de publicarse, observándose un (potencial) punto de quiebre en la tasa de crecimiento del PBI no primario (máximo de 10.88 por ciento en agosto 2008, que se redujo a 10.83 por ciento en setiembre 2008) y PBI total (máximo de 10.03 por ciento en agosto 2008, que se redujo a 10.01 por ciento en setiembre 2008).

**Cuadro N° 7**  
**INDICES DE INDICADORES ANTICIPADOS A SETIEMBRE 2008**  
(Componentes anticipados en el PBI)

	Pond.	Variaciones porcentuales							
		Prom. 12 meses							
		Feb08	Mar08	Abr08	May08	Jun08	Jul08	Ago08	Set08
LI1: Ref. metales no ferrosos + Elec.& Agu	2.7%	4.97	6.22	6.66	7.07	7.47	7.47	7.34	7.85
LI2: (+) Frijol	3.2%	4.19	5.10	5.45	6.10	7.03	5.99	6.51	7.66
LI3: (+) Construcción	8.8%	13.05	13.53	14.66	14.43	14.53	13.84	13.79	14.51
LI4: (+) Vacunos	9.7%	11.89	12.32	13.38	13.20	13.33	12.72	12.68	13.33
LI5: (+) Prod. Químicos, caucho & plástico:	11.6%	12.12	12.41	13.34	12.94	12.97	12.40	12.19	12.72
LI6: (+) Madera y muebles	12.2%	12.20	12.50	13.45	13.10	13.20	12.59	12.45	12.90
LI7: (+) Caña de azúcar	12.6%	12.23	12.54	13.57	13.25	13.25	12.62	12.45	12.89
LI8: (+) Minería metálica	16.4%	9.64	9.90	10.85	10.98	11.47	11.10	11.17	11.37
LI9: (+) Algodón	16.6%	9.56	9.78	10.70	10.69	11.06	10.64	10.81	11.02

	Pond.	Diferencias respecto al mes anterior							
		Prom. 12 meses							
		Feb08	Mar08	Abr08	May08	Jun08	Jul08	Ago08	Set08
LI1: Ref. metales no ferrosos + Elec.& Agu	2.7%	1.76	1.25	0.44	0.41	0.39	0.01	-0.14	0.51
LI2: (+) Frijol	3.2%	1.42	0.91	0.35	0.66	0.92	-1.04	0.52	1.15
LI3: (+) Construcción	8.8%	1.39	0.48	1.13	-0.23	0.10	-0.69	-0.05	0.72
LI4: (+) Vacunos	9.7%	1.23	0.43	1.06	-0.18	0.13	-0.61	-0.05	0.65
LI5: (+) Prod. Químicos, caucho & plástico:	11.6%	1.15	0.30	0.93	-0.40	0.02	-0.57	-0.21	0.52
LI6: (+) Madera y muebles	12.2%	1.19	0.30	0.96	-0.35	0.11	-0.62	-0.14	0.45
LI7: (+) Caña de azúcar	12.6%	1.17	0.31	1.03	-0.32	0.00	-0.63	-0.16	0.44
LI8: (+) Minería metálica	16.4%	1.26	0.25	0.96	0.13	0.50	-0.38	0.07	0.20
LI9: (+) Algodón	16.6%	1.28	0.22	0.92	-0.01	0.36	-0.42	0.17	0.20

Efectivamente, con los datos del PBI real desagregado a mayo 2008 (disponibles en setiembre 2008) se puede apreciar que la primera señal de que en los seis meses siguientes se observaría un quiebre en el crecimiento del PBI no primario se produjo en mayo del 2008: 6 de los 9 indicadores compuestos contruidos presentaban cambios negativos. En julio se re-confirmaría esta señal con 8 de los 9 indicadores, y en agosto, con 6 de los 9 indicadores. Estas señales se produjeron en estos los meses mencionados a medida que los datos se realizaron mensualmente.

Con datos a setiembre del 2008, la confirmación de la fecha del potencial punto de quiebre en la tasa de crecimiento del PBI no primario (y en el PBI total) para setiembre del 2008 sería prematura pues el procedimiento Bry-Boschan requiere más observaciones mensuales. Sin embargo, si esta fecha se confirmara, habrían pasado 51 meses desde el último punto de quiebre referencial (la fosa de junio del 2004 en el cuadro N° 3), por lo que habríamos observado la expansión referencial con la mayor duración<sup>25</sup>.

## 7. Evaluación indirecta de la propuesta

La anticipación del siguiente punto de quiebre en el “ciclo agregado” sigue siendo importante para el diseño de políticas macroeconómicas que coadyuven a una transición suave hacia la siguiente fase de la economía, por lo que en este anexo se plantea considerar modelos no lineales para predecir la tasa de crecimiento del PBI real a partir de la información desagregada en su interior.

Una de las principales arquitecturas de las *redes neuronales artificiales* (ANN) aplicables a la modelación de series temporales corresponde a los perceptrones multi-capas (MLP) (ver Dorffner(1996)), también conocidos como *Feedforward ANNs* (ver Kuan & Liu (1995)). En vez de la función lineal postulada en los modelos VAR(K,p) con K variables y p rezagos,

$$y_t = A_0 + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t = A_0 + \sum_{j=1}^p A(j) y_{t-j} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t | \Omega_{t-1} \leftrightarrow N(0, \Sigma)$$

donde  $y'_t \equiv \{y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{Kt}\}$  es un vector de K variables estacionarias,  $\Omega_{t-1} \equiv \{y'_{t-1}, y'_{t-2}, \dots, y'_{t-p}\}$  es el conjunto de información, podría postularse un modelo VAR no lineal

$$y_t = g(\Omega_{t-1}) + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t | \Omega_{t-1} \leftrightarrow N(0, \Sigma)$$

donde  $g(\cdot)$  es una función no lineal multi-valorada específica, por ejemplo, la asociada a un modelo multi-variado de transición suave (STVAR) o a un modelo multi-variado de auto-excitación con límite (SETVAR) (ver Granger & Terasvirta(1993)). En contraste, un MLP, o más específicamente, un modelo VARNN-perceptrón (alternativamente, VARMLP), aproximará una función no lineal multi-valorada  $g(\cdot)$  general como elemento de una familia muy amplia de funciones, aquella que más se ajuste a los patrones en los datos. A

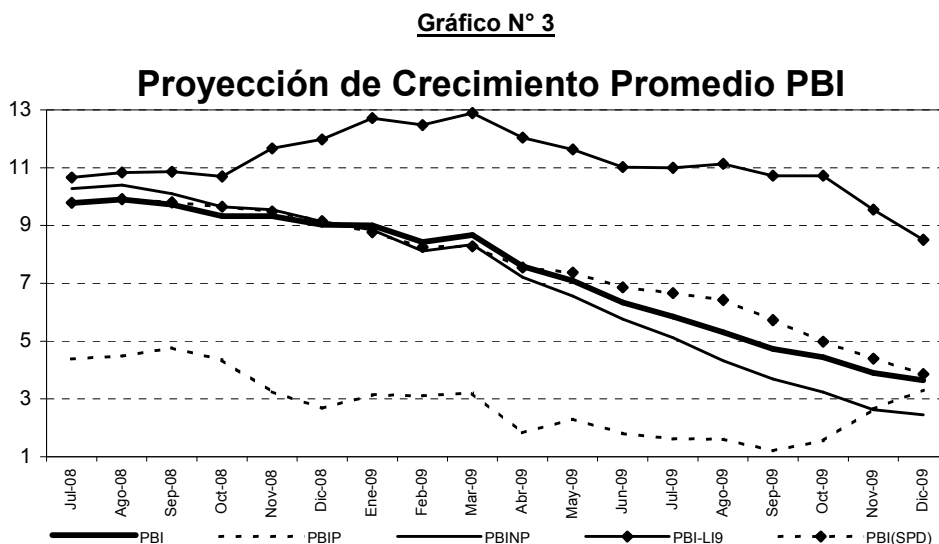
<sup>25</sup> Respecto a la muestra de fases en el eje horizontal del Gráfico N° 2 usada para las funciones de azar estimadas en la quinta sección, esta fue obtenida aplicando el procedimiento Bry-Boschan a una muestra de datos cuantitativos que llega hasta diciembre del 2007.

diferencia de una aproximación Taylor, que requiere conocer la función específica así como de un punto de aproximación, este MLP aproximará esta función mediante una combinación (en general, una función no lineal) de un número finito de H funciones no lineales “básicas” estructuradas en un grafo multi-capa<sup>26</sup>. Por ejemplo,

$$g(\Omega_{t-1}) \cong \beta_0 + \sum_{i=1}^H \beta_i h_i(\Omega_{t-1}) = \beta_0 + \sum_{i=1}^H \beta_i \Psi_i \left( \Delta_{0,i} + \sum_{j=1}^p \Delta_i(j) y_{t-j} \right)$$

donde las H unidades  $h_i$  se denominan “unidades escondidas”, cada una de las cuales es una función no lineal multi-valorada  $\Psi_i$  que usualmente se restringe de modo tal que todos sus componentes son funciones acotadas (p.ej., la función tanh o la función logística).

Este enfoque es flexible porque permite aproximar cualquier función. En el contexto presente se busca aproximar el vector de medias condicionales de un modelo VAR no lineal que sea robusto ante la heterogeneidad de las duraciones, asociada tanto a la dependencia positiva de las funciones de azar como a probabilidades de transición de una fase a otra que no son constantes en el tiempo. Específicamente, se utiliza tres sub-agregados complementarios, el índice compuesto de nueve indicadores anticipados, el PBI primario y el PBI no primario, para estimar un modelo VAR-perceptrón con la muestra disponible hasta agosto 2008. La secuencia de proyecciones del crecimiento promedio anual de estos componentes complementarios y la correspondiente para el PBI total van en el Gráfico Anexo A5.



Para fines comparativos, la proyección central del sistema de proyección desagregada (SPD, ver Barrera(2005)) para el crecimiento promedio del PBI total se muestra en la línea punteada con puntos. Aunque esta proyección proviene de modelos lineales que pueden no capturar la heterogeneidad en las duraciones, resulta muy similar a la del modelo VAR no lineal estimado desde setiembre 2008 hasta mayo 2009 y temporalmente mayor hasta poco antes del cierre del 2009. De hecho, ambos coinciden en un crecimiento promedio de 9 por ciento anual para el cierre del 2008.

<sup>26</sup> Ver bibliografía mencionada o el anexo correspondiente en Barrera(2008).

## 8. Conclusiones

El objetivo de la presente investigación es la descripción de los hechos estilizados de la economía peruana desde 1990, año en que empiezan los efectos de las reformas estructurales sobre los ciclos económicos, por lo que la descripción se enmarca en la construcción de índices de indicadores anticipados del crecimiento del PBI no primario. Estos índices permiten anticipar y/o predecir la fecha de final de la presente fase expansiva del ciclo en la actividad económica agregada, lo que favorece la oportunidad de modificar preventivamente el sentido de la política económica para atenuar la fluctuación de la fase contractiva (menor crecimiento) que le sigue y permitir así una transición suave hacia la siguiente fase de gran parte de la actividad económica (expansión o contracción).

Con la metodología del NBER, se seleccionó el crecimiento promedio anual del PBI no primario como variable objetivo tentativa, así como un grupo de diez variables componentes del PBI real como indicadores anticipados de los quiebres en la variable objetivo. La primera selección resulta de la verificación de las características coincidentes de este importante componente del PBI real. La segunda selección es tentativa porque se obtiene a partir de resultados no concluyentes respecto a la homogeneidad de las duraciones de las fases y de los cambios de fase de un conjunto de variables que incluye los componentes del PBI real, de la demanda agregada, del ingreso nacional y de los precios.

Respecto a la segunda selección, no se encuentra evidencia contraria a la homogeneidad de las duraciones de las fases de cada indicador en el conjunto respecto a las duraciones de la variable objetivo, lo que permite determinar los puntos de quiebre que se busca anticipar y a la vez validar la selección de la variable objetivo. Sin embargo, los resultados de estas pruebas estadísticas son muy tentativos porque el número de observaciones es pequeño.

En esta línea, se presenta evidencia en contra de la homogeneidad de los "cambios de fase" entre los puntos de quiebre de cada indicador en el conjunto de variables y los de la variable objetivo, es decir, evidencia contraria a la existencia de una distancia constante entre los puntos de quiebre, lo que efectivamente contradice los resultados tentativos anteriores porque la igualdad de las duraciones implica la igualdad de las diferencias de las duraciones. En concordancia con este resultado, los perfiles de las diferencias no indican la existencia de variables que sistemáticamente hayan anticipado, coincidido o se hayan rezagado respecto a la variable objetivo. Estos resultados señalan que no existe un ciclo agregado común en la economía peruana (asincronía) en la muestra disponible, el que sin embargo puede estar en formación hacia el final de la muestra.

Esta conjetura es efectivamente contrastada con los datos. Se utiliza las duraciones de las fases en los **ciclos individuales** para encontrar evidencia complementaria que no contradice la hipótesis de que los ciclos individuales se suceden de manera recurrente (dependencia positiva de la función de azar, es decir, una mayor probabilidad para el término de las fases en los ciclos individuales). Asimismo, sobre la base de los resultados de las pruebas estadísticas en contra de la homogeneidad temporal de las duraciones, se realiza un análisis de sobre-vivencia que confirma que no hay evidencia estadística en contra de la hipótesis de que la duración de las fases más recientes en la muestra es mayor que las más alejadas en el pasado (la probabilidad de término es menor para las fases individuales más recientes).

Estos resultados son evidencia a favor de que las reformas estructurales modificaron la estructura de mecanismos o relaciones económicas entre los diferentes sectores de la actividad productiva sectorial en el Perú generando una mayor resiliencia (fortaleza) ante los diversos choques a la que está expuesta, y por ende una mayor capacidad de crecimiento económico. El caso del Perú contradice entonces el cuestionamiento de Ocampo(2005) a las reformas estructurales en términos de que no coadyuvaron a un mayor crecimiento económico y a una menor vulnerabilidad macroeconómica en la región.

Ambos resultados significan que, aunque aún no existe un ciclo agregado en la economía peruana, en un futuro no muy lejano, se podría observar el primer **ciclo agregado común** en los negocios del Perú, tal que cumpla con ambos tipos de homogeneidades requeridas para su existencia. Por otra parte, la evidencia a favor de la homogeneidad temporal absoluta y en contra de la homogeneidad temporal relativa indica que: (1) es posible proponer fechas referenciales robustas para el final de las expansiones y las contracciones generalizadas más recientes en una variable objetivo, aunque ésta no pueda interpretarse como el ciclo agregado; y (2) la construcción de índices de indicadores anticipados correspondiente debe usar únicamente el perfil de información adelantada del “ciclo agregado” más reciente.

Sobre esta base, varios de los índices compuestos construidos han logrado anticipar que, en un horizonte de hasta 6 meses, se produciría un evento cualitativo específico: el pico en la actividad productiva agregada no primaria en la vecindad temporal de agosto 2008. Asimismo, las proyecciones cuantitativas generadas por un modelo no lineal suficientemente flexible como para ser robusto ante la ausencia de homogeneidad de las duraciones resultan ser muy similares a las proyecciones de los mejores modelos de proyección desagregada disponibles.

Finalmente, toda la evidencia presentada en esta investigación minimiza la relevancia de todo modelo que suponga un ciclo agregado común (sean modelos dinámicos de equilibrio general agregado o modelos *Markov Switching* multi-variados) para aproximar las relaciones entre las variables macroeconómicas en el Perú desde 1990 a la fecha. En particular, los modelos dinámicos de equilibrio general agregado no pueden representar adecuadamente la estructura de la economía como un todo, lo que no impide realizar simulaciones o experimentos controlados para la “evaluación/ proyección” del posible **impacto cualitativo** de propuestas de política inexistentes en los datos históricos. Su relativa consistencia teórica con los principios de racionalidad y optimalidad no es necesariamente suntuaria.

## CUADROS ANEXOS

### CUADRO ANEXO N° 1 CRONOLOGÍA SEGÚN PROCEDIMIENTO BRY-BOSCHAN \*/ (Aplicado a las variaciones promedio anual 1992M12-2007M12)

	Picos	Fosas
<b>Agropecuario 2/</b>	<b>94M6,97M1,00M4,03M1,07M3</b>	<b>93M7,96M4,98M5,01M12,04M7</b>
<b>Agrícola</b>	<b>94M6,97M1,99M10,03M1,07M3</b>	<b>93M7,96M4,98M7,01M12,04M8</b>
Algodón	94M7,96M6,00M3,02M4,04M7,07M6	93M7,95M6,98M7,01M9,03M4,06M6
Arroz	94M7,97M5,99M5,01M10,05M12	93M7,95M7,98M5,00M10,04M7,07M4
Café	95M6,98M4,99M12,04M6,07M2	93M6,97M4,99M4,03M5,06M1
Caña de azúcar	95M4,97M12,00M12,02M7,07M9	97M2,98M12,01M12,05M5
Espárrago	94M6,97M8,99M10,01M11,03M10,07M1	96M1,98M7,00M10,02M11,04M10
Frijol	94M7,97M1,99M3,02M11,06M2	93M10,96M4,98M3,01M12,04M6
Maíz amarillo duro	93M10,97M4,99M9,01M8,03M7,05M10	96M4,98M4,00M2,02M10,05M2,06M10
Maíz amiláceo	95M11,00M6,02M6,05M8	95M3,98M2,01M8,04M8
Papa	94M3,95M9,98M4,99M9,02M12,05M7	93M5,94M9,96M10,99M4,01M6,04M6,06M6
Plátano	96M1,00M10,03M7,07M5	93M4,99M8,02M8,05M8
Trigo	96M12,99M2,03M9,06M11	95M12,97M12,01M11,04M9
Yuca	93M3,97M1,98M8,00M6,03M5,05M2,06M12	95M12,98M1,99M10,02M5,04M1,06M2
<b>Pecuario 2/</b>	<b>95M11,97M12,01M5,03M4,06M9</b>	<b>96M12,99M1,02M4,04M6</b>
Aves 2/	95M9,97M12,99M5,01M5,03M4,06M8	97M7,98M12,00M5,02M4,04M8
Huevos	95M10,98M3,99M12,03M2,07M4	97M1,98M12,00M10,05M2
Leche	97M3,98M12,01M6,03M4,07M1	96M4,98M4,99M12,02M5,04M5
Porcinos	94M1,97M12,01M12,04M12	94M12,98M12,03M9,07M9
Vacunos 2/	96M1,98M5,00M1,02M9,06M10	94M4,97M3,99M3,01M10,04M10
<b>Pesca</b>	<b>95M1,97M10,99M6,03M4,05M2</b>	<b>96M2,98M9,02M4,03M12,06M11</b>
<b>Minería e hidrocarburos</b>	<b>94M6,97M12,99M11,02M6,06M5</b>	<b>96M3,98M11,01M5,05M4,07M7</b>
Minería metálica	94M6,98M1,99M11,02M6,04M4,06M5	96M4,98M11,01M5,03M6,05M4,07M6
Hidrocarburos	93M7,97M8,99M4,02M11,05M8	95M11,98M6,00M4,04M6,06M8
<b>Manufactura</b>	<b>95M2,97M10,00M9,03M3,05M6</b>	<b>96M8,99M3,01M8,04M2,06M6</b>
Procesadores de recursos primarios	95M1,97M10,00M9,03M4,05M4	96M1,98M10,01M11,04M4
Azúcar	94M10,97M8,00M2,03M5,07M7	96M12,98M10,01M12,05M1
Productos cárnicos 2/	94M2,95M9,99M5,00M11,06M8	94M10,96M12,00M5,03M6
Harina y aceite de pescado	93M10,95M1,97M5,99M6,03M4,04M12	94M4,96M1,98M9,02M5,03M12,06M11
Conservas y productos congelados de pescado	93M9,95M3,01M5,03M12,07M2	94M2,98M12,02M12,05M11
Refinación de metales no ferrosos	93M2,97M1,98M4,00M1,02M12,06M11	95M4,97M8,99M4,01M6,05M11
Refinación de petróleo	94M5,98M7,00M9,02M2,03M6,05M9	97M7,00M1,01M6,03M1,04M5,06M10
Resto de la industria	95M3,98M3,00M8,03M3,05M8	96M8,99M8,01M8,04M2,06M6
Alimentos, bebidas y tabaco 2/	94M12,99M6,02M9	96M5,00M11,03M9
Textil, cuero y calzado	95M3,97M8,00M8,03M5,05M3	96M8,99M6,01M6,04M5,06M10
Madera y muebles	94M6,97M3,00M8,02M8,04M12	96M4,99M4,01M8,03M10,05M7
Industria del papel e imprenta	95M8,98M8,00M10,03M6,05M6	93M11,96M10,99M7,01M11,04M6,06M10
Productos químicos, caucho y plásticos	95M1,98M3,00M8,02M9,05M9,07M5	96M6,99M7,01M9,03M4,06M5
Minerales no metálicos	95M7,97M5,01M1,03M2,06M5	96M8,99M12,01M8,04M2,07M4
Industria del hierro y acero	95M3,98M1,01M9,05M9	96M5,99M9,02M3
Productos metálicos, maquinaria y equipo	95M8,98M3,00M11,04M8	93M4,97M2,99M9,02M8,05M4
Manufacturas diversas	94M11,98M11,03M3,05M10	93M7,96M11,99M11,04M3,06M10
<b>Construcción</b>	<b>95M2,97M12,00M9,02M10</b>	<b>96M11,99M9,01M8,05M3</b>
<b>Comercio</b>	<b>95M3,97M10,00M8,03M3,05M6,07M2</b>	<b>96M11,99M4,01M8,04M3,06M2</b>
<b>Otros servicios</b>	<b>95M8,97M12,00M8,03M3</b>	<b>96M10,99M4,01M8,04M6</b>
Electricidad y agua	94M4,98M6,00M8,02M12	93M4,96M1,99M6,01M8,04M1
Otros servicios	95M10,97M10,00M8,03M3	96M10,99M3,01M8,04M7
Imp. a prod. y der. de M (índice)	95M4,98M3,00M8,03M6,05M11	96M12,99M9,01M8,04M3,06M11
<b>PBI Primario</b>	<b>94M6,97M4,99M11,02M7,06M8</b>	<b>96M2,98M6,01M7,04M7</b>
<b>PBI No Primario (incluye imp.prod.y der. M)</b>	<b>95M7,97M12,00M8,03M3</b>	<b>96M10,99M8,01M8,04M6</b>
<b>PBI</b>	<b>95M2,97M10,00M8,03M3</b>	<b>96M10,99M4,01M8,04M6</b>
Importaciones de bienes y servicios	95M3,98M3,01M4,05M7	96M12,99M8,02M8
Despachos locales de cemento	95M6,97M12,00M9,02M10,06M10	96M11,99M9,01M9,03M9

\*/ Bry, G. & Boschan, C. (1971) Cyclical analysis of time series: selected procedures and computer programs. NBER. Los programas fueron traducidos al GAUSS por Mark Watson y ahora están disponibles en MATLAB.

1/ Con la muestra de 181 meses, las series presentan al menos 4 picos y 4 fosas, lo que debe tenerse en consideración en los promedios de duración.  
2/ Series que no presentan ni picos ni fosas cuando el procedimiento BB se aplica a los índices.

**CUADRO ANEXO N° 2**  
**CRONOLOGÍA SEGÚN PROCEDIMIENTO BRY-BOSCHAN \*/**  
 (Aplicado a las variaciones promedio anual 1994M1-2007M12)

	Picos	Fosas
<b>PBI</b>	<b>94M11,97M9,00M3,02M9</b>	<b>95M12,98M10,01M3,03M11</b>
(-) Renta-de-factores	95M7,99M12,04M1,06M7	94M6,96M6,01M10,05M1,07M3
Producto-nacional-bruto	94M5,96M12,00M3,02M4,04M12	95M12,98M10,00M12,03M11,06M1
(-) Términos-de-intercambio	96M10,98M12,02M2,04M1,05M11	95M10,97M12,01M6,02M12,05M5
Ingreso-nacional-bruto	94M11,97M9,99M11,02M9,06M10	95M12,98M10,00M12,03M11
(+) Transferencias-corrientes	96M12,98M12,00M9,01M12,03M9,05M12	95M3,97M12,99M9,01M3,02M6,04M9
Ingreso-nacional-disponible	94M11,97M9,99M11,02M9,06M10	95M12,98M10,00M12,03M11
Exportaciones-bs.&ss.	97M5,99M1,00M10,02M6,05M1	95M4,98M6,99M12,01M3,03M3,06M1
Importaciones-bs.&ss.	95M3,97M9,00M5,03M3,04M12,07M7	96M11,99M4,02M2,04M1,06M4
Absorción	94M11,97M9,00M5,03M3,06M10	96M8,99M1,00M12,03M11
<b>PBI-primario</b>	<b>97M4,99M5,02M1,05M11</b>	<b>96M1,98M5,01M3,04M6,07M7</b>
<b>PBI-no-primario</b>	<b>94M11,97M12,00M3,02M9</b>	<b>95M12,99M4,01M3,03M11</b>
Servicios-gubernamentales	95M10,00M3,05M2,06M5	95M3,97M5,01M3,05M7,07M7
Despachos-locales-de-cemento	94M10,97M9,00M2,07M7	96M6,99M8,00M12

\*/ Bry, G. & Boschan, C. (1971) Cyclical analysis of time series: selected procedures and computer programs, NBER. Los programas fueron traducidos al GAUSS por Mark Watson y ahora están disponibles en MATLAB.

1/ Con la muestra de 168 meses, las series presentan al menos 4 picos y 4 fosas, lo que debe tenerse en consideración en los promedios de duración.

2/ Series que no presentan ni picos ni fosas cuando el procedimiento BB se aplica a los índices.

**CUADRO ANEXO N° 3**  
**PERFIL DE INFORMACIÓN COINCIDENTE EN MESES**  
(Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1992M12-2007M12)

	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa
<b>Agropecuario 2/</b>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1
<b>Agrícola</b>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Algodón	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1	n.a	n.a
Arroz	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Café	-1	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Caña de azúcar	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Espárrago	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Frijol	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0
Maíz amarillo duro	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Maíz amiláceo	n.a	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	n.a
Papa	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0
Plátano	n.a	0	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Trigo	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Yuca	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
<b>Pecuario 2/</b>	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	1	0
Aves 2/	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	1	n.a
Huevos	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-1	n.a
Leche	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1	-1
Porcinos	0	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Vacunos 2/	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
<b>Pesca</b>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1	n.a
<b>Minería e hidrocarburos</b>	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Minería metálica	n.a	n.a	1	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Hidrocarburos	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
<b>Manufactura</b>	n.a	n.a	n.a	n.a	1	0	0	n.a
Procesadores de recursos primarios	n.a	n.a	n.a	n.a	1	n.a	1	n.a
Azúcar	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Productos cárnicos 2/	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Harina y aceite de pescado	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1	n.a
Conservas y productos congelados de pescad	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Refinación de metales no ferrosos	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Refinación de petróleo	n.a	n.a	n.a	n.a	1	n.a	n.a	-1
Resto de la industria	n.a	n.a	n.a	0	0	0	0	n.a
Alimentos, bebidas y tabaco 2/	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Textil, cuero y calzado	n.a	n.a	n.a	n.a	0	n.a	n.a	-1
Madera y muebles	n.a	n.a	n.a	n.a	0	0	n.a	n.a
Industria del papel e imprenta	1	0	n.a	-1	n.a	n.a	n.a	0
Productos químicos, caucho y plásticos	n.a	n.a	n.a	-1	0	1	n.a	n.a
Minerales no metálicos	0	n.a	n.a	n.a	n.a	0	-1	n.a
Industria del hierro y acero	n.a	n.a	1	1	n.a	n.a	n.a	n.a
Productos metálicos, maquinaria y equipo	1	n.a	n.a	1	n.a	n.a	n.a	n.a
Manufacturas diversas	n.a	1	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
<b>Construcción</b>	n.a	1	0	1	1	0	n.a	n.a
<b>Comercio</b>	n.a	1	n.a	n.a	0	0	0	n.a
<b>Otros servicios</b>	1	0	0	n.a	0	0	0	0
Electricidad y agua	n.a	n.a	n.a	n.a	0	0	n.a	n.a
Otros servicios	n.a	0	n.a	n.a	0	0	0	1
Imp. a prod. y der. de M (índice)	n.a	n.a	n.a	1	0	0	n.a	n.a
<b>PBI Primario</b>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-1	n.a	1
<b>PBI No Primario (incluye imp.prod.y der. M)</b>	<b>95M7</b>	<b>96M10</b>	<b>97M12</b>	<b>99M8</b>	<b>00M8</b>	<b>01M8</b>	<b>03M3</b>	<b>04M6</b>
<b>PBI</b>	<b>n.a</b>	<b>0</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Importaciones de bienes y servicios	n.a	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	n.a
Despachos locales de cemento	-1	1	0	1	1	1	n.a	n.a

**CUADRO ANEXO N° 4**  
**PERFIL DE INFORMACIÓN ADELANTADA EN MESES**  
(Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1994M1-2007M12)

	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa
<b>PBI</b>	n.a	n.a	-3	-6	n.a	n.a	n.a	n.a
(-) Renta-de-factores	n.a	n.a	-3	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Producto-nacional-bruto	-6	n.a	-12	-6	n.a	-3	-5	n.a
(-) Términos-de-intercambio	-14	-2	n.a	-16	-7	n.a	n.a	-11
Ingreso-nacional-bruto	n.a	n.a	-3	-6	-4	-3	n.a	n.a
(+) Transferencias-corrientes	-12	-9	n.a	n.a	n.a	n.a	-9	n.a
Ingreso-nacional-disponible	n.a	n.a	-3	-6	-4	-3	n.a	n.a
Exportaciones-bs.&ss.	-7	-8	n.a	n.a	n.a	n.a	-3	-8
Importaciones-bs.&ss.	n.a	n.a	-3	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Importaciones-US\$94	n.a	n.a	-8	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Absorción	n.a	n.a	-3	-3	n.a	-3	n.a	n.a
Demanda-interna	-3	n.a	n.a	-3	n.a	-3	n.a	n.a
PBI-global	n.a	n.a	-3	-6	n.a	n.a	n.a	n.a
<b>PBI-primario</b>	<b>-8</b>	<b>n.a</b>	<b>-10</b>	<b>-11</b>	<b>-8</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>	<b>n.a</b>
<b>PBI-no-primario</b>	<b>94M11</b>	<b>95M12</b>	<b>97M12</b>	<b>99M4</b>	<b>00M3</b>	<b>01M3</b>	<b>02M9</b>	<b>03M11</b>
Servicios-gubernamentales	n.a	-9	n.a	-23	n.a	n.a	n.a	n.a
Despachos-locales-de-cemento	n.a	n.a	-3	n.a	n.a	-3	n.a	n.a

**CUADRO ANEXO N° 5**  
**PERFIL DE INFORMACIÓN COINCIDENTE EN MESES**  
(Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1992M12-2007M12)

	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa
<b>PBI Primario</b>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-1	n.a	1
<b>PBI No Primario (incluye imp.prod.y der. M)</b>	<b>95M7</b>	<b>96M10</b>	<b>97M12</b>	<b>99M8</b>	<b>00M8</b>	<b>01M8</b>	<b>03M3</b>	<b>04M6</b>
<b>PBI</b>	n.a	0	n.a	n.a	0	0	0	0
Importaciones de bienes y servicios	n.a	n.a	n.a	0	n.a	n.a	n.a	n.a
Despachos locales de cemento	-1	1	0	1	1	1	n.a	n.a
I. Inflación subyacente	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
II. Inflación no subyacente	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
III. Inflación IPC (I+II)	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1. Inflación nacional	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
2. Inflación importada	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
3. Inflación IPM (I+II)	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
L11: Ref. metales no ferrosos + Elec.& Agua	n.a	n.a	n.a	0	n.a	0	n.a	n.a
L12: (+) Frijol	n.a	n.a	n.a	1	1	1	n.a	1
L13: (+) Construcción	n.a	-1	0	1	1	1	n.a	1
L14: (+) Vacunos	n.a	-1	n.a	1	1	1	n.a	1
L15: (+) Prod. Químicos, caucho & plásticos	n.a	n.a	n.a	1	1	1	n.a	1
L16: (+) Madera y muebles	n.a	n.a	n.a	1	1	1	n.a	1
L17: (+) Caña de azúcar	n.a	n.a	0	1	1	1	n.a	n.a
L18: (+) Minería metálica	n.a	n.a	0	1	0	n.a	n.a	n.a
L19: (+) Algodón	n.a	-1	0	n.a	0	n.a	n.a	n.a

**CUADRO ANEXO N° 6**  
**PERFIL DE INFORMACIÓN ATRASADA EN MESES**  
(Bry-Boschan aplicado a las variaciones promedio anual 1992M12-2007M12)

	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa	Pico	Fosa
<b>PBI Primario</b>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
<b>PBI No Primario (incluye imp.prod.y der. M)</b>	<b>95M7</b>	<b>96M10</b>	<b>97M12</b>	<b>99M8</b>	<b>00M8</b>	<b>01M8</b>	<b>03M3</b>	<b>04M6</b>
<b>PBI</b>	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Importaciones de bienes y servicios	n.a	2	3	n.a	8	12	28	n.a
Despachos locales de cemento	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
I. Inflación subyacente	n.a	n.a	n.a	33	26	19	n.a	n.a
II. Inflación no subyacente	n.a	n.a	7	4	21	12	n.a	n.a
III. Inflación IPC (I+II)	n.a	n.a	3	5	22	13	44	19
1. Inflación nacional	n.a	n.a	n.a	5	5	13	23	19
2. Inflación importada	n.a	n.a	n.a	n.a	20	12	42	15
3. Inflación IPM (I+II)	n.a	n.a	n.a	13	22	19	42	n.a
L11: Ref. metales no ferrosos + Elec.& Agua	n.a	n.a	4	n.a	n.a	n.a	n.a	17
L12: (+) Frijol	n.a	n.a	5	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
L13: (+) Construcción	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
L14: (+) Vacunos	n.a	n.a	3	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
L15: (+) Prod. Químicos, caucho & plásticos	n.a	n.a	3	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
L16: (+) Madera y muebles	n.a	n.a	3	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
L17: (+) Caña de azúcar	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	4
L18: (+) Minería metálica	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	9
L19: (+) Algodón	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	9

**CUADRO ANEXO N° 7**  
**CRONOLOGÍA SEGÚN PROCEDIMIENTO BRY-BOSCHAN \*/**  
 (Aplicado a las variaciones promedio anual 1994M1-2007M12)

	Picos	Fosas
<b>PBI-Primario</b>	<b>94M6,97M4,99M11,02M7,06M8</b>	<b>96M2,98M6,01M7,04M7</b>
<b>PBI-No-Primario-(incl.-imp.prod.y-der.M)</b>	<b>95M7,97M12,00M8,03M3</b>	<b>96M10,99M8,01M8,04M6</b>
<b>PBI</b>	<b>95M2,97M10,00M8,03M3</b>	<b>96M10,99M4,01M8,04M6</b>
Importaciones de bienes y servicios	95M3,98M3,01M4,05M7	96M12,99M8,02M8
Despachos locales de cemento	95M6,97M12,00M9,02M10,06M10	96M11,99M9,01M9,03M9
I. Inflación subyacente	93M11,99M7,05M5	99M1,04M5,06M1
II. Inflación no subyacente	93M11,97M1,01M3,04M12	95M12,99M12,02M8
III. Inflación IPC (I+II)	93M11,96M12,00M11,05M1,06M11	96M6,00M1,02M9,06M1
1. Inflación nacional	93M11,97M5,01M1,05M2,06M9	96M7,00M1,02M9,06M1,07M6
2. Inflación importada	93M9,96M11,99M12,04M11,06M9	95M6,98M6,02M8,05M9
3. Inflación IPM (I+II)	93M11,97M5,05M1,06M9	96M7,02M9,06M1
LI1: Ref. metales no ferrosos + Elec. & Agua	94M4,98M4,00M2,02M12,06M11	93M4,96M1,99M8,01M8,05M11
LI2: (+) Frijol	94M4,97M1,98M5,00M9,02M12,06M8	93M7,96M1,97M7,99M9,01M9,04M7
LI3: (+) Construcción	95M2,97M12,00M9,02M11,06M11	96M9,99M9,01M9,04M7
LI4: (+) Vacunos	95M2,98M3,00M9,02M10,06M11	96M9,99M9,01M9,04M7
LI5: (+) Prod. Químicos, caucho & plásticos	95M2,98M3,00M9,02M9,06M12	96M8,99M9,01M9,04M7
LI6: (+) Madera y muebles	95M2,98M3,00M9,02M9,06M12	96M8,99M9,01M9,04M7
LI7: (+) Caña de azúcar	95M2,97M12,00M9,02M9,06M12	96M8,99M9,01M9,04M10
LI8: (+) Minería metálica	95M2,97M12,00M8,02M9,06M8	96M8,99M9,01M6,05M3,07M6
LI9: (+) Algodón	94M12,97M12,00M8,02M9,06M8	96M9,99M3,01M6,05M3,07M8

## **ANEXO A1: ESPECIFICACIONES ALTERNATIVAS DE LA ECUACIÓN DE AZAR**

### **Segunda ecuación de azar (con intercepto y términos de interacción)**

$$\begin{aligned} -Ln(\lambda) = & 3.1776 - 0.47915 \textit{phase} - 0.00491 \textit{begtime} + 0.00888 \textit{begtime} * \textit{phase} \\ & (0.000482) \quad (0.00004) \quad (0.001912) \quad (0.000785) \\ & + 0.04497 \textit{numturn} - 0.06253 \textit{numturn} * \textit{phase} \quad \textit{LogL} = -420.372 \quad \sigma = 0.6642 \quad p = 1.5055 \\ & (0.0025) \quad (0.000075) \quad (0.00134) \end{aligned}$$

Esta función de azar (así como su versión integrada) es creciente respecto al tipo de fase ( $phase=1$  para expansiones y  $phase=0$  para contracciones); creciente respecto al periodo de inicio de las fases contractivas (ver nota 4), aunque decreciente respecto al periodo de inicio de las fases expansivas; y decreciente (creciente) respecto al número de la fase contractiva (expansiva) en la secuencia de contracciones (expansiones) de cada serie individual en la muestra. Por otro lado, el coeficiente de *numturn* apoya la hipótesis de que, a medida que las fases contractivas son más recientes en todas las series individuales de la muestra, disminuye el azar de término, por lo que la duración de las fases contractivas más recientes es mayor. Aunque no se presenta un gráfico de la función estimada de azar, el valor de  $p$  indica una dependencia positiva compatible con los resultados no-paramétricos de Kaplan-Meier<sup>27</sup>.

En el texto principal se presenta una especificación que excluye los términos de interacción con *phase*, usados aquí para separar los coeficientes asociados a las fases contractivas de las expansivas. Incluir estos términos no genera una ganancia importante en el valor de la función de verosimilitud.

### **Primera ecuación de azar (sin intercepto y sin términos de interacción)**

$$\begin{aligned} -Ln(\lambda) = & 0.8179 \textit{phase} + 0.02146 \textit{begtime} + 0.0921 \textit{numturn} \\ & (0.00017) \quad (0.00134) \quad (0.00625) \\ \textit{LogL} = & -1123.872 \quad \sigma = 1.6341 \quad p = 0.6119 \\ & (0.00001) \end{aligned}$$

Las funciones de azar son decrecientes respecto al periodo de inicio de la fase, respecto al tipo de fase y respecto al número de la fase en la secuencia de fases correspondiente a cada serie individual en la muestra. El coeficiente de *numturn* apoya la hipótesis de que, a medida que las fases son más recientes en todas las series individuales de la muestra, disminuye el azar de término, por lo que la duración de las fases más recientes es mayor.

El valor de  $p$  indica una dependencia negativa *contraria* a los resultados no-paramétricos de Kaplan-Meier<sup>28</sup>, lo que motivó estimar el modelo con intercepto (ver texto principal), con una mejora considerable en la verosimilitud.

<sup>27</sup> Alternativamente, se tiene el parámetro estimado  $\sigma = 0.6642$ , valor que indica que el modelo Weibull se aleja del modelo exponencial, donde  $\sigma$  está fijo en 1.

<sup>28</sup> Alternativamente, se tiene el parámetro estimado  $\sigma = 1.6341$ , valor que indica que el modelo Weibull se aleja del modelo exponencial, donde  $\sigma$  está fijo en 1.

## **ANEXO A2: PRUEBAS DEL RATIO DE VEROSIMILITUD PARA RESTRICCIONES CERO**

La tercera ecuación de azar es la del texto principal.

<u>Modelos</u>	<u>LogL</u>	<u>#param (k)</u>	<u>AIC</u>	<u>Versus L1</u>	<u>Versus L0B</u>
1	-1123.872	3	2253.74	L0A	L0
2	-420.372	6	852.74	L1	
3	-441.295	4	890.59	L0B	L1

El estadístico de las pruebas es  $X^2_{calc} \equiv -2[Ln(L_0) - Ln(L_1)] \leftrightarrow \chi^2_{(df)}$

<u>Modelos</u>	<u>X2calc</u>	<u>df</u>	<u>Pvalue</u>	<u>Mejor modelo</u>	
(1,2)	L0A,L1	1407.0	3	0.00000	L1 {2}
(2,3)	L0B,L1	41.8	2	0.00000	L1 {2}
(1,3)	L0,L1	1365.2	1	0.00000	L1 {3}

Por lo tanto, siempre se rechazan las restricciones (parámetros cero) en favor del modelo con más variables explicativas.

## **ANEXO A3: EFECTOS MARGINALES**

Los parámetros estimados miden la dirección de los efectos marginales sobre la media condicional y son equivalentes a sus semi-elasticidades.

La media condicional de las duraciones puede escribirse como  $E[t_i | x_i] = e^{x_i \beta} / \Gamma[(1/p) + 1]$ , por lo que los efectos marginales pueden obtenerse mediante la regla de la cadena. El vector de efectos marginales resulta

$$\partial E[t_i | x_i] / \partial x_i = (e^{x_i \beta} / \Gamma[(1/p) + 1]) \beta$$

es decir, el efecto marginal asociado a cada variable es un múltiplo del coeficiente estimado correspondiente, donde el factor en el corchete es positivo.

Sin embargo, nótese que los parámetros estimados son las semi-elasticidades de la media condicional respecto a cambios absolutos en cada variable, pues  $\text{Log}(E[t_i | x_i]) = x_i \beta - \text{Log}(\Gamma[(1/p) + 1])$ , por lo que  $\partial \text{Log}(E[t_i | x_i]) / \partial x_i = \beta$ .

## **ANEXO A4: PRUEBAS DE ESPECIFICACIÓN**

A partir de la técnica de los errores generalizados se realizaron las pruebas de momentos condicionales para las especificaciones Weibull estimadas. Los momentos teóricos de la distribución de errores generalizados  $e_i = (e^{x_i \hat{\beta}} t_i)^{\hat{p}}$  son

$$E[\varepsilon^2] = 2 \quad E[\varepsilon^3] = 6$$

$$E[\varepsilon^4] = 24 \quad E[\text{Log}(\varepsilon)] = -0.5772$$

donde  $\varepsilon_i \equiv (e^{x_i \beta} t_i)^p$ , por lo que se pueden usar para construir pruebas muy similares a la prueba de "normalidad" de Jarque-Bera. Las pruebas de momentos condicionales fueron propuestas por Pagan & Vella(1989), y Jaggia(1991) construyó dos pruebas específicas para el modelo Weibull: (a) dos momentos,  $E[\varepsilon^2]$  y  $E[\text{Log}(\varepsilon)]$  para hipótesis alternativas que permiten una mala especificación de la forma funcional así como la presencia de heterogeneidad remanente; y (b) tres momentos,  $E[\varepsilon^2]$ ,  $E[\varepsilon^3]$  y  $E[\varepsilon^4]$  para hipótesis alternativas sin restricciones. Greene(1993) describe los cálculos necesarios.

**Valores de probabilidad (pruebas de especificación)**

(En porcentajes)

<u>Modelos</u>	<u>2 momentos</u>	<u>3 momentos</u>
1	0.0000	0.0000
2	58.7015	0.0132
3	47.5561	0.0099

Los resultados indican que la prueba (b), que considera las potencias 3 y 4 de los errores generalizados, no es pasada por ninguna de las tres especificaciones estimadas, aunque el poder asintótico de esta prueba puede ser bajo por considerar hipótesis alternativas demasiado generales (ver Jaggia(1991)). Sin embargo, la prueba (a) llega a ser pasada por las especificaciones con más parámetros (en el sentido que no se puede rechazar su nula) para cualquier nivel de significancia<sup>29</sup>, siendo esta prueba la de mayor poder si las hipótesis alternativas son suficientemente validas (ver Jaggia(1991)).

Dado que el número de ciclos individuales es todavía pequeño en la muestra disponible (de hecho se argumenta en contra de un único ciclo agregado), todavía no es relevante probar que el ciclo agregado ha cambiado (uno de los objetivos de Diebold *et al.* (1993)). Sin embargo, la recomendación de Hansen(1993) de realizar una prueba estadística más formal para este cambio que la simple prueba asociada a dividir arbitrariamente la muestra en dos sub-periodos, realizada por Diebold *et al.* (1993), puede aplicarse aquí para buscar evidencia en contra de la estabilidad de las especificaciones paramétricas de las funciones de azar.

Finalmente, puede ser importante considerar un proceso de ley de poder modulado como en Zhou & Rigdon(2004) como una especificación alternativa más general. Asimismo, podría probarse con especificaciones paramétricas con efectos fijos, aunque estos modelos presentan la dificultad de ir en contra del supuesto de observaciones censuradas independientes (ver Lee(2003) y Van der Berg(2001)).

---

<sup>29</sup> Nótese que Greene(1993) cita resultados totalmente adversos para la especificación Weibull de Kennan(1985) (además resultados totalmente adversos a la especificación Weibull de su propio libro.

## Referencias

Barrera, Carlos (2005) Proyecciones desagregadas de la variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC), del Índice de Precios al Productor (IPM) y del Crecimiento del Producto Real (PBI). Documento de Trabajo DT N° 2005-006, Banco Central de Reserva del Perú (disponible on-line en <http://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/documentos-de-trabajo.html#2005>)

Barrera, Carlos (2008) Redes neuronales para predecir el tipo de cambio en alta frecuencia, documento presentado en el XXVI Encuentro de Economistas del BCRP.

Bry, Gerhard & Boschan, Charlotte (1973) Cyclical analysis of time series: selected procedures and computer programs, NBER.

Deza Morales, Manuel (2000) Sugerencias para la modernización del Estado, Estudios Económicos N° 6, noviembre.

Diebold, Francis; Rudebusch, Glenn & Sichel, Daniel (1993) Further evidence on business-cycle duration dependence, en Stock, James & Watson, Mark (editors) Business cycles, indicators and forecasting, pgs. 255-280.

Dorffner, Georg (1996) Neural networks for time series processing, Working Paper, Dept. of Medical Cybernetics and Artificial Intelligence, University of Vienna.

Gourieroux, Christian (1991) Econometrics of qualitative dependent variables, Cambridge U. Press.

Granger, Clive and Terasvirta, Timo (1993) Modelling nonlinear economic relationships, Oxford University Press

Greene, William (1993) Econometric Analysis, Prentice Hall (2ª Edición).

Greene, William (2003) Econometric Analysis, Prentice Hall (5ª Edición).

Hamilton, James (1994) Time series analysis, Princeton U. Press.

Hansen, Bruce (1993) Comment [on Diebold, Rudebusch & Sichel (1993)], en Stock, James & Watson, Mark (editors) Business cycles, indicators and forecasting, pgs. 280-284.

Jaggia, Sanjiv (1991) Test of moment restrictions in parametric duration models, Economic Letters, Vol. 37, pgs. 35-38.

Kennan, John (1985) The duration of contract strikes in U.S. manufacturing, Journal of Econometrics, Vol. 28, pgs. 5-28.

Kiefer, Nicholas (1988) Economic duration data and hazard functions, en Journal of Economic Literature, Vol. XXVI, Junio, pgs. 646-679.

Kopits, George (2004) (ED.) Rules-based fiscal policy in emerging markets: background, analysis and prospects, Palgrave-MacMillan.

Kuan, Chung-Ming & Liu, Tung (1995) Forecasting exchange rates using feedforward and recurrent neural networks, Journal of Applied Econometrics, Vol. 10, pgs. 347-364.

- Long, John & Plosser, Charles (1987) Sectoral vs. aggregate shocks in the business cycle, *American Economic Review*, Paper & Proceedings, Vol. 77, N° 2 (mayo), pgs. 333-336.
- Lora, Eduardo (2001) Las reformas estructurales en América Latina: qué se ha reformado y cómo medirlo, Documento de Trabajo N° 462, Departamento de Investigaciones BID, diciembre.
- Lee, Sokbae (2003) Semi-parametric estimation of panel data duration models with fixed effects, Working Paper, Department of Economics, UCL.
- Marcellino, Massimiliano (2004) Leading indicators: What we have learned?, en Elliot, G., Granger, C. & Timmermann, A., *Handbook of Economic Forecasting*, Elsevier-North Holland.
- Ocampo, José Antonio (2005) (ED.) Más allá de las reformas: dinámica estructural y vulnerabilidad macroeconómica, CEPAL.
- Pagan, Adrian & Vella, Frank (1989) Diagnostic tests for models based on individual data: a survey, *Journal of Applied Econometrics*, Vol 4, suplemento, pgs. S29-S59.
- Paliza, Rosendo (1999) Impacto de las privatizaciones en el Perú, *Estudios Económicos* N° 4, julio.
- Pou, Pedro (2000) La reforma estructural argentina en la década de 1990, *Finanzas & Desarrollo*, Marzo.
- Van der Berg, G. (2001) Duration models: specification, estimation and multiple durations, en Heckman, James & Leamer, Edward (editors) *Handbook of Econometrics*. Vol. V, Capítulo 55, North-Holland.
- Watson, Mark (1994) Business cycle durations and postwar stabilization of the U.S. economy, *American Economic Review*, Vol. 84, N° 1.
- Wooldridge, Jeffrey (2002) *Econometric analysis of cross section and panel data*, MIT Press.
- Zhou, Haigang & Rigdon, Steven (2004) Statistical modeling of duration dependence in business cycles using a modulated power law process, Working paper, Finance Department, University of Nebraska-Lincoln.